



**La economía circular en las pymes de la industria textil de Medellín y el Área
Metropolitana del Valle de Aburrá**

Diana Marcela Marín
Jorge Mario Betancur

Trabajo de grado

Asesor, docente
Robert NG Henao

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN - MBA
MEDELLÍN
2025

Contenido

Introducción	5
Planteamiento del problema	6
Justificación	55
Objetivos	57
Objetivo general	57
Objetivos específicos	57
Marco teórico	58
Diseño metodológico	85
Desarrollo del trabajo	119
Conclusiones	145
Referencias	147
Anexos	157

Resumen

El desarrollo de la economía circular en las pequeñas y las medianas empresas (pymes) de la industria textil de Medellín y el Valle de Aburrá se encuentra en una etapa incipiente, pero despierta un gran interés. A pesar del creciente reconocimiento de la economía circular como un modelo clave para el desarrollo sostenible y la importancia del sector textil en la economía local, existe una brecha significativa en la adopción de prácticas circulares por parte de las pymes textiles de la región. Esta brecha se manifiesta en la limitada comprensión y la escasa aplicación de los principios de la economía circular, la falta de capacitación técnica específica y las barreras para acceder a los recursos necesarios para implementar modelos de negocio circulares. El objetivo del trabajo de grado es analizar las barreras asociadas a la falta de conocimiento y formación sobre la economía circular en las pymes del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana, con el fin de proponer un marco conceptual para superar estas limitaciones a través de estrategias de formación, cooperación y apoyo institucional. La investigación busca explorar las percepciones de los actores clave del sector y los programas y políticas existentes para incentivar la adopción de la economía circular.

Palabras clave:

Economía circular, Pymes, Sostenibilidad, Objetivos de desarrollo sostenible, Cambio Climático.

Abstract

La industria textil en Medellín y el Valle de Aburrá, con su larga tradición y significativa contribución a la economía local, enfrenta apremiantes desafíos de sostenibilidad derivados de su modelo operativo lineal. Esta investigación aborda la necesidad de transitar hacia modelos de economía circular como una solución para mitigar la dependencia de recursos vírgenes, minimizar los residuos y mejorar la eficiencia de los recursos en el sector. Mediante una encuesta realizada a 30 empresas textiles locales, se busca establecer el nivel actual de adopción de los principios de la economía circular, explorando aspectos como el abastecimiento de materiales sostenibles, la reducción de residuos y la implementación de modelos de negocio circulares. El análisis de los resultados de esta encuesta proporcionará datos empíricos esenciales sobre el estado real de la adopción de la economía circular en la región, identificando prácticas comunes, desafíos clave y planes futuros. Esta investigación primaria es crucial para desarrollar un plan de implementación relevante y eficaz, adaptado a las necesidades específicas del contexto local.

The textile industry in Medellín and “el Valle de Aburrá”, with its long tradition and significant contribution to the local economy, faces pressing sustainability challenges derived from its linear operating model. This research addresses the need to move towards circular economy models as a solution to mitigate dependence on virgin resources, minimize waste and improve resource efficiency in the sector. Through a survey of 30 local textile companies, it seeks to establish the current level of adoption of circular economy principles, exploring aspects such as the sourcing of sustainable materials, waste reduction and the implementation of circular business models. The analysis of the results of this survey will provide essential empirical data on the actual state of circular economy adoption in the region, identifying common practices, key challenges, and future plans. This primary research is crucial to develop a relevant and effective implementation plan, tailored to the specific needs of the local context.

Introducción

Medellín y el Valle de Aburrá se han consolidado como pilares fundamentales de la industria textil colombiana, generando importantes oportunidades de empleo y contribuyendo de manera sustancial a la producción industrial de la región. Sin embargo, el modelo lineal tradicional de “extraer-fabricar-consumir-eliminar” en este sector conlleva significativos impactos ambientales, incluyendo el agotamiento de recursos naturales, la generación de grandes volúmenes de residuos y la contaminación.

En este contexto, la economía circular emerge como un modelo económico alternativo y prometedor, basado en el cierre de ciclos, la reutilización de residuos y la eficiencia en el uso de recursos, buscando desacoplar el crecimiento económico de la base física y reducir los impactos ambientales. La adopción de los principios de la circularidad en la industria textil local se presenta como una estrategia clave para mitigar su huella ambiental, optimizar el uso de los recursos y generar valor a partir de los residuos.

La presente investigación se enfoca en analizar el estado actual de la adopción de modelos de economía circular dentro de la industria textil de Medellín y el Valle de Aburrá. Para ello, se llevó a cabo una encuesta en 30 empresas textiles locales, con el objetivo de establecer su nivel de conocimiento y aplicación de los principios de la economía circular, sus prácticas actuales en materia de sostenibilidad y los desafíos que enfrentan en la implementación de un modelo más circular. La información recopilada a través de esta investigación primaria es de importancia crítica para comprender las acciones concretas que las empresas locales están tomando frente a la circularidad, permitiendo desarrollar un plan de implementación específico y eficaz que responda a las necesidades y a las circunstancias particulares de la región.

Planteamiento del problema

La confluencia de diversas posturas ideológicas, provenientes de la comunidad académica, científica y empresarial, en torno a los grandes desafíos globales como la concentración de los ingresos, la pérdida de biodiversidad, el uso eficiente de los recursos y el deterioro ambiental ha permitido, desde la década de los sesenta, identificar una correlación entre las actividades humanas y sus impactos en la naturaleza. Esta relación compleja y sistémica subraya la interdependencia entre las mediciones físicas de la actividad humana y la preservación de los recursos naturales, lo que ha dado lugar al desarrollo de un enfoque integral para la sostenibilidad ambiental.

Este marco de interrelaciones es crucial para comprender la conexión cada vez más sólida entre el desarrollo sostenible y el desarrollo humano. Mientras que el desarrollo humano pone énfasis en las capacidades y libertades de las personas, el desarrollo sostenible integra la preservación de los recursos naturales para garantizar el bienestar de las generaciones presentes y futuras. Ambas perspectivas, aunque surgieron de disciplinas diferenciadas, han mostrado una convergencia progresiva a lo largo del tiempo, enriqueciendo mutuamente sus planteamientos.

En este contexto, la economía circular ha emergido como un concepto central, proporcionando una respuesta innovadora y viable para enfrentar los retos de la sostenibilidad. Al promover un ciclo regenerativo en el uso de materiales y recursos, la economía circular no solo reduce los impactos negativos sobre el medioambiente, sino que también fomenta un crecimiento económico que se alinea con los principios de sostenibilidad. Esta estrategia ofrece a las empresas una oportunidad para transformar sus modelos de negocio, optimizando los recursos, reduciendo los desechos y generando valor a través de la innovación en diseño, producción y consumo. De este modo, la economía circular se sitúa en el centro de la intersección entre la sostenibilidad ambiental y la estrategia empresarial, proporcionando un marco que impulsa el desarrollo humano y sostenible de manera integrada.

La economía circular se ha consolidado como un modelo clave para enfrentar los retos de sostenibilidad en el contexto de los crecientes problemas ambientales y la sobreexplotación de los recursos naturales. A diferencia del paradigma económico lineal tradicional, caracterizado por el enfoque de *extraer, producir, consumir y desechar*, la economía circular propone un sistema regenerativo y restaurativo por diseño, que maximiza el valor de los recursos, los productos y los materiales a lo largo de su ciclo de vida (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Este modelo no solo busca mitigar los impactos negativos del desarrollo económico sobre el medioambiente, sino que también plantea oportunidades para la innovación empresarial, la generación de empleo y el aumento de la competitividad. Sin embargo, la implementación efectiva de este enfoque sigue siendo un desafío, especialmente para las pequeñas y las medianas empresas (pymes), que representan una parte significativa de la estructura económica de muchas ciudades y países del mundo.

La economía circular representa un modelo transformador que tiene el potencial de promover el crecimiento económico y la creación de empleo sin comprometer la integridad ambiental (Albaladejo *et al.*, 2021). Aunque la literatura sobre economía circular ha experimentado un aumento significativo, con la publicación de artículos científicos, investigaciones, divulgaciones, blogs y sitios web que abordan el tema exhaustivamente, su adopción práctica sigue siendo limitada, especialmente entre los ciudadanos comunes. Paradójicamente, esta insuficiencia de la apropiación también se observa entre los líderes políticos, a pesar de los reiterados llamados a la acción. En los ámbitos local, regional, nacional e internacional, si bien se han llevado a cabo numerosas reuniones multilaterales y se han emitido declaraciones y reportes, la implementación efectiva sigue siendo deficiente.

Un ejemplo significativo de estos esfuerzos es el Circularity Gap Report de 2021, el cual destaca que para alcanzar un mundo ambientalmente sostenible, la tasa de circularidad global debe aumentar del actual 8,6 % al 17 % (Circularity Gap Report, 2021). Este objetivo refleja la urgente necesidad de redoblar los esfuerzos a todos

los niveles para transitar hacia una economía verdaderamente circular, que responda no solo a los retos del desarrollo económico, sino también a las exigencias de sostenibilidad ambiental que demanda el contexto actual.

Las transformaciones en los ámbitos económico, social, ambiental, político y cultural no solo son necesarias, sino imperativas para enfrentar la actual crisis de sostenibilidad. Se ha demostrado que la forma en que nos relacionamos con el planeta, fundamentada en un modelo económico lineal, caracterizado por la extracción, la producción, el uso y el desecho de recursos, es inviable a largo plazo. Diversas organizaciones internacionales, como la Fundación Ellen MacArthur (2015), el Foro Económico Mundial (2019) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2019), han cuestionado este modelo, resaltando la urgencia de un cambio estructural. En ese sentido, la Fundación Ellen MacArthur (2015) propone que una economía circular es “restaurativa y regenerativa por diseño, buscando que los productos, componentes y materiales mantengan su máxima utilidad y valor en todo momento, distinguiendo entre ciclos técnicos y biológicos (p. 2).

A nivel local, la economía circular ha sido incorporada en los diagnósticos estratégicos de los planes de desarrollo municipales (*Plan de Desarrollo: Medellín-Futuro 2020-2023* y *Plan de Desarrollo: Medellín te Quiere: 2023-2026*). Sin embargo, su enfoque ha sido limitado y se ha centrado principalmente en temas como el reciclaje y el aprovechamiento de los residuos sólidos, que aunque son relevantes, no abarcan la totalidad de los principios de la economía circular. El reciclaje, aunque no es un concepto nuevo en las políticas de gestión ambiental de la ciudad, ha avanzado en la consolidación de rutas selectivas y ha contado con una mayor participación ciudadana en la reutilización de materiales, tal como señala el exsecretario del Medio Ambiente, Sergio Orozco (Lasnoticiasenred.com, 2018). No obstante, estos avances representan solo una parte de las oportunidades que ofrece la economía circular.

A nivel nacional, desde el año 2016, se han implementado marcos normativos para promover la transición hacia un modelo más sostenible. Entre estos se destacan la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (Conpes 3874), la Política Nacional de Desarrollo Productivo (Conpes 3866), la Política Nacional de Edificaciones Sostenibles (Conpes 3919) y la Política de Crecimiento Verde (Conpes 3934). Estas iniciativas, articuladas con el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018, han sido fundamentales para la consolidación de un enfoque de economía circular en el país.

En Medellín y el Área Metropolitana, como en muchas otras ciudades de América Latina, las pymes juegan un papel central en la economía local, aportando de manera significativa al empleo y al desarrollo económico. No obstante, estas empresas enfrentan barreras importantes para adoptar modelos de economía circular, siendo la falta de conocimiento y de formación una de las principales limitaciones para la apropiación, la adopción y la implementación de estrategias circulares. Estudios previos han identificado que, si bien existe un creciente interés por parte de las pymes en mejorar su desempeño ambiental, muchas de ellas carecen de la capacitación técnica y el acceso a los recursos necesarios para transitar hacia modelos de negocio más sostenibles (Rizos *et al.*, 2016; Kirchherr *et al.*, 2017).

En ese sentido, la falta de formación en economía circular dentro del ecosistema empresarial de las pymes de la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana se presenta como un problema estructural que impide el avance hacia una transición circular. A pesar de los esfuerzos gubernamentales y las políticas públicas que promueven la sostenibilidad y el crecimiento verde, las pymes no logran integrar de manera adecuada los principios de la economía circular en sus operaciones, limitando así su capacidad para contribuir a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y a la creación de un entorno empresarial más resiliente y competitivo.

Sin embargo, aunque la economía circular ha venido ganando un espacio como parte de los pilares estratégicos del desarrollo de la ciudad, el departamento y el

país, su alcance desde la perspectiva de la estrategia empresarial aún es limitado, debido a que intenta abordarla principalmente desde la dimensión económica, que es solo una de las tres que integran los ODS (Naciones Unidas, 2015). Para avanzar hacia una implementación integral, es necesario que más allá de la estructuración en el ámbito territorial de una política pública de economía circular, el sector empresarial se esfuerce por construir instrumentos como planes, programas y proyectos que involucren activamente a los sectores público y privado, y a la sociedad civil, garantizando los recursos y definiendo con claridad las responsabilidades para los diferentes campos de aplicación. Solo mediante un enfoque colaborativo y multiactoral será posible impulsar una verdadera transición hacia la economía circular en el contexto empresarial, más allá del contexto territorial.

Las definiciones y las propuestas conceptuales relacionadas con la economía circular, el crecimiento verde, la gestión empresarial sostenible, la responsabilidad social empresarial y la gobernanza sostenible son amplias y variadas, y reflejan un panorama de enfoques dispares (Kirchherr *et al.*, 2017). La literatura académica presenta un vasto número de estudios que exploran estos temas desde diversas perspectivas, abarcando investigaciones tanto empíricas como exploratorias. Estos estudios documentan las acciones emprendidas por varias ciudades, territorios y sectores económicos para establecer estrategias orientadas a integrar los principios de la economía circular, en conjunto con políticas públicas y mecanismos de gobernanza sostenible con un enfoque en la sostenibilidad empresarial.

No obstante, gran parte de estas investigaciones se concentra principalmente en dos dimensiones: la económica y la ambiental, mientras que la dimensión social ha recibido una atención considerablemente menor. Un análisis de la literatura revela que muchos estudios abordan la economía circular desde una perspectiva ambiental, enfocándose sobre todo en el reciclaje, lo cual resulta limitante y no refleja la totalidad del concepto. Incluso, al realizar búsquedas en bases de datos académicas especializadas, utilizando operadores booleanos y términos como

economía circular, ciudades circulares, políticas públicas, gobernanza y sostenibilidad (*circular economy; circular cities; public policies, governance, and sustainability*), se constata que las investigaciones tienden a restringir los alcances de los ODS a cuestiones vinculadas principalmente con las dimensiones ambiental y económica.

Este enfoque limitado constituye uno de los principales obstáculos para la implementación efectiva de la economía circular, como un componente protagónico de la sostenibilidad empresarial, como han señalado varios autores (Cramer, 2020; Kębłowski *et al.*, 2020a; Kusch, 2020; Ribeiro *et al.*, 2020; Aceleanu *et al.*, 2019a; Flynn *et al.*, 2019; Fratini *et al.*, 2019; Girard y Nocca, 2019a; Obersteg *et al.*, 2019a; Kirchherr *et al.*, 2018; de Jesus y Mendonça, 2018; Govindan y Hasanagic, 2018; Angelidou y Psaltoglou, 2017; Bahn-Walkowiak y Wilts, 2017; Li *et al.*, 2017; Ribić *et al.*, 2017; Frank y Marsden, 2016; Turrent *et al.*, 2010; Braungart *et al.*, 2007; Bennett *et al.*, 1991).

Es crucial entonces subrayar que la economía circular no debe limitarse a un análisis centrado únicamente en la dimensión ecológica y ambiental, ya que este enfoque resulta insuficiente a la luz de los ODS establecidos en la Agenda 2030. La economía circular debe integrar también el contexto empresarial como parte constitutiva de la dimensión económica, la cual es fundamental para garantizar una estrategia de responsabilidad social empresarial orientada hacia la sostenibilidad. Este enfoque más holístico requiere la materialización de acciones concretas que generen un impacto real en las empresas, sin importar su tamaño, permitiendo una transformación efectiva en términos de sostenibilidad y equidad social.

Antecedentes de la investigación

A nivel global, la implementación de la economía circular tiene el potencial de generar un impacto económico significativo, estimado en 3 billones de dólares anuales (Colombia Productiva, 2023). Asimismo, se proyecta que esta transición podría contribuir a una reducción del 40 % en las emisiones de gases de efecto

invernadero (GEI) para el año 2050. En el caso de Colombia, el análisis comparativo con los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) revela importantes desafíos en términos de eficiencia de los recursos: el consumo de materias primas en la economía colombiana es casi el doble que el de los países de la OCDE, mientras que la productividad por hectárea de tierra en estos países es aproximadamente cuatro veces superior a la de Colombia. Además, los procesos productivos en Colombia utilizan, en promedio, casi cinco veces más agua que en los países de la OCDE, lo que resalta la necesidad de adoptar enfoques más sostenibles y eficientes en la gestión de los recursos naturales. Estos indicadores subrayan la urgencia de acelerar la adopción de la economía circular en el contexto colombiano para mejorar la competitividad y la sostenibilidad de su economía.

En Colombia, la adopción de la economía circular presenta un enorme potencial en términos tanto económicos como sociales. Se estima que su implementación podría generar hasta 11.700.000 millones de dólares anuales en ahorros de materiales y en la creación de nuevas oportunidades de negocio. Además, esta transición hacia una economía más sostenible podría generar entre 100.000 y un millón de empleos formales, lo que representa entre el 0,5 % y el 5 % del total de empleos en el país. Sin embargo, aún existen importantes retos para el aprovechamiento de los materiales reciclables. Actualmente, el país desaprovecha un 27 % de la chatarra, un 65 % de los residuos orgánicos, un 13 % de la celulosa y el papel, un 96 % de los residuos de construcción y demolición, y un 50 % de los plásticos, envases y empaques. Estos datos subrayan la necesidad de avanzar hacia una economía más circular para maximizar el aprovechamiento de los recursos y fomentar el desarrollo sostenible en Colombia.

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) ha desarrollado el Sistema de Información de Economía Circular (SIEC), una plataforma diseñada para recopilar, consolidar y difundir datos estadísticos relacionados con la economía circular en Colombia (DANE, 2020). Este sistema permite visualizar información clave sobre diversos aspectos, como los siguientes:

- La demanda de activos ambientales y servicios ecosistémicos.
- La conservación o la pérdida de valor de los materiales dentro del sistema productivo.
- La presión ejercida sobre los ecosistemas debido a la disposición de los residuos.
- Los factores que facilitan la transición hacia una economía circular.

El SIEC representa una herramienta fundamental para la toma de decisiones informadas, promoviendo un desarrollo económico sostenible basado en el uso eficiente de los recursos y la reducción de la presión ambiental.

La economía circular en Colombia

La implementación de un modelo de economía circular en Colombia ha sido un proceso integral y multifacético, que busca transformar el desarrollo económico del país para generar una mayor sostenibilidad y aumentar la eficiencia en el uso de los recursos. Este enfoque se centra en maximizar la reutilización de materiales, reducir los residuos y minimizar el impacto ambiental, promoviendo un ciclo continuo de aprovechamiento de los recursos.

El proceso ha involucrado a diversos actores clave, incluyendo el Gobierno nacional, los gobiernos locales y regionales, el sector privado, las comunidades y la sociedad civil, la academia y los centros de investigación, así como los organismos de cooperación internacionales.

Principales actores del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático en Colombia

Gobierno nacional: Incluye ministerios y entidades gubernamentales como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y la Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD).

Gobiernos locales y regionales: Las autoridades locales y regionales juegan un papel crucial en la implementación de las medidas de adaptación a nivel territorial, asegurando que las políticas nacionales se adapten a las necesidades y los contextos locales.

Sector privado: Las empresas y las organizaciones del sector privado son fundamentales para la adopción de prácticas sostenibles y la inversión en tecnologías y proyectos que contribuyan a la adaptación al cambio climático.

Comunidades y sociedad civil: La participación de las comunidades locales y las organizaciones de la sociedad civil es esencial para garantizar que las medidas de adaptación sean inclusivas y respondan a las necesidades de las poblaciones más vulnerables.

Academia y centros de investigación: Las universidades y los centros de investigación aportan conocimientos científicos y técnicos, así como innovaciones que pueden aplicarse en las estrategias de adaptación.

Organismos internacionales y cooperación internacional: La colaboración con organismos internacionales y la obtención de financiamiento y apoyo técnico de la cooperación internacional son vitales para fortalecer las capacidades nacionales y locales en la adaptación al cambio climático.

Adicionalmente, desde la Constitución Política de 1991, que elevó a rango constitucional los conceptos de desarrollo sostenible y protección ambiental, hasta la reciente Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), Colombia ha avanzado significativamente en la creación de un marco normativo y de políticas que promueven la sostenibilidad. La ENEC, publicada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, establece objetivos claros para la eficiencia en el uso de recursos, la transformación de sistemas productivos y la promoción de la sostenibilidad y la equidad social.

Además, el país ha desarrollado instrumentos específicos como la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos y el Conpes 3934 sobre Política de

Crecimiento Verde, que buscan armonizar el desarrollo económico con la protección de los recursos naturales. Estos documentos destacan la importancia de la economía circular como una estrategia para reducir la extracción de materias primas, fomentar la innovación tecnológica y mejorar la competitividad y la sostenibilidad económica del país.

A continuación, se detallan en orden cronológico los instrumentos de política nacional que se han desarrollado desde 1991 en Colombia en materia de sostenibilidad y economía circular:

Tabla 1. Cronología de las políticas públicas de economía circular en Colombia

Año	Hito / norma / evento	Institución que lo expide / aprueba	Descripción / alcance
1991	Constitución Política (arts. 79 y 80)	Congreso de la República	1. Se elevan a rangos constitucionales los conceptos de desarrollo sostenible, patrimonio ecológico y calidad de vida. 2. Reconoce el derecho a un ambiente sano y la protección de la diversidad.
1994	Ley 164: CMNUCC	Congreso de la República	Colombia aprueba la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático, cuya finalidad es la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático
2000	Ley 629: Ratificación del Protocolo de Kioto	Congreso de la República	Compromete a los países industrializados a reducir las emisiones de GEI y no establece un compromiso de reducción de emisiones para los países en desarrollo, entre los que se encuentra Colombia
2001	Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático ante la CMNUCC	IDEAM	Colombia presenta un análisis inicial de emisiones, vulnerabilidad y estrategias de mitigación

Año	Hito / norma / evento	Institución que lo expide / aprueba	Descripción / alcance
2002	Lineamientos de la Política de Cambio Climático	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y Departamento Nacional de Planeación	Estructuración de políticas y estrategias iniciales de mitigación del cambio climático en el marco de la CMNUCC, del Protocolo de Kioto y de la Primera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático
	Se crea la Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Autoridad nacional designada para ser el ente promotor y evaluador de todos los proyectos MDL del país
2003	Se expide el Conpes 3242	Consejo Nacional de Política Económica y Social, y Departamento Nacional de Planeación	1. Estrategia Nacional para la Venta de Servicios Ambientales y Mitigación del Cambio Climático, generando los lineamientos esenciales para la introducción de los proyectos MDL (Mecanismos de Desarrollo Limpio) en las medidas de mitigación en el contexto nacional 2. Busca promover la incursión competitiva de Colombia en el mercado internacional de reducciones verificadas de emisiones de GEI
2005	Resolución 340 (creación del GMCC: Grupo de Mitigación del Cambio Climático)	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Reemplaza la Oficina de Mitigación con el Grupo de Mitigación de Cambio Climático
2009	Inventario nacional GEI (2000-2004) publicado por el IDEAM	IDEAM	Determinación de fuentes y sumideros de GEI y diagnóstico de emisiones
2011	Política Nacional de Producción y Consumo Sostenible	Viceministerio de Ambiente	Se actualizan e integran la Política Nacional de Producción más Limpia y el Plan Nacional de Mercados Verdes

Año	Hito / norma / evento	Institución que lo expide / aprueba	Descripción / alcance
	Se publica el Conpes 3700	Consejo Nacional de Política Económica y Social, y Departamento Nacional de Planeación	“Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia”: busca integrar las políticas y las acciones en materia de cambio climático en los procesos de planificación e inversión de los sectores productivos y los territorios, con el objetivo de reducir la vulnerabilidad del país y promover un desarrollo económico sostenible
2012	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC)	Departamento de Planeación Nacional	Estrategias para reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas, la economía y la sociedad colombiana ante los efectos adversos del cambio climático
2015	BUR-1 (Primer Informe Bienal de Actualización)	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Informe sobre las acciones de mitigación del país ante el cambio climático, incluyendo los GEI y las necesidades de apoyo financiero y técnico
2016	Decreto 298 (SISCLIMA)	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Creación del Sistema Nacional de Cambio Climático y la Política para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, cuyo objetivo es centralizar y gestionar la información relacionada con el cambio climático en el país, facilitando la toma de decisiones y el cumplimiento de los compromisos internacionales en esta materia
	Conpes 3874	Consejo Nacional de Política Económica y Social, y Departamento Nacional de Planeación	Política Nacional para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos, en la que se fijan las políticas para promover la economía circular, a través del diseño de instrumentos en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos
2017	Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático	IDEAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Departamento de Planeación Nacional, y Cancillería de Colombia	Información actualizada de la vulnerabilidad, los inventarios y los avances en mitigación

Año	Hito / norma / evento	Institución que lo expide / aprueba	Descripción / alcance
2018	BUR-2	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Segundo reporte bienal, "Estrategia Nacional de Economía Circular y Política de Crecimiento Verde". Este informe forma parte de los compromisos de Colombia ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y detalla las acciones realizadas para mitigar el cambio climático y cumplir con las metas de reducción de emisiones de GEI
	Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	La ENEC es una iniciativa del Gobierno colombiano que promueve la transición hacia una economía circular, basada en el principio de "producir conservando y conservar produciendo". Este enfoque busca maximizar el uso eficiente de los recursos naturales, reducir los residuos y minimizar el impacto ambiental
	Conpes 3934	Consejo Nacional de Política Económica y Social, y Departamento Nacional de Planeación	La "Política de crecimiento verde" busca armonizar el desarrollo económico con la protección de los recursos naturales. El documento reconoce que, aunque Colombia ha avanzado en la creación de un marco normativo para reducir los impactos ambientales, los sectores productivos aún son intensivos en el uso de recursos naturales, lo que afecta tanto la oferta como la calidad de estos recursos
2019	Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022	Congreso de la República	Su objetivo es sentar las bases para lograr la igualdad de oportunidades para todos los colombianos, alineándose con los ODS y el Acuerdo de París bajo los pilares de legalidad, emprendimiento y equidad
2024	Resolución 0803	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	Su objetivo es desarrollar parcialmente las disposiciones de la Ley 2232 de 2022 sobre la reducción gradual de la producción y el consumo de ciertos productos plásticos de un solo uso

Fuente: elaboración propia.

En un recorrido por las principales políticas públicas departamentales para la implementación de modelos de economía circular encontramos lo siguiente:

- En febrero de 2020 la Gobernación de Antioquia declaró la emergencia climática, lo que impulsó la formulación de políticas para un desarrollo sostenible.
- En 2021, se inició la Estrategia Departamental de Economía Circular, en la cual la Gobernación de Antioquia, junto con la Secretaría de Productividad y Competitividad, la Secretaría de Ambiente y Sostenibilidad y la Gerencia de Servicios Públicos, en convenio con la fundación Socya, desarrolló un modelo de gestión integral de residuos con enfoque de economía circular.
- En el año 2022 se desarrolló la segunda etapa de la Estrategia Departamental de Economía Circular, en la que se consolidaron 14 nodos de economía circular en diferentes sectores como ecominería, manufacturas, turismo y agroindustria. Además, se implementó una estrategia educativa y de movilización para promover la competitividad y la sostenibilidad.
- La Ordenanza número 23 de octubre de 2023 adoptó la Política de Crecimiento Verde de Antioquia 2023-2040, en cuyo artículo 14, titulado “Dimensión Crecimiento Verde con Uso Eficiente de Recursos”, se estableció, entre otras, la estrategia de economía circular, cuyo objetivo es “aumentar la competitividad del departamento optimizando los procesos de producción, hacia un modelo sostenible y circular, que responda a las necesidades y nuevas oportunidades de los mercados, regenerando dentro del ciclo biológico o recuperando y restaurando a través del ciclo técnico”.

A nivel distrital, en el año 2021, Medellín se convirtió en la primera ciudad de Colombia en tener un acuerdo para definir los lineamientos de la Política Pública de Economía Circular. Este acuerdo fue aprobado por el Concejo de Medellín, y en el año 2024 el mismo órgano aprobó, en el Plan de Desarrollo 2024-2027 “Medellín te Quiere”, el Programa “Economía circular y crecimiento verde”, del cual es responsable la Secretaría de Medio Ambiente y que tiene como objetivo promover la transición hacia un modelo de desarrollo sostenible y compatible con los desafíos

climáticos globales en el Distrito Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación de Medellín.

Hasta este punto, hemos desarrollado un panorama detallado de la cronología en la evolución de las políticas públicas a nivel nacional, departamental y distrital, y damos paso al desarrollo de la economía circular en la empresa.

Economía circular y empresa

La economía circular se presenta como una estrategia transformadora del diseño, la producción y la generación de valor, que no solo optimiza los recursos, sino que también redefine los modelos de negocio al integrarse de manera efectiva en la estrategia empresarial. A diferencia del modelo tradicional de la economía lineal, caracterizado por la extracción de recursos, la producción de bienes, su consumo y su posterior descarte, la economía circular propone un enfoque regenerativo. Este modelo maximiza el aprovechamiento de los insumos, extiende la vida útil de los productos y promueve la recirculación de materiales para minimizar el desperdicio y asegurar su reutilización continua.

Incorporar la economía circular como un componente central de la estrategia empresarial permite a las empresas mitigar sus impactos ambientales, optimizar los costos operativos y descubrir nuevas fuentes de ingresos a través de la innovación en productos y procesos. Al cerrar los ciclos de producción, las organizaciones no solo cumplen con los crecientes requisitos regulatorios y las expectativas sociales en materia de sostenibilidad, sino que también mejoran su competitividad y su rentabilidad a largo plazo. En ese sentido, la economía circular se convierte en un pilar fundamental para aquellas empresas que buscan liderar en un entorno económico cada vez más orientado hacia la sostenibilidad y la eficiencia de los recursos (Colombia Productiva, 2024).

La economía circular emerge como una respuesta estratégica a la creciente demanda global de materias primas y recursos naturales, motivada por el acelerado

crecimiento poblacional, la interdependencia entre países para su abastecimiento y las profundas implicaciones de la ineficiencia en el uso de recursos sobre el cambio climático. El modelo lineal de producción actual, que genera grandes volúmenes de residuos y contaminación, está demostrando que es insostenible. En contraste, la economía circular ofrece un enfoque regenerativo que no solo reduce el desperdicio, sino que también mitiga los impactos ambientales al optimizar el ciclo de vida de los materiales (Andi, 2019).

Este modelo presenta un potencial significativo tanto para impulsar el crecimiento económico global como para catalizar transformaciones sociales necesarias para asegurar un futuro sostenible. Desde la perspectiva empresarial, la economía circular no debe ser vista como una simple tendencia, sino como un componente esencial de la estrategia corporativa. Al integrar la circularidad en sus operaciones, las empresas pueden desarrollar modelos de negocio que no solo promuevan el bienestar económico, sino que también generen impactos positivos tangibles en el medioambiente y la sociedad. Esta visión integral no solo refuerza la competitividad, sino que también permite a las organizaciones liderar en un contexto global donde la sostenibilidad se ha convertido en una ventaja estratégica clave (Área Metropolitana, 2024).

A nivel mundial, las compañías más grandes han avanzado en la implementación de prácticas relacionadas con la economía circular para cumplir con los ODS para 2030. De manera similar ocurre en Colombia, donde las grandes empresas han incorporado este concepto en su estrategia de negocio y la cadena de valor; sin embargo, estas conforman menos del 1 % de las compañías del país, motivo por el cual este trabajo se orienta hacia las pymes, que en Colombia constituyen más del 99,5 % y aportan un 35 % al PIB del país (La República, 2023), es decir, que son la principal representación de la industria privada nacional y, por lo tanto, tienen una participación muy importante para impactar a través de la adopción de acciones alineadas con la economía circular los resultados esperados para el logro de los

objetivos sostenibles del país como meta para el 2030, en lo correspondiente a los avances desde el aporte empresarial a dichos objetivos.

En cuanto a la industria textil, esta se cataloga como la segunda más contaminante a nivel mundial. Los datos de la UNCTAD indican que el rubro del vestido utiliza cada año 93 000 millones de metros cúbicos de agua, un volumen suficiente para satisfacer las necesidades de 5 millones de personas, y que también cada año se tiran al mar medio millón de toneladas de microfibra, lo que equivale a 3 millones de barriles de petróleo.

Además, la industria de la moda produce más emisiones de carbono que todos los vuelos y envíos marítimos internacionales juntos, con las consecuencias que ello tiene en el cambio climático y el calentamiento global.

El modelo dominante en el sector es el de la “moda rápida”, que ofrece a los consumidores cambios constantes de colecciones a bajos precios y alienta a comprar y a desechar ropa frecuentemente. Como consecuencia, la producción de prendas de vestir se duplicó en el periodo de 2000 a 2014. Muchos expertos, incluidos los especialistas de la ONU, consideran que esta tendencia es responsable de una amplia gama de efectos negativos en los ámbitos social, económico y ambiental, y subrayan la importancia de garantizar que la ropa se fabrique de la manera más sostenible y ética posible (ONU, 2019).

Algunos datos asociados al impacto de la industria textil, que develan la necesidad de un compromiso mucho más fuerte con la sostenibilidad y la necesidad de comenzar a desarrollar y gestionar estrategias de circularidad son los siguientes:

- Se requieren 7 500 litros de agua para producir unos *jeans*.
- El sector del vestido usa 93 000 millones de metros cúbicos de agua cada año, una cantidad suficiente para que sobrevivan 5 millones de personas.
- La industria de la moda es responsable del 20 % del desperdicio total de agua a nivel global.

- La producción de ropa y calzado produce el 8 % de los GEI.
- Cada segundo se entierra o se quema una cantidad de textiles equivalente a un camión de basura.
- La producción de ropa se duplicó entre 2000 y 2014.

Finalmente, siguiendo la línea de los materiales reciclados para la industria textil, vale la pena resaltar el estatus de la producción y el consumo de fibras textiles vírgenes y recicladas según un informe de Textile Exchange (2022, p. 12).

Aumentar la adopción de fibras recicladas es una estrategia clave, con un enorme potencial para reducir las emisiones de GEI y mitigar el cambio climático, prevenir la pérdida de biodiversidad, detener los impactos negativos en la salud del suelo y reducir el consumo de agua.

En 2021, la adopción general de fibras recicladas en comparación con la producción total de fibras fue de solo alrededor del 8,5 %, con un 7,9 % de poliéster reciclado de botellas de plástico, y solo alrededor del 0,6 % de todas las fibras incluían todas las demás fibras recicladas. En general, menos del 1 % del mercado mundial de fibras procedía de textiles reciclados pre y posconsumo en 2021.

La cuota de mercado de las fibras recicladas aumentó del 8,1 % en 2020 al 8,5 % en 2021, y el porcentaje de fibras vírgenes disminuyó del 91,9 % en 2020 al 91,5 % en 2021. Sin embargo, en números absolutos, el volumen de producción de fibra virgen aumentó de 100 millones de toneladas en 2020 a 103 millones de toneladas en 2021. Esto incluye un aumento de fibras vírgenes de origen fósil de 59,7 millones de toneladas en 2020 a 63,1 millones de toneladas en 2021. Esto significa que en 2021 se produjeron alrededor de 3,4 millones de toneladas más de fibras de origen fósil por año que en 2020. Para limitar el calentamiento global a 1,5 °C, se requiere una reducción absoluta de las emisiones de GEI del 45 % para 2030 en comparación con la línea base de 2019.

El poliéster tuvo el mayor porcentaje de fibra reciclada, con alrededor del 15 % en 2021. Alrededor del 99 % del poliéster reciclado se basaba en botellas de PET. Se estima que la participación de mercado del elastano reciclado fue de alrededor del 3 %, la de la poliamida reciclada de alrededor del 2 % y la del polipropileno reciclado de alrededor del 0,2 % en 2021.

Antecedentes de la aplicación de la economía circular en empresas nacionales e internacionales

A nivel global, de acuerdo con The Circularity GAP Report, la economía circular está ganando popularidad, pero está decayendo en acciones. Su última publicación resalta los siguientes tres aspectos relevantes (CGR, 2023):

- La cantidad de discusiones, debates y artículos sobre la economía circular se ha triplicado en los últimos 5 años.
- La proporción de materiales secundarios consumidos por la economía mundial ha disminuido del 9,1 % en 2018 al 7,2 % en 2023, una caída del 21 % en el transcurso de cinco años, indicando con esto que solo el 7,2 % de la economía mundial es circular.
- En el mismo período, a nivel global hemos consumido más de 500 gigatoneladas, es decir, el 28 % de todos los materiales que la humanidad ha consumido desde 1900.

En una publicación realizada por el Foro Económico Mundial el 22 de marzo de 2023, se destacan 9 iniciativas globales que bien podrían ilustrar acciones representativas a nivel mundial por parte de empresas y gobiernos. El informe además resalta que el cambio no será el mismo en todo el mundo: “algunos países necesitan reducir radicalmente su huella material, mientras que otros necesitan estabilizarla o incluso aumentarla” (WEF, 2023).

El Circularity Gap Report 2023 destaca las soluciones circulares en tres grupos de países diferentes: “construir”, “crecer” y “cambiar”. Los países de renta baja

(construir) albergan al 46 % de la población mundial, pero tienen un bajo consumo de materiales y luchan por satisfacer las necesidades sociales básicas. Mientras tanto, los países de renta media (crecer) se están industrializando rápidamente y tienen una clase media creciente, que consume el 51 % de los materiales. Por último, los países de renta más alta (cambiar) ofrecen un alto nivel de vida, pero consumen el 31 % de los materiales del mundo (CGR, 2023).

Las siguientes iniciativas muestran cómo puede aplicarse la circularidad para construir infraestructuras, al tiempo que se mejora el nivel de vida trabajando con la naturaleza, no contra ella (WEF, 2023).

Tabla 2. Casos de aplicación de la economía circular

Iniciativa	Descripción de la aplicación de la economía circular	Sector/área de impacto	Ubicación geográfica
ColdHubs	Refrigeración alimentada por energía solar. Una solución de refrigeración como servicio tras la cosecha que funciona con energía solar hace que el desperdicio de alimentos sea cosa del pasado y, de paso, reduce las emisiones. Creados en 2015 por la empresaria Nnaemeka Ikegwonu, los ColdHubs son unidades de almacenamiento de un metro cuadrado que conservan los alimentos frescos hasta 21 días. En 2020, las 54 unidades de ColdHubs evitaron que se desperdiciaran más de 42 000 toneladas de alimentos, lo que equivale a más de un millón de kilogramos de CO ₂	Alimentario, energía	Nigeria

Iniciativa	Descripción de la aplicación de la economía circular	Sector/área de impacto	Ubicación geográfica
Hospital de la Amistad	Situado en la remota aldea de Shyamnagar, el Hospital de la Amistad se construyó con materiales locales sostenibles y artesanos locales, teniendo muy presente la igualdad de acceso a la atención sanitaria para las poblaciones vulnerables. Los arquitectos se adaptaron intencionadamente al paisaje fluvial circundante creando un canal que atraviesa las instalaciones del hospital, proporcionando refrigeración natural y separando a los pacientes internos de los externos. Dos depósitos de agua situados a ambos extremos del canal almacenan el agua de lluvia recogida <i>in situ</i>	Infraestructura, (salud)	Bangladesh
Taxis electrificados de Katmandú	El aire de la capital de Nepal, Katmandú, está enormemente contaminado por la congestión y la falta de mantenimiento de las carreteras, y la falta de gestión del transporte. Para combatir este problema, a mediados de los noventa se introdujo en Katmandú el Saha Tempo, un vehículo de transporte público de tres ruedas alimentado por baterías. En la década de 2000 más de 600 de estos vehículos eléctricos ocupaban las calles urbanas. La fabricación de cargadores, las estaciones de carga de baterías y las operaciones crearon unos 750 puestos de trabajo, mientras que para los conductores se crearon 600 empleos	Transporte, energía, medioambiente	Katmandú, Nepal
Movilidad urbana eléctrica de Shenzhen	El transporte por carretera aportó el 86,8 % de las emisiones totales de carbono de China en 2019, y el sector del transporte chino en su conjunto contribuyó en un 11 % a todas las emisiones mundiales de carbono. En 2017, Shenzhen fue la primera ciudad del mundo en electrificar todos los autobuses para recortar las emisiones, reducir la	Transporte, energía, medioambiente	Shenzhen, China

Iniciativa	Descripción de la aplicación de la economía circular	Sector/área de impacto	Ubicación geográfica
	contaminación acústica y mejorar la calidad del aire. El resultado fue un descenso anual estimado de unos 4,316 millones de toneladas de partículas contaminantes		
Global Bugs	La producción de alimentos de origen animal — desde huevos y lácteos hasta carne— se ha triplicado en los últimos 50 años, ejerciendo una inmensa presión sobre varios límites planetarios. Global Bugs aporta una solución con la ayuda de una proteína alternativa elaborada a partir de grillos. La producción de polvo de grillo es más rentable y menos intensiva en carbono que la del ganado vacuno, además de que tiene un mayor valor nutritivo. Considerados un superalimento, los grillos son una rica fuente de grasas saludables, vitaminas, minerales y proteínas que aumentan el valor nutritivo de alimentos, bebidas, suplementos dietéticos y alimentos para mascotas	Alimentario	Tailandia
Natura	Brasil contribuye al 33,12 % de toda la deforestación tropical, principalmente debido a la ganadería industrial. Natura quiere cambiar esta situación. La organización produce cosméticos con ingredientes procedentes de la selva amazónica. Sin embargo, Natura cuenta con un modelo de negocio poco tradicional: sigue la filosofía del “bosque en pie”, que defiende que un árbol tiene mucho más valor en pie que talado. Esta filosofía ha preservado casi 2 millones de hectáreas de	Cosméticos	Brasil

Iniciativa	Descripción de la aplicación de la economía circular	Sector/área de impacto	Ubicación geográfica
	selva tropical y ha canalizado los beneficios de Natura hacia las comunidades locales		
Cubos tecnológicos para residuos alimentarios	La acumulación de residuos en las calles surcoreanas provocó protestas públicas, y en 2005 se prohibió el vertido de alimentos. Hoy, Seúl planea utilizar los residuos alimentarios para iniciativas de agricultura urbana. La ciudad ha instalado 6 000 contenedores con instrumentos como básculas y tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) para pesar los residuos alimentarios a medida que se depositan y cobrar a los residentes de acuerdo a su uso. Los responsables municipales afirman que las máquinas de RFID han contribuido a reducir el vertido de alimentos en Seúl en casi 47 000 toneladas en seis años	Gestión de residuos, alimentario, energía	Corea del Sur
Holanda como capital mundial de la bicicleta	En los años setenta se produjeron en los Países Bajos protestas masivas contra el aumento de las muertes por accidentes de tráfico y la demolición de zonas históricas para construir autopistas. La crisis energética creó una tormenta perfecta que llevó al Gobierno a dar prioridad a la movilidad segura y limpia. Con la construcción de 20 000 kilómetros de ciclovías, el uso de bicicletas se convirtió en la nueva norma. Ahora, más de una cuarta parte de los desplazamientos en los Países Bajos se hacen	Transporte, infraestructura urbana	Holanda

Iniciativa	Descripción de la aplicación de la economía circular	Sector/área de impacto	Ubicación geográfica
	en bicicleta, y con 17 millones de habitantes, el país alberga 23 millones de bicicletas		
Índice de reparabilidad en Francia	En un esfuerzo concertado por combatir la obsolescencia programada, Francia ha sido el primer país europeo en introducir un índice de reparación para productos como teléfonos inteligentes, televisores, ordenadores portátiles y cortacéspedes. El índice, que debe mostrarse cerca de los productos en las tiendas y en Internet, abarcará con el tiempo más artículos y también calificará la durabilidad. Siguiendo los pasos de Francia están la Ley de Derecho a Reparación de EE. UU. y la Iniciativa de Productos Sostenibles de la UE	Consumo, producción, extensión de vida útil	Francia

Fuente: WEF (2023).

Se consultaron, además, algunos casos relevantes a nivel mundial desde el punto de vista empresarial, en los cuales la innovación, el reúso, el reciclaje y los impactos sociales ilustran el éxito de las diferentes iniciativas:

- **Apple Inc.** es una empresa tecnológica multinacional estadounidense con sede en Cupertino, California. Es la empresa de tecnología más grande del mundo según sus ingresos, que en 2022 fueron de 394 300 millones de dólares. En marzo de 2023, Apple es la empresa más grande del mundo por capitalización de mercado. En junio de 2022, Apple es el cuarto mayor proveedor de computadoras personales por ventas de unidades, es la mayor

empresa manufacturera por ingresos, y es el primer fabricante de teléfonos móviles del mundo en 2023.

Apple ha reafirmado su compromiso con la protección del medioambiente y el diseño de productos sostenibles a través de su plan Apple 2030, el cual busca lograr emisiones netas de carbono cero en toda su cadena de valor (Apple, 2023). Esta estrategia se centra en la utilización de materiales reciclados y renovables, el uso de electricidad limpia y la implementación de transporte marítimo de bajas emisiones. A continuación, se destacan los principales logros de la compañía en este ámbito:

Apple ha logrado reducir sus emisiones totales en más de un 55 %:

- Las innovaciones en diseño y el uso de energías limpias han permitido una reducción significativa de las emisiones de gases de efecto invernadero en la línea de productos Apple Watch lanzada en otoño, con el 100 % de la energía utilizada en su fabricación y su uso proveniente de fuentes limpias, el 30 % de los materiales siendo reciclados o renovables, y el 50 % de los envíos realizados sin transporte aéreo.
- La compañía avanza hacia la utilización exclusiva de materiales reciclados y renovables en sus productos. En 2023, el 22 % de los materiales utilizados en los productos de Apple provino de fuentes recicladas, incluyendo 99 % de tungsteno, 71 % de aluminio, 52 % de cobalto, 25 % de oro y 24 % de litio.
- El MacBook Air se ha convertido en el primer producto de Apple fabricado con un 50 % de contenido reciclado.
- Hasta marzo de 2024, más de 320 proveedores de Apple, representando el 95 % de su cadena de suministro, se han comprometido a utilizar energías renovables en la producción para la empresa.

Estos avances reflejan el compromiso constante de Apple con la economía circular y la reducción de su impacto ambiental, demostrando el liderazgo de la compañía en la transición hacia un futuro más sostenible.

Metas ambientales de Apple: estrategias hacia la sostenibilidad:

Emisiones:

- Alcanzar la neutralidad de carbono en todas sus operaciones corporativas.
- Lograr la neutralidad de carbono en toda su cadena de valor para 2030, reduciendo las emisiones en un 75 % en comparación con los niveles de 2015.
- Completar la transición hacia el uso de energías limpias al 100 % en toda su cadena de suministro, incluyendo la manufactura y el uso de sus productos.

Materiales:

- Implementar exclusivamente materiales reciclados y renovables en la fabricación de productos y empaques, mejorando simultáneamente la recuperación de materiales.
- Alcanzar el uso del 100 % de cobalto, estaño, oro y tierras raras reciclados en componentes clave y aplicaciones seleccionadas para el año 2025.
- Eliminar el uso de plásticos en sus empaques para 2025.

Recursos:

- Reponer todas las extracciones de fuentes de agua dulce en zonas de alto estrés hídrico para 2030.

- Certificar todos los centros de datos de propiedad de Apple bajo el Estándar de la Alianza para la Gestión del Agua (AWS) para 2025.
- Ampliar la participación de proveedores en su programa “Agua Limpia”, con el objetivo de alcanzar una tasa de reutilización del agua del 50 % para 2030.
- Eliminar el envío de residuos a rellenos sanitarios desde sus instalaciones de producción y las de sus proveedores.

Estas ambiciosas metas reflejan el compromiso de Apple con la sostenibilidad, la economía circular y la preservación de los recursos naturales, posicionando a la empresa como un referente global en el impulso hacia una producción y un consumo más responsables.

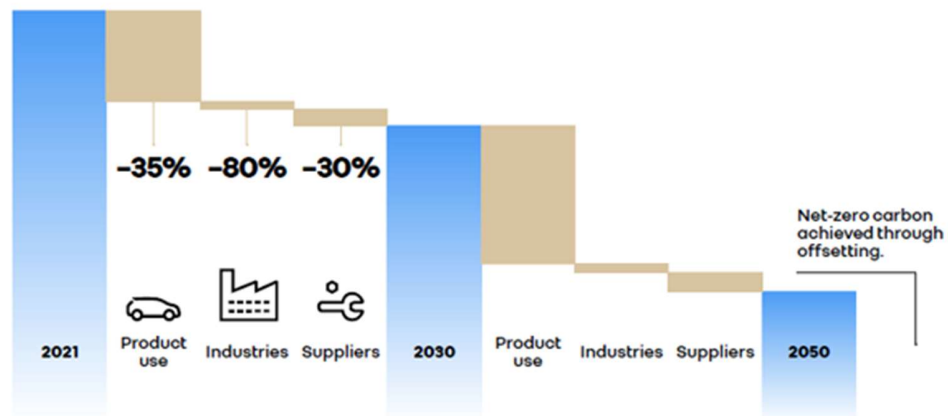
- **Renault** es un fabricante francés de automóviles, vehículos comerciales y de carreras. Es la marca fundacional del Groupe Renault, un conglomerado de empresas automotrices que también incluye en su paquete accionario a las marcas Alpine, Dacia y Samsung, a la vez que es miembro mayoritario de la alianza mundial Renault-Nissan-Mitsubishi (44 %). Renault ha asumido el ambicioso compromiso de alcanzar la neutralidad de carbono para 2050, en línea con los objetivos del Acuerdo de París. Este plan integral se apoya en nueve acciones estratégicas que abordan el ciclo de vida completo de los vehículos, dado que el uso de estos representa el 80 % de la huella de carbono de la compañía. Renault está rediseñando cada etapa de producción, desde la obtención de materiales y componentes hasta el fin de la vida útil de los vehículos, implementando acciones en todas las áreas clave, consciente de que este desafío crítico demanda un enfoque global y multidimensional (Renault, 2023-2024).

Las acciones estratégicas que Renault ha implementado incluyen:

- Electrificación total en Europa: Para 2030, el 100 % de los vehículos de pasajeros comercializados en Europa serán eléctricos.

- Liderazgo en energía de hidrógeno: Renault aspira a liderar el mercado europeo de vehículos comerciales ligeros impulsados por hidrógeno, con una participación del 30 % para HYVIA en 2030.
- Despliegue de tecnologías híbridas: Se implementarán tecnologías híbridas en las marcas Renault y Dacia para contribuir a la reducción de emisiones.
- Movilidad compartida: Renault incrementará el uso de vehículos a través de servicios de movilidad compartida mediante la plataforma Movilize.
- Optimización de baterías: Se reducirá la huella de carbono de las baterías en un 35 % para 2030, en comparación con los niveles de 2019.
- Reducción en la extracción de materias primas: Renault se compromete a reducir las emisiones de CO₂e/kg asociadas a la extracción de materias primas y la fabricación de piezas en un 30 % para 2030 (en comparación con 2019).
- Aumento en el uso de materiales reciclados: Renault busca que el 33 % del peso de sus nuevos vehículos esté compuesto por materiales reciclados para 2030.
- Reducción de emisiones en plantas de producción: Las emisiones generadas en las plantas de producción se reducirán en un 80 % entre 2019 y 2030.
- Reducción de emisiones en transporte: Las emisiones de CO₂e relacionadas con el transporte de piezas y vehículos disminuirán en un 30 % entre 2019 y 2030.

Imagen 1. Estrategia de descarbonización y economía circular de Renault



Fuente: Renault (2023-2024).

El Grupo Renault ha demostrado un compromiso pionero con la economía circular, convirtiendo las piezas, los materiales y las baterías de vehículos, al final de su vida útil, en nuevos recursos mediante procesos de reciclaje, reutilización y recuperación de residuos. Desde 2005, Renault ha sido el primer fabricante de automóviles en incorporar la economía circular a lo largo de toda su cadena de valor. En 2008, consolidó este enfoque con la creación de Renault Environnement, una filial dedicada a la gestión del reciclaje, marcando un hito en la industria (Renault, 2021).

Los principales logros de Renault en este ámbito incluyen:

- Tres filiales especializadas en economía circular, generando más de 500 millones de euros anuales en ingresos desde 2018.
- Reacondicionamiento y re manufacturación de 185 000 motores y cajas de cambios en la última década, promoviendo la extensión del ciclo de vida de estos componentes.

- Fábrica de Flins: Inaugurada en marzo de 2021, es la primera planta en Europa dedicada exclusivamente a la economía circular, consolidando a Renault como un referente en sostenibilidad en el sector automotriz.
- **Inditex.** La Industria de Diseño Textil, S. A., más conocida por su acrónimo Inditex, es una empresa multinacional española de fabricación y distribución textil. Tiene una nómina de 165 042 empleados y opera más de 5 800 tiendas en los cinco continentes bajo las marcas principales Zara, Zara Home, Massimo Dutti, Pull & Bear, Bershka, Oysho, Lefties y Stradivarius.

Inditex nació con el propósito de ofrecer moda de calidad y estilo accesible, contribuyendo a mejorar la calidad de vida de las personas (Inditex, 2024). Consciente de los efectos del cambio climático, la intervención humana en los ecosistemas y la creciente escasez de recursos naturales, la compañía reafirma su compromiso de transformar la industria de la moda en una fuerza positiva. Inditex cree firmemente en el poder transformador de la moda y trabaja para que este sector sea un agente de cambio frente a los desafíos ambientales y sociales globales.

Desde su adhesión al Pacto Mundial de las Naciones Unidas en 2001, Inditex ha demostrado un compromiso continuo con la sostenibilidad y el bienestar de las personas, integrando estas prioridades en su estrategia corporativa. En ese sentido, ha establecido una serie de objetivos ambiciosos para los próximos años:

- 2025: Alcanzar el 100 % de lino y poliéster provenientes de fuentes preferentes.
- 2025: Reducir en un 25 % el consumo de agua en su cadena de suministro.
- 2025: Impactar a tres millones de personas de su cadena de suministro mediante la estrategia “Trabajador en el Centro”.

- 2030: Proteger, restaurar, regenerar o gestionar cinco millones de hectáreas para la mejora de la biodiversidad.
 - 2030: Reducir sus emisiones de carbono en más del 50 %, considerando tanto sus operaciones directas como su cadena de suministro.
 - 2030: Utilizar exclusivamente materias primas textiles de menor impacto ambiental, incluyendo fibras recicladas, de nueva creación y de origen orgánico o regenerativo.
 - 2040: Alcanzar la neutralidad en las emisiones, reduciendo al menos un 90 % de su huella de carbono en comparación con los niveles de 2018.
- **Adidas.** Es una compañía multinacional alemana fundada en 1949, con sede en Herzogenaurach, ciudad ubicada en Baviera. Se dedica a la fabricación de equipamiento deportivo y productos de moda (bolsos, camisetas, relojes, gafas, etc.). La empresa también es patrocinadora de eventos y figuras deportivas a nivel mundial. Es el mayor fabricante del sector en el mundo.

Sus ingresos superan los 14 534 millones de USD y cuenta en su nómina con aproximadamente 60 000 empleados. La marca tiene un valor de 6 800 millones de USD, lo que la convierte en la segunda marca más valiosa entre las corporaciones deportivas después de Nike.

Los objetivos sostenibles de la empresa para el año 2025 son los siguientes:

- “Para 2025, nueve de cada diez artículos de Adidas serán sostenibles: seguimos ampliando los límites de nuestra oferta sostenible para que nuestros consumidores puedan elegir entre una gama única y completa. Definimos los artículos como sostenibles cuando muestran beneficios ambientales en comparación con los artículos convencionales debido a los materiales utilizados, lo que significa que están hechos, en un grado

significativo, con materiales preferidos para el medioambiente. Además, nuestro objetivo es reducir las emisiones de GEI por producto en un 15 % para 2025” (Rehm, 2021).

- “Nos preocupamos por las personas y el planeta: como parte de nuestros procesos más amplios de gestión de riesgos, aumentaremos el alcance y la aplicación de los esfuerzos de Debida Diligencia Ambiental y de Derechos Humanos (HREDD). Para 2025, nuestro objetivo es tener un sistema implementado para identificar y gestionar problemas de derechos humanos de alto riesgo en toda nuestra cadena de valor” (Rehm, 2021).
- **Unilever.** Es una empresa multinacional británica creada en 1929 como resultado de la fusión de Margarine Unie, compañía neerlandesa de margarina, y Lever Brothers, fabricante inglés de jabones. Durante la segunda mitad del siglo XX la empresa se diversificó con productos hechos a base de aceites y grasas, y amplió sus operaciones en todo el mundo.

En los últimos dos años, Unilever ha intensificado su agenda de sostenibilidad, transformando su modelo de negocio para enfrentar los desafíos globales emergentes y cumplir sus objetivos de sostenibilidad (Unilever, 2024). A través de acciones enfocadas en la mitigación del cambio climático, la protección de los ecosistemas, la reducción de la contaminación plástica y la promoción de medios de vida dignos, Unilever busca consolidarse como líder en el impulso hacia una economía más sostenible y circular.

Compromiso climático:

Unilever ha establecido metas ambiciosas para lograr la neutralidad de las emisiones a nivel global:

- Reducción de emisiones para 2030: En comparación con los niveles de 2015, se espera una reducción significativa para 2030.

- Emisiones industriales y energéticas: Reducir las emisiones absolutas de GEI derivados de sus operaciones industriales y energéticas en un 42 % para 2030, tomando como referencia la línea base de 2021.
- Emisiones de uso del suelo y agricultura: Reducir las emisiones absolutas relacionadas con los bosques, la tierra y la agricultura en un 30,3 % para 2030, también con respecto a 2021.

Protección de la naturaleza y agricultura regenerativa:

Unilever persigue la regeneración de ecosistemas naturales y agrícolas resilientes a través de los siguientes compromisos:

- Abastecimiento libre de deforestación: Mantener la deforestación cero en los productos clave vinculados a la deforestación.
- Abastecimiento sostenible: Para 2030, el 95 % del volumen de sus cultivos clave será verificado como de origen sostenible.
- Agricultura regenerativa: Unilever implementará prácticas de agricultura regenerativa en 1 millón de hectáreas para 2030.
- Protección y restauración: La empresa se compromete a proteger y restaurar 1 millón de hectáreas de ecosistemas naturales para 2030.
- Gestión del agua: Para 2030, Unilever implementará programas de administración del agua en 100 localidades situadas en zonas con estrés hídrico.

Reducción de la contaminación plástica:

En su lucha contra la contaminación plástica, Unilever promueve la reducción, la circulación y la colaboración:

- Reducción del plástico virgen: La compañía reducirá su huella de plástico virgen en un 30 % para 2026 y en un 40 % para 2028.

- Envases reutilizables, reciclables o compostables: Para 2030, el 100 % de los envases de plástico rígido serán reutilizables, reciclables o compostables; para 2035, esta meta se extenderá a los plásticos flexibles.
- Uso de plástico reciclado: Unilever integrará un 25 % de plástico reciclado en sus envases para 2025.
- Recogida y tratamiento de plásticos: La compañía se ha comprometido a recolectar y procesar más envases de plástico de los que vende para 2025.

Mejora de los medios de vida en la cadena de valor:

Unilever se enfoca también en mejorar las condiciones de vida de las personas que forman parte de su cadena de valor:

- Medios de vida dignos: Unilever promoverá salarios dignos en toda su cadena de suministro.
 - Apoyo a pequeños agricultores: Ayudará a 250 000 pequeños agricultores en su cadena de suministro a acceder a programas de mejora de medios de vida para 2026.
 - Salario digno en adquisiciones: Para 2026, los proveedores que representan el 50 % del gasto de Unilever en adquisiciones habrán firmado la Promesa de Salario Digno.
 - Crecimiento de pymes: Unilever apoyará a 2,5 millones de pymes en su cadena de valor minorista para impulsar el crecimiento de sus negocios para 2026.
- **Nilit.** Compañía de origen israelí, con 50 años de trayectoria en la producción y el suministro de Nylon 6,6 para uso textil a nivel global. Cuenta con 4 plantas de producción localizadas en Israel, China, Brasil y Estados Unidos, y presencia comercial en 70 países, con enfoque principalmente en

productos sostenibles, funcionales y de moda, cuyo compromiso con la sostenibilidad comienza con el avance de sus estándares de materiales, embalaje, abastecimiento y responsabilidad social. Esta estrategia de sostenibilidad a largo plazo se sustenta en una base duradera que abarca sus operaciones, sus productos y a las comunidades que rodean sus instalaciones. Como avances en cuanto a la sostenibilidad, Nilit destaca en su sitio web los siguientes lineamientos (Nilit, 2025):

- Energía limpia: La conversión de *fuel oil* a gas natural generó una reducción de emisiones del 86 %.
- Conservación del agua: Las fibras Nilit recicladas ahorran hasta 830 kg de agua/tonelada de polímero, lo que supone un ahorro del 80,5 %.
- Responsabilidad social: Trabajar en armonía con una fuerza laboral diversa, independientemente de la edad, el género o la etnia.
- Conservación de recursos: Mediante el uso de vapor de cogeneración, Nilit genera aire comprimido, agua fría y, como resultado, reduce el consumo eléctrico hasta 4 megavatios y el gas natural hasta un 75 %.
- Eliminación de la contaminación: Reducción del 100 % de las emisiones de residuos tóxicos.
- Gestión de residuo cero: Se reciclan los materiales utilizados en el procesamiento de los hilos Nilit, incluidos los envases y los subproductos de la extrusión.

Además de la gestión empresarial en materia de sostenibilidad, Nilit ofrece en su portafolio de productos hilos de Nylon 6,6 sostenibles con las siguientes características bajo la marca SENSIL®:

- Ecocare: SENSIL® Ecocare se produce mediante el uso de un proceso de reciclaje altamente eficiente que reduce significativamente el CO₂ y el consumo de energía y agua. El proceso de producción minimiza el

desperdicio, reduce el consumo de energía y conserva valiosos recursos naturales.

- Biocare: SENSIL® Biocare se enriquece con una tecnología especial que reduce la persistencia de los residuos textiles en los océanos y vertederos, disminuyendo el impacto en los ecosistemas de la Tierra.
- Bynature: SENSIL® ByNature es el primer Nylon 6,6 *premium* de la industria fabricado con materia prima de base biológica para reducir el uso de materias primas fósiles en el proceso de fabricación, reduciendo la huella de carbono y el consumo de recursos fósiles.
- Flow: El reciclaje de prendas de vestir y tejidos como parte de una industria textil circular se hace posible con SENSIL® Flow. Las telas y prendas creadas con estas fibras especiales ahora pueden volver a ingresar fácilmente al proceso de producción textil para un ciclo de vida circular extendido que reduce el impacto ambiental de las más de 90 toneladas de ropa que se desechan cada año.
- Watercare: SENSIL® Watercare se infunde con agentes colorantes naturales durante la etapa de extrusión y se seca. El pigmento se incrusta en el hilo a medida que se produce, eliminando la necesidad de teñir la tela. Los pigmentos ambientales, como el carbón vegetal y las cáscaras de los granos de café, ofrecen una coloración sostenible que refleja el mundo natural.
- **Aerofarms.** Es una compañía que utiliza avances en agricultura vertical en interiores, inteligencia artificial y biología vegetal para mejorar la forma en que se cultivan y se distribuyen los productos frescos a nivel local y mundial. Han construido una plataforma agrícola patentada para cultivar una amplia gama de productos, ofreciendo un sabor superior, una mejor calidad y una nutrición mejorada con los niveles más sofisticados de trazabilidad y seguridad alimentaria de la industria (Aerofarms, 2024).

Tabla 3. Contribución circular de Aerofarms a los problemas globales

Problemas globales	Soluciones Aerofarms
Crecimiento demográfico. La producción de alimentos requiere incrementarse en un 69 % para el 2035 para alimentar la creciente población y la clase media en expansión	Es 390 veces más productivo que los cultivos tradicionales
La demanda de agua se incrementará en 55% entre el año 2000 y 2050.	Requiere 95% menos agua que los cultivos tradicionales.
Pérdida de tierras. El mundo ha perdido 1/3 de las tierras cultivables durante los últimos 40 años, debido a la erosión y a la contaminación por metales tóxicos	Utiliza 99 % menos terrenos
Uso excesivo de pesticidas. Se encuentra un 70 % de residuos de pesticidas lavados en USA, y la gente está preocupada por la sostenibilidad y la presencia de químicos en sus alimentos	Cero uso de pesticidas

Fuente: Aerofarms (2024).

El modelo de negocio de Aerofarms está diseñado para abordar 12 de los 17 ODS de las Naciones Unidas, y tuvo el honor de recibir la primera edición de los Premios Globales ODS que celebran el liderazgo del sector privado en el avance de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

En Colombia, contamos con iniciativas empresariales que han trazado un camino hacia un modelo económico más responsable y eficiente; estos casos no solo destacan el potencial de la economía circular para reducir el impacto ambiental, sino también su capacidad para generar valor económico y social en las comunidades locales; las siguientes son algunas de ellas:

- **Fabricato S. A.** Fabricato es una empresa con más de 100 años de trayectoria, dedicada a la fabricación y la comercialización de productos textiles, cuyos clientes objetivo son las empresas de confección. Cuenta con una planta de producción que ocupa un área de 216 501 m², genera más de 1 600 empleos y tiene una capacidad anual de 13 000 ton de algodón. En su

informe de sostenibilidad, Fabricato presenta cómo desde la transformación y el enfoque sostenible de sus procesos, ha logrado avanzar hacia una producción más limpia, sostenible y amigable con el medioambiente, como un agente innovador y transformador del negocio textil (Fabricato, 2024).

Además, expone cómo desde el enfoque de estrategias encaminadas hacia la mitigación del cambio climático viene implementando acciones alineadas con la economía circular, la disminución en el uso de los recursos, la transición a tecnologías amigables con el medioambiente, el uso controlado de sustancias químicas y el desarrollo constante de las personas.

En la siguiente tabla se presentan algunos de los indicadores claves de desempeño en recursos naturales KPI, que desde la estrategia de circularidad de la empresa Fabricato S. A. permiten monitorear y orientar los objetivos de sostenibilidad de la compañía.

Tabla 4. Indicadores de desempeño en recursos naturales

Indicador	Ahorro	Equivalencia
Agua	Recirculación de 930 003 m³ de agua para procesos industriales	Consumo mensual equivalente de 81 579 familias
	Recirculación del consumo total de agua textil del 57 %	Disminución del 18 % del agua para procesos textiles vs. el año anterior
Energía	93 % de la energía consumida fue autogenerada	Evitaron consumir y competir por el recurso demandado por 585 956 familias al mes
	54 % de la energía consumida provino de fuentes de energía renovables	Disminución del 12 % en consumo de energía vs. el año anterior
Suelo	Uso de 13.035 ton de residuos sólidos	Evitar el uso de 64 447 m³ de relleno sanitario

Indicador	Ahorro	Equivalencia
		El 93 % de los residuos generados en 2023 fue aprovechado como materia prima
Aire	Dejaron de emitir 12 791 ton de CO ₂ (GEI)	Equivale a la captación de CO ₂ de 639 579 árboles/año aprox.

Fuente: Fabricato (2024).

En su informe de sostenibilidad, Fabricato también detalla la cuantificación de los diferentes impactos ambientales y la reutilización de recursos, indicando con esto su aporte al medioambiente y su compromiso con la circularidad de sus procesos.

Adicionalmente, resalta una serie de prácticas que han identificado como “de producción limpia y cierre de ciclo”, con las que dan cumplimiento a los ODS 3, 6, 12 y 14 (Fabricato, 2024, p. 18):

- Insumos para empaque producidos a partir de subproductos textiles sintéticos, con un consumo anual de 19 580 unidades, evitando llevar a relleno sanitario 13 toneladas de residuos textiles.
- Uso del 100 % de vasos biodegradables producidos con fibra de bagazo de caña de azúcar, dejando de consumir más de 20 000 unidades de vasos desechables al año.
- El 100 % del parque automotor son equipos eléctricos (montacargas).
- El 100 % de las bolsas utilizadas para empaque de producto terminado son provenientes de material recuperado (ECO).
- Una capacidad de remoción de color y de recirculación de aguas residuales de 100 000 m³ al mes, gracias a su planta de tratamiento de aguas residuales.

- Capacidad de aprovechamiento hasta del 97 % de los residuos sólidos generados.
 - Un 89 % de la neutralización de aguas residuales fue realizada con CO₂ captado y aprovechado de su planta termoeléctrica.
 - Capacidad instalada de recuperación de fibra pre y posconsumo de 300 Ton/mes.
 - Un proceso de tintura con colorante índigo con una reducción del 92 % en el consumo de agua y con cero descargas de líquido a los efluentes.
 - Usos más verdes para residuos, con un mejor aprovechamiento con estrategias de triple impacto (económico, social y ambiental).
 - Productos eco que incorporan fibra recuperada y tecnologías que disminuyen la demanda de recursos.
 - 120 739 kg de envases y empaques fueron devueltos a los proveedores para su reuso.
- **Bohío Playa.** Esta empresa es una *startup* colombiana que ha emergido como un referente en la adopción de principios de economía circular dentro del sector textil. La empresa se especializa en la producción de prendas de vestir a partir de materiales reciclados, principalmente botellas de PET y algodón reciclado proveniente de ropa usada. Este enfoque le permite ofrecer productos 100 % elaborados con materiales reciclados, contribuyendo de manera significativa a la reducción de residuos en el medioambiente (Diners, 2021).

Fundada por los hermanos Daniel y Juan Camilo Velásquez, Bohío Playa refleja un compromiso profundo con la sostenibilidad y la preservación del entorno marino. Su modelo de negocio integra el reciclaje de plásticos y desechos recogidos del mar para la fabricación de telas, lo que representa una solución innovadora en la lucha contra la contaminación plástica. Hasta

la fecha, la empresa ha reciclado cerca de 30 000 botellas, con el apoyo de adultos mayores cabezas de familia, a quienes se les ha brindado empleo formal, fortaleciendo así el impacto social de su emprendimiento.

Con tiendas físicas y una red de distribución a nivel nacional, Bohío Playa también ha comenzado a expandirse internacionalmente, con exportaciones a Guatemala y Panamá, y tiene planes futuros de ingresar a los mercados de Chile y Puerto Rico (Procolombia, 2024). Este caso ejemplifica cómo las pymes pueden adoptar la economía circular como motor de innovación, crecimiento sostenible y creación de empleo, tanto a nivel local como global.

- **Gescol SAS.** Esta es una *startup* colombiana que se destaca por su enfoque innovador en la creación de nuevos materiales a partir de la economía circular. La empresa utiliza residuos de polímeros generados en el sector del calzado para desarrollar materias primas que encuentran aplicaciones diversas en el mercado, tales como paneles solares y bloques para la industria de la construcción.

La misión de Gescol se alinea con los ODS, y para lograr una integración efectiva de estos principios en sus operaciones, la empresa realizó su transición a Sociedades BIC (Sociedades de Interés Colectivo) en junio de 2022. Este cambio estratégico resalta su compromiso con un modelo de negocio sostenible que prioriza objetivos vinculados a su ADN ecológico. A medida que la empresa continúa evolucionando, se prevé la incorporación de otros ODS en función de las necesidades operativas que surjan (Gescol, 2022).

- **Enka de Colombia S. A.** Es una compañía fundada en 1964 por el grupo holandés Akzo Nobel e importantes compañías textiles del país con el propósito de fabricar y comercializar resinas y fibras sintéticas, buscando el desarrollo de la industria y la sociedad colombiana. Con más de 50 años en el mercado, Enka es reconocida como líder en el reciclaje de botellas de PET

posconsumo en el país, el principal fabricante de lona para llantas de Nylon 6 en América, el mayor productor de filamentos y fibras sintéticas de la región andina y uno de los principales jugadores de Latinoamérica.

La compañía ha experimentado una transformación significativa en los últimos años, migrando de modelos de negocio tradicionales en la industria textil y de hilos técnicos de Nylon y poliéster hacia prácticas alineadas con la economía circular. Este cambio ha implicado el desarrollo de negocios verdes, enfocados en la producción de fibras y resinas a partir del reciclaje de botellas de PET. Actualmente, el 70 % de los productos fabricados por la empresa se elaboran con materiales reciclados, y se han recuperado hasta la fecha 1.354 millones de botellas y 2.697 toneladas de polipropileno.

La capacidad actual de procesamiento de la compañía asciende a 6 millones de botellas diarias, lo que ha permitido alcanzar importantes ahorros energéticos, estimados en un 92 % y equivalentes al consumo energético de aproximadamente 600 000 hogares. Además, se ha logrado una reducción del 72 % en las emisiones de CO₂, lo que se traduce en la eliminación de 21 000 vehículos de las calles. Esta transición también ha generado beneficios significativos para los recicladores, quienes reciben cerca de 130.000 millones de COP anuales en recompensas por su labor (Enka, 2023).

Este enfoque proactivo en la economía circular no solo resalta el compromiso de la empresa con la sostenibilidad ambiental, sino que también demuestra su capacidad para generar un impacto positivo en la economía circular y en la comunidad.

- **Tintatex S. A.** Compañía textil con procesos productivos de tejeduría, tintorería y acabados, localizada en el Oriente Antioqueño, con una trayectoria de más de 20 años. Cuenta con un amplio portafolio en la producción y la venta de servicios de tejidos de punto.

La empresa presenta en su sitio web las diferentes acciones e innovaciones relativas a la implementación de procesos circulares y sostenibles, desde el uso eficiente de los recursos, la reducción en los diferentes impactos ambientales desde el manejo de los residuos y el impacto social en las comunidades.

Algunos de los aspectos a resaltar son los siguientes (Tintatex, 2024):

- Reconocimiento de Cornare 2022 como una de las 10 empresas del Oriente Antioqueño con desarrollo sostenible.
- Instalación de una planta de energía solar fotovoltaica para el abastecimiento de las operaciones industriales, optimizando los ahorros energéticos y mitigando el impacto ambiental.
- Vehículos híbridos que combinan un motor eléctrico con un motor diésel tradicional, optimizando el uso de la red eléctrica para minimizar las emisiones generadas.
- Lavador de gas que utiliza reacciones químicas para reducir los contaminantes emitidos al aire durante el proceso de combustión de sus calderas, ayudando a reducir significativamente las emisiones de dióxido de azufre (SO₂).
- Equipos multiciclones: Estos equipos dirigen el aire contaminado hacia abajo en un cilindro especial, donde las partículas se depositan antes de que el aire purificado ascienda, lo que nos ayuda a reducir considerablemente las emisiones de material particulado (MP).
- Optimización del agua residual, para mejorar el proceso de degradación de contaminantes.
- Neutralización del pH del Agua, mediante la instalación de un tanque subterráneo donde inyectan CO₂ capturado de las chimeneas, para

neutralizar el pH del agua, llevándola de un pH de aproximadamente 10 a un pH neutro de 7 antes de su tratamiento.

- Tintatex S. A. cuenta con una planta de tratamiento de agua residual de última tecnología italiana, con acero vitrificado, que utiliza bacterias aerobias para degradar contaminantes de manera efectiva, asegurando que los vertimientos cumplan con la normativa vigente.
- **Ecohilandes (pyme).** Ecohilandes es una empresa productora de hilazas y telas, a partir de productos reciclados, para los sectores agroindustrial, industrial y de productos de aseo, a partir del uso de algodón 100 % reciclado y mezclas en diferentes proporciones con fibra corta de poliéster reciclada de botellas de PET (Ecohilandes, 2024). Además, Ecohilandes cuenta con una línea de negocios desarrollada para la comercialización y la venta de textiles bajo la marca Nathu, a través de la cual comercializa productos como hamacas, bolsas de tela, prendas de decoración y hogar, prendas de vestir sostenibles, etc.
- **Alquería.** Es una compañía colombiana productora de alimentos derivados de la leche, lácteos y bebidas. Fundada en 1959, en la actualidad cuenta con 7 plantas procesadoras y 21 centros de distribución a lo largo del país, lo que la convierte en una de las compañías privadas de mayor compra de leche y productos de origen lácteo en Colombia. Actualmente, la empresa impacta de manera directa e indirecta a más de 11 238 ganaderos en el país. Mediante iniciativas como “Vaca Madrina” y “Alquería PRO”, se ofrece asistencia técnica y tecnológica, acceso a créditos y gestión ambiental para sus proveedores. Además, se destaca el compromiso con la educación, considerada un pilar clave para la equidad social. A través de la Fundación Alquería Cavellier, que cuenta con 14 años de trayectoria, se ha beneficiado a 100 instituciones educativas en Cundinamarca, impactando a 4 470 docentes y 113 488 estudiantes (Alquería, 2023).

Alquería es líder en la industria de alimentos en Colombia, y se destaca por su rentabilidad, su crecimiento y su impacto social y ambiental positivo. La empresa ha adoptado una cultura de intraemprendimiento y el desarrollo de nuevos negocios, alineando sus acciones con la Agenda 2030 de los ODS. Su informe de sostenibilidad anual se estructura en torno a cuatro áreas clave:

- Fomento de una cultura ganadera sostenible: Alquería se compromete a aumentar la productividad del campo colombiano y a inspirar a las futuras generaciones para que trabajen en él. Actualmente, la compañía colabora con 11 238 productores de leche, incluidos 1 222 de municipios de las zonas más afectadas por el conflicto armado (ZOMAC) y 304 productores de 11 municipios priorizados en los Programas de Desarrollo con Enfoque Territorial (PDET) (Alquería, 2023).
- Conservación y cuidado de los ecosistemas: La empresa implementa operaciones responsables que contribuyen a la lucha contra el cambio climático. Desde 2018, ha evitado el uso de 1 648 toneladas de plástico virgen y ha recolectado el 104 % del plástico que introduce en el mercado, lo que equivale a 4 000 toneladas. También ha apoyado a 2 111 recicladores, y ha reutilizado 16 toneladas de plástico en la producción de empaques secundarios. En términos energéticos, Alquería ha optimizado sus procesos, reduciendo en un 2 % el consumo de combustible en la planta de Cajicá y disminuyendo en 10,6 megalitros el consumo de agua en la planta de Palmira (Alquería, 2023).
- Entrega de productos de calidad: A través de su Estrategia de Nutrición Alquería (ENA), la empresa se compromete a mejorar la calidad nutricional de sus productos, brindando acceso a alimentos de alto valor nutricional para todos los hogares colombianos (Alquería, 2023).

- Mejora de la educación para transformar realidades: El Programa de Mejoramiento de la Calidad Educativa (PROMCE) se enfoca en fortalecer la educación en las comunidades, siendo un elemento clave en la transformación social (Alquería, 2023).
- **Bioestibas (pyme).** Bioestibas es una empresa antioqueña que produce estibas a partir de plásticos 100 % reciclados. Su gestión en materia de circularidad es importante, en razón a que, según el diario *La República* (2017), “las estibas se han convertido en el asesino de los bosques. Se estima que el 40 % de la madera mundial se destina a su producción, causando la deforestación en Colombia de 338 000 hectáreas al año”. De esta manera se destaca la labor de la empresa Bioestibas en cuanto a las acciones positivas de intervención del ecosistema empresarial a dicho problema.

La estrategia de circularidad de la empresa contempla los siguientes beneficios de las estibas producidas con material reciclado, frente a las estibas tradicionales y su oferta en el mercado (Bioestibas, 2024):

Tabla 5. Comparativo de los beneficios de las estibas realizadas con plástico 100 % reciclado, frente a las demás alternativas ofrecidas por el mercado

Característica	Estibas de madera plástica	Estibas plásticas	Estibas de madera	Bioestibas
Lavables	No lavables	Lavables	No lavables	Lavables
Economía circular / impacto en el medioambiente	No reciclables	Plástico virgen que genera más contaminación	Propician la tala de arboles	Aprovechamiento de residuos plásticos que contaminan
Eficiencia logística	Acceso a montacarga limitado	Acceso a montacarga por 4 costados	Acceso a montacarga limitado	Acceso a montacarga por 4 costados

Característica	Estibas de madera plástica	Estibas plásticas	Estibas de madera	Bioestibas
Optimización de espacio	No apilables	Apilables	No apilables	Apilables, ocupan 1/4 del espacio, economizan gastos de transporte
Contiene material para su ensamblaje	Tornillos y grapas	No	Tornillos y grapas	No usan tornillos ni grapas
Resistencia al fuego y a las plagas	No son resistentes al fuego ni a las plagas	Inflamable	No son resistentes al fuego ni a las plagas	Resistentes al fuego y a las plagas, no generan chispas
Peso aproximado	31 kg	24 kg-28 kg	23 kg	22 kg o menos por pedido
Seguridad industrial	Bordes rectos y filosos	Bordes rectos y filosos	Bordes rectos y filosos	Bordes redondeados que evitan lesiones a las personas y daños a los productos
Colores personalizados	No	No	No	Personalizables en colores y marca bajo pedido
Resistencia estructural	Resistencia promedio	Resistencia promedio	Resistencia limitada	2,4 veces más resistentes
Canjeable en procesos de recompra	No	No	No	Sí, por cada 5 estibas averiadas, registramos una nueva
Duración	Duración normal	Duración normal	Duración limitada	16 veces más durable
Garantía	3 años	3 años	4-6 meses	3 años

Característica	Estibas de madera plástica	Estibas plásticas	Estibas de madera	Bioestibas
Precio	Relación costo-beneficio estándar	Relación costo-beneficio estándar	Relación costo-beneficio estándar	Hasta un 70 % más económicas que el promedio

Fuente: Bioestibas (2024).

De acuerdo con lo indicado por Álvaro Vásquez, fundador y CEO de la compañía, al diario *La República* en 2017, Bioestibas genera un enorme impacto social y ambiental, recibiendo desechos de las cultivadoras de flores madres cabeza de familia y protegiendo los bosques al no utilizar madera proveniente de la tala de árboles (Vásquez, 2017).

A través del aporte de Bioestibas, 6 000 toneladas de desperdicio se convirtieron en materiales reciclables sustitutos de la madera en la fabricación de estibas, con lo cual no solo se ha evitado la tala de 27 000 árboles al año y se disminuido la contaminación que produce la combustión de 16 740 toneladas de desechos, sino que también se ha generado empleo a 114 mujeres cabeza de familia. (Procolombia, 2024).

A pesar de las oportunidades que presenta la economía circular, muchas pymes aún carecen de un marco estratégico claro para su implementación, pues desconocen los beneficios tangibles que pueden obtener al adoptar prácticas de circularidad que incluyan el análisis de mejoras en la eficiencia operativa, la reducción de costos y el acceso a nuevos mercados, al tiempo que se reconocen los principales obstáculos que se enfrentan cuando se intenta integrar la economía circular como parte de la estrategia empresarial, considerando entre estos la falta de conocimientos, los recursos limitados y la resistencia al cambio.

El presente trabajo tendrá como objetivo analizar las barreras asociadas a la falta de conocimiento y formación sobre economía circular en las pymes del sector textil

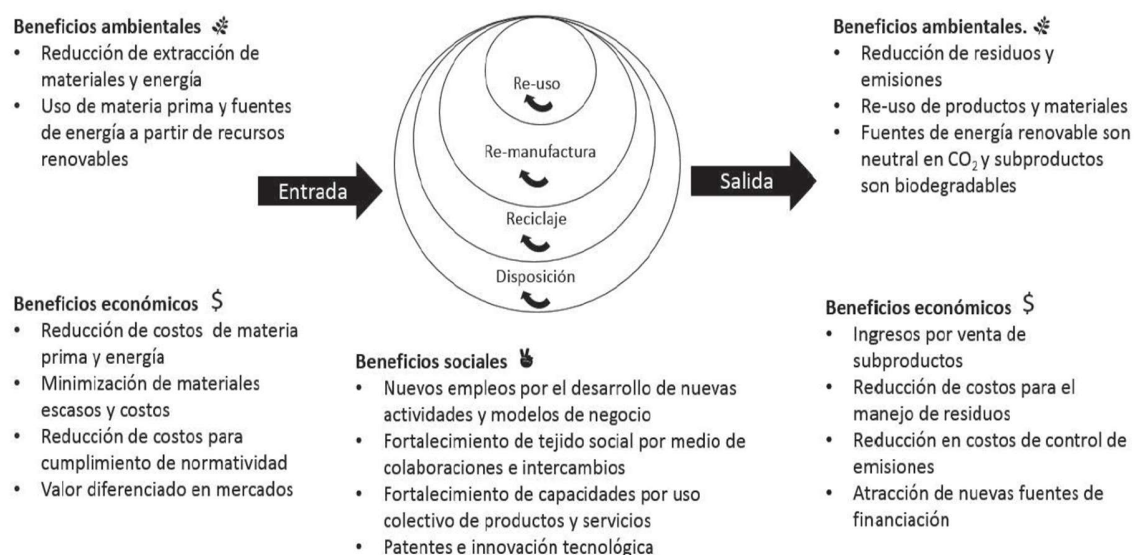
de Medellín y el Área Metropolitana, con el fin de proponer un marco conceptual que permita superar dichas limitaciones a través de estrategias de formación, cooperación y apoyo institucional. Para ello, se explorarán las percepciones de los actores clave del sector en torno a la economía circular, así como los programas y las políticas existentes que buscan incentivar su adopción. La investigación contribuirá a la literatura sobre sostenibilidad empresarial en entornos urbanos de países en desarrollo, y ofrecerá recomendaciones para fortalecer las capacidades de las pymes en la implementación de prácticas asociadas a la circularidad.

De esta forma, el aporte de la presente investigación permite analizar cómo la economía circular puede convertirse en un pilar estratégico para las pymes del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana, facilitando su sostenibilidad y su competitividad en el mercado, al tiempo que los resultados del proyecto permiten evaluar el nivel actual de conocimiento y adopción de prácticas circulares por parte de este tipo de empresas, identificar casos de éxito en los que la implementación de la economía circular ha generado beneficios económicos y ambientales, y proponer un modelo estratégico que permita a las pymes integrar prácticas circulares en su operación cotidiana.

Justificación

La economía circular surge como una respuesta a las problemáticas generadas por la economía lineal, que se basa en producir, extraer y desechar, situación que, de mantenerse para el año 2050, implica que requeriríamos de 2,5 planetas para poder sobrevivir. La economía circular busca reducir el desperdicio y maximizar el uso de los recursos generando una disminución en el impacto ambiental, además de ofrecer beneficios sociales, contribuir a la estabilidad económica y así garantizar la disponibilidad de recursos que son finitos a largo plazo.

Imagen 2. Beneficios de la economía circular



Fuente: Andi (2019).

A nivel mundial, las compañías más grandes han avanzado en la implementación de prácticas relacionadas con la economía circular para cumplir con los ODS para 2030. De manera similar ocurre en Colombia, donde las grandes empresas han incorporado este concepto en su estrategia de negocio y la cadena de valor; sin embargo, estas conforman menos del 1 % de las empresas del país, motivo por el cual este trabajo se orienta hacia las pymes, que en Colombia constituyen más del

99,5 % y aportan un 35 % al PIB del país (La República, 2023), es decir, que son la principal representación de la industria privada del país, por lo que tienen una participación muy importante para impactar, mediante la adopción de acciones alineadas con la economía circular, los resultados esperados para el logro de los objetivos sostenibles del país como meta para el 2030, en lo correspondiente a los avances desde el aporte empresarial a dichos objetivos.

En el país se encuentran registradas 1 733 265 empresas, de las cuales 109 921 se ubican en Medellín (La República, 2023), lo que equivale al 6,34 % de las pymes de Colombia. Por lo tanto, este trabajo busca enfocarse en la actualidad en materia de economía circular (avances, implementación, casos de éxito, transferencia de conocimiento, etc.) en las pymes de Medellín y el Valle de Aburrá específicamente, entendiendo que estas constituyen un impacto cercano al 6 % de los resultados esperados a nivel país, para el logro de los objetivos sostenibles de Colombia.

Objetivos

Objetivo general

Proponer una metodología que facilite a las pymes del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana la incorporación de modelos de economía circular en su estrategia organizacional.

Objetivos específicos

1. Analizar los principales desafíos y ventajas que enfrentan las pymes del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana, para integrar modelos de economía circular en sus estrategias organizacionales.
2. Examinar el grado de sensibilización y las iniciativas actuales relacionadas con la economía circular dentro de las pymes del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana, con el fin de determinar puntos de partida y áreas de mejora.
3. Crear instrumentos prácticos, como guías o planes de estudio, y adoptar sistemas de indicadores que permitan a las pymes adoptar modelos de economía circular de manera progresiva y efectiva.
4. Explorar la posibilidad de establecer colaboraciones entre pymes, instituciones educativas y organismos gubernamentales para facilitar la adopción de prácticas sostenibles.

Marco teórico

La economía circular se presenta como un modelo alternativo al modelo económico tradicional, basado en el crecimiento desmedido, donde se busca minimizar el desperdicio y maximizar el uso de recursos a través de la reutilización, el reciclaje y la regeneración de materiales. Este enfoque es particularmente relevante para las pymes, que a menudo enfrentan limitaciones en los recursos financieros y humanos, lo que les impide adoptar estrategias sostenibles a gran escala. Sin embargo, la implementación de prácticas de economía circular puede ofrecerles ventajas competitivas significativas, tales como la reducción de costos operativos y una mejor adaptación a las demandas del mercado (UN Global Compact, 2020).

La idea del crecimiento económico infinito en un mundo de recursos finitos, escasos y limitados ha sido un principio cuestionado por la economía circular, como una propuesta derivada de los principios del desarrollo sostenible que busca repensar los sistemas de producción y consumo. Desde la Revolución Industrial en 1750, el concepto de progreso lineal ha dominado la visión de la humanidad, de manera que el crecimiento económico y la mejora en la calidad de vida se perciben como inevitables y deseables. Sin embargo, este enfoque ignora los límites ecológicos del planeta. En 2010, se superó en más del 50 % la capacidad regenerativa de la Tierra, y para 2030, la humanidad necesitará dos planetas para mantener su nivel de consumo; para 2050, se requerirían tres planetas (Bonviu, 2014).

El concepto de economía circular ha ganado una relevancia creciente como modelo alternativo frente a la insostenibilidad del modelo económico lineal tradicional. La importancia que sostiene hoy el concepto, así como su evolución histórica y conceptual, debe destacar la influencia clave del Club de Roma y el Informe Brundtland en su configuración. Estos marcos intelectuales sentaron las bases para el desarrollo sostenible, proporcionando una perspectiva crítica sobre los límites del crecimiento económico en un mundo de recursos finitos, y abrieron el camino para la adopción de modelos económicos más regenerativos y eficientes en el uso de los recursos.

A lo largo del siglo XX, la creciente preocupación por los impactos ambientales y sociales derivados del crecimiento económico desmedido llevó a la aparición de diversos movimientos intelectuales que abogaban por un replanteamiento de los paradigmas económicos dominantes. Entre estos, el Club de Roma y su influyente informe *Los límites del crecimiento* (1972), junto con el *Informe Brundtland: Nuestro futuro común* (1987) fueron fundamentales para el desarrollo del concepto de sostenibilidad. Estos informes no solo señalaron la imposibilidad de un crecimiento infinito en un planeta finito, sino que también sentaron las bases teóricas para la transición hacia un modelo económico que, décadas más tarde, sería conocido como economía circular.

El Club de Roma, fundado en 1968, reunió a científicos, economistas, empresarios y políticos preocupados por el rumbo insostenible del crecimiento económico global. Su informe de 1972, *Los límites del crecimiento*, fue un punto de inflexión en el discurso ambiental y económico, al poner en evidencia que el modelo de crecimiento exponencial impulsado por el uso intensivo de recursos naturales no era viable a largo plazo. A través de un modelo computacional desarrollado por el MIT, se proyectó que, si las tendencias de consumo y población continuaban, la humanidad enfrentaría un colapso debido a la sobreexplotación de recursos (Cascón, 2020).

De acuerdo con lo planteado por Romero y Zabaleta (2022), el informe del Club de Roma no solo influyó en la adopción de políticas públicas orientadas hacia la sostenibilidad, sino que también sembró las semillas de lo que más tarde sería el marco conceptual de lo que hoy reconocemos como la economía circular. El reconocimiento de que los recursos naturales son finitos y de que su uso desmedido conduce al agotamiento sugirió la necesidad de un modelo alternativo que optimizara el uso de los mismos, promoviendo ciclos cerrados de producción y consumo.

Quince años después de la publicación del informe del Club de Roma, la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, liderada por Gro Harlem Brundtland, presentó el informe *Nuestro futuro común*. Este documento es

ampliamente reconocido por haber popularizado el concepto de desarrollo sostenible, definido como “el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas” (Bruntland, 1987). El Informe Brundtland fue crucial en la evolución del pensamiento económico y ambiental al integrar las preocupaciones por la equidad social, el desarrollo económico y la protección ambiental en un solo marco.

El Informe Brundtland también subrayó la necesidad de una nueva forma de pensar sobre la relación entre economía y medioambiente. Aunque no mencionó explícitamente el concepto de economía circular, su énfasis en la sostenibilidad y la eficiencia en el uso de los recursos sentó las bases para el posterior desarrollo de este modelo. En esencia, el desarrollo sostenible propuesto por Brundtland comparte los mismos principios fundamentales que la economía circular: la conservación de los recursos, la reducción de los residuos y la búsqueda de un equilibrio entre el crecimiento económico y los límites ecológicos del planeta.

No fue sino hasta la década de los setenta que comenzaron a gestarse las primeras ideas en torno a la economía circular, a medida que surgieron corrientes de pensamiento centradas en replantear los modelos de producción y consumo desde una perspectiva regenerativa y sostenible. Si bien estas ideas iniciales sentaron las bases para un cambio de paradigma, fue en la década de los noventa cuando comenzaron a consolidarse como un enfoque internacionalmente reconocido.

Entre las principales contribuciones teóricas que configuran este campo se destacan la *economía del rendimiento* propuesta por Walter Stahel (2015), que aboga por un modelo económico basado en la durabilidad y el mantenimiento de los productos; el enfoque *cradle to cradle* de William McDonough y Michael Braungart (2009), que plantea un ciclo de vida de los productos en el que los residuos se eliminan mediante su reintegración en los ciclos productivos; y la *biomímesis* de Janine Benyus (1997), que propone imitar los procesos naturales como inspiración para sistemas industriales sostenibles. Además, la *ecología industrial*, articulada por Reid Lifset y Thomas Graedel (2016), promueve la simbiosis entre industrias para

optimizar el uso de los recursos, mientras que el *capitalismo natural*, desarrollado por Amory y Hunter Lovins junto con Paul Hawken (2005), se enfoca en la eficiencia en el uso de los recursos naturales como base para la creación de valor económico. Finalmente, el *enfoque de sistemas de economía azul* de Gunter Pauli (2010) ofrece un marco orientado hacia la innovación sostenible a través del aprovechamiento de recursos disponibles en entornos locales. Estas corrientes de pensamiento han sido fundamentales en la configuración y la evolución de la economía circular como paradigma clave para la transición hacia un desarrollo más sostenible y regenerativo.

Con el auge de las preocupaciones por el cambio climático y la degradación ambiental, el concepto de economía circular comenzó a ganar tracción en los círculos académicos y empresariales. Inspirada en los principios de la sostenibilidad, la economía circular propone un sistema industrial regenerativo por diseño, en el que los materiales y los productos se mantienen en uso durante el mayor tiempo posible, y los residuos se minimizan mediante su reintegración en el ciclo productivo (Romero y Zabaleta, 2022).

El modelo de economía circular se alimenta directamente de las ideas esbozadas tanto por el Club de Roma como por el Informe Brundtland. La crítica al crecimiento exponencial sin límites y el llamado a un uso más responsable de los recursos naturales forman el núcleo de esta nueva perspectiva económica. La economía circular, a diferencia del modelo lineal de *extraer, producir, desechar*, se basa en la creación de un ciclo cerrado de producción y consumo, en el que los residuos se transforman en recursos, alineándose con la noción de desarrollo sostenible al promover la regeneración y el uso eficiente de los recursos.

En este contexto, la economía circular emerge como un modelo alternativo que redefine el sistema productivo y el uso de los recursos. Basada en el reciclaje y la reutilización, la economía circular no solo busca reducir el desperdicio, sino que lo convierte en un recurso valioso, reciclable indefinidamente. La esencia de este

enfoque es reciclar tanto energía como materiales, desafiando el modelo lineal de producción en favor de uno que imita los ciclos naturales de regeneración.

La economía circular no solo es ambientalmente responsable, sino que también tiene implicaciones económicas significativas. Se estima que, para 2030, su implementación incrementaría la productividad de los recursos en un 30 % y generaría 2 millones de nuevos empleos en Estados Unidos, además de producir ahorros cercanos al 8 % anual en las empresas que adopten prácticas de ecodiseño, reutilización y prevención de desechos. Un estudio de la Fundación Ellen MacArthur proyecta que los ahorros globales en materiales podrían superar el trillón de dólares anuales para 2025, si se adopta este enfoque de manera integral.

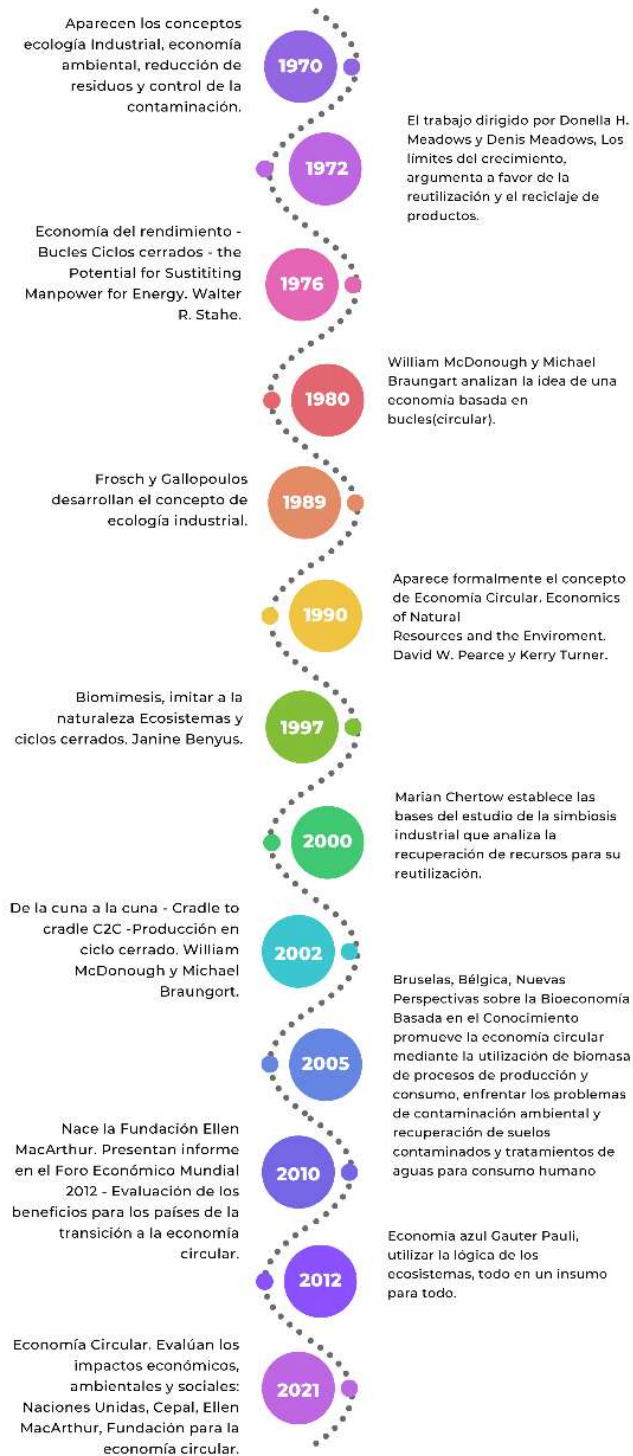
La economía circular, entendida como un sistema industrial basado en el reuso y la regeneración, opera en tres niveles clave: el conceptual, el organizacional y el operacional (Kirchherr *et al.*, 2017). A nivel conceptual, redefine los principios tradicionales de producción y consumo, reemplazando el ciclo lineal por uno cíclico. A nivel organizacional, implica la adopción de nuevas estrategias empresariales que prioricen la sostenibilidad a largo plazo sobre el crecimiento inmediato. Finalmente, a nivel operacional, se traduce en prácticas concretas de reciclaje, reutilización y eficiencia en el uso de los recursos.

La economía circular representa entonces la evolución lógica del pensamiento sobre sostenibilidad iniciado por el Club de Roma y el Informe Brundtland. Ambos hitos intelectuales, al cuestionar la viabilidad del crecimiento económico desmedido en un mundo finito, proporcionaron la base teórica para la configuración de un modelo económico regenerativo que se alinea con los principios del desarrollo sostenible (Wijkman y Skånberg, 2015). Hoy en día, la economía circular no solo se presenta como una respuesta a los desafíos ambientales, sino también como una estrategia empresarial que busca optimizar el uso de los recursos, reducir costos y generar valor en un contexto en el que aumenta la escasez de recursos naturales.

Este marco no solo es fundamental para la sostenibilidad ambiental, sino también para la optimización de recursos en las empresas. La transición hacia una economía circular no es simplemente una opción responsable; es una estrategia empresarial que responde a las limitaciones de los recursos finitos del planeta, promoviendo un crecimiento económico que no compromete la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (Gallardo *et al.*, 2023).

De acuerdo con Espinoza (2023), el desarrollo del concepto de economía circular surge a partir de la evolución de los conceptos de economía ambiental y ecología industrial desde los años setenta, pues de forma cronológica presenta en su texto los aspectos más relevantes en la evolución del concepto a partir de su mapa conceptual *origen y evolución de la economía circular*, apoyado por los resultados del estudio sobre acontecimientos importantes de la economía circular, según Raufflet *et al.* (2017):

Imagen 3. Evolución del concepto de economía circular



Fuente: Elaboración propia.

En dicho trabajo, finalmente se concluye que la economía circular no tiene como fin el reciclaje, sino que se trata de un enfoque más allá de esto y que incluye los impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida. Propone cambiar la forma en que se diseñan y fabrican los productos, tomando como referencia la naturaleza, donde todo es un insumo para todo; solo en última instancia se recurrirá al reciclaje, considerando la valorización energética para aquellos desechos que no sea posible reciclar. En materia energética, el concepto busca migrar a fuentes renovables de energía. El modelo sigue avanzando, perfeccionándose y ganando mayor importancia en diversas latitudes, como una herramienta que ayuda a los países en el cumplimiento de la Agenda 2030. Sin embargo, este nuevo modelo requiere de la colaboración de todos los agentes económicos (administraciones públicas, sector privado, academia y sociedad), y su implementación exitosa implicará, en ese sentido, importantes cambios en las capacidades, las regulaciones y la política ambiental de los países (Espinoza, 2023, pp. 131-132).

La economía circular surge como una respuesta a la explosiva demanda de materias primas y recursos naturales para sustentar el crecimiento poblacional en el mundo, la dependencia entre países para abastecerse y la relación con la eficiencia en el uso de recursos y el cambio climático, el gran desperdicio de materiales como basura y la contaminación que estos producen en los ecosistemas (Gobierno de Colombia, 2019, p. 19).

Además, la economía circular se promueve a nivel global como un modelo de desarrollo sostenible de gran importancia para ayudar a los países con las metas trazadas en la Agenda 2030 y los ODS (Espinoza, 2023, p. 112), los cuales corresponden a 17 objetivos globales adoptados por líderes mundiales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos; cada objetivo tiene metas específicas, y para alcanzarlas todo el mundo tiene que hacer su parte.

Imagen 4. Objetivos de desarrollo sostenible



Fuente: Naciones Unidas (s. f.).

De acuerdo con las Naciones Unidas (2015), la urbanización, junto con una clase media en crecimiento, ha aumentado la demanda de bienes de consumo. En el siglo XX, excavamos, cortamos, perforamos o cosechamos 34 veces más materiales de construcción, 27 veces más minerales, 12 veces más combustibles fósiles y 3,6 veces más biomasa que en los años anteriores. La economía circular podría reducir hasta un 99 % los desechos de algunos sectores industriales y un 99 % de sus emisiones de GEI, ayudando así a proteger el medioambiente y a combatir el cambio climático (Naciones Unidas, 2018).

La economía circular es una herramienta que ayudará a mitigar el impacto del cambio climático mediante el uso de tecnologías más limpias, siendo más eficientes en la utilización de productos, materiales y procesos, y porque además es una herramienta de adaptación para las empresas. Hoy el 12 % de los materiales que utiliza la industria europea son reciclados, mientras la medida de circularidad del planeta está en 8,6 % (equivalente al consumo de 100 000 millones de materiales), lo que de forma gráfica quiere decir que para el año 2050 necesitaríamos 2,5

planetas para continuar consumiendo recursos al ritmo en que lo hacemos hoy (Fayde Caja Canarias, 2022).

Evolución del concepto de circularidad y escuelas de pensamiento relacionadas con la economía circular

La economía circular se ha convertido en un paradigma clave para repensar las dinámicas empresariales y productivas a nivel global, integrando principios de sostenibilidad que van más allá del modelo lineal tradicional. Para los empresarios y líderes, la transición hacia modelos de negocios basados en la circularidad representa una oportunidad para fomentar la innovación y generar nuevo conocimiento, permitiendo que las organizaciones rediseñen sus estrategias y adopten enfoques más holísticos. En este contexto, la economía circular no solo impulsa la transformación interna de los negocios, sino que también involucra a diversos actores a lo largo de las cadenas de valor, ampliando el impacto en el ecosistema productivo.

Así, las organizaciones que se comprometen con la adopción de un modelo de economía circular deben reconfigurar sus propuestas de valor y desarrollar cadenas de suministro que garanticen la rentabilidad, la eficiencia en la producción y un desempeño comercial sostenible. Este enfoque, alineado con la teoría propuesta por Rashid *et al.* (2013), subraya que la implementación de modelos circulares no solo optimiza los recursos, sino que también abre nuevas avenidas para la creación de valor, redefiniendo la competitividad empresarial en un mundo cada vez más orientado hacia el desarrollo sostenible.

La noción de circularidad, que constituye el pilar fundamental de la economía circular, tiene raíces históricas profundas, identificables en antiguas escuelas filosóficas que introdujeron conceptos como la retroalimentación y los sistemas cíclicos presentes en la naturaleza (Ellen MacArthur Foundation, 2015). No obstante, es durante los siglos XIX y XX, con el auge de la Revolución Industrial basada en un modelo económico lineal y la sobreexplotación de los recursos

naturales, cuando emergen las primeras críticas hacia la degradación ambiental provocada por el afán de crecimiento económico y social. Estas voces advirtieron que, sin un cambio en dichas prácticas, el futuro enfrentaría consecuencias nefastas tanto para el desarrollo medioambiental como para el humano, el económico y el social (Belda, 2018).

Uno de los protagonistas de estas advertencias fue Thomas Malthus, quien en su obra de 1798 *An Essay on the Principle of Population* planteó que el crecimiento exponencial de la población incrementaría de manera desmesurada la demanda de recursos, generando potenciales problemas de abastecimiento a largo plazo (Belda, 2018). Aunque su visión puede parecer alejada de las enseñanzas actuales del desarrollo sostenible, Malthus estableció un principio clave: la relación directa entre el crecimiento poblacional y el uso insostenible de los recursos.

Posteriormente, con las consecuencias de la Revolución Industrial, surge la crítica de Peter Lund Simmonds, periodista y escritor danés que profundizó en los conceptos de desperdicio y reutilización de residuos. Durante mediados del siglo XIX, Simmonds promovió la importancia de integrar los desechos en los procesos productivos, estableciendo las primeras bases de la ecología política. Según su perspectiva, todo lo que formara parte del ciclo productivo natural debía ser reincorporado a los sistemas industriales, y sentenció que una industria orientada hacia la generación de progreso debía eliminar cualquier tipo de desecho (Cooper, 2015). Estas ideas cimentaron las bases para lo que hoy conocemos como economía circular, que propone que el cierre de los ciclos productivos y la minimización de los residuos son elementos fundamentales para alcanzar un desarrollo sostenible.

Karl Marx, al igual que Peter Lund Simmonds, enfatizó en su obra *El capital* la importancia de la recuperación de los residuos en los procesos industriales. Para Marx, esta actividad se convirtió en una fuente significativa de producción, especialmente en el contexto de las economías de escala (Marx, 1867). Posteriormente, en 1920, Frederick A. Talbot, en su libro *Millions from Waste*,

destacó el aprovechamiento de los residuos que realizaron los alemanes tras la Primera Guerra Mundial. Talbot concluyó que este enfoque se originó gracias a la conciencia generada por la escasez de recursos, y que solo es factible en gran escala, como en las ciudades o los grandes conglomerados urbanos, donde existe un flujo continuo de materiales (Talbot, 1920).

Simultáneamente, Aldo Leopold, en su obra *A Sand County Almanac* de 1948, introdujo el concepto de *ética de la tierra*, que propone una relación ética entre los seres humanos y el medioambiente. Leopold abogaba por una perspectiva preservacionista, según la cual los humanos deben conservar la naturaleza y sus procesos, reconociendo una interdependencia metafísica entre todos los elementos de la biosfera (Azqueta, 2007).

Hasta ese momento, la reutilización de residuos y la circularidad se veían desde la óptica de la competitividad o como una necesidad de supervivencia. Sin embargo, los pensadores críticos mencionados entendieron este fenómeno como un acto de responsabilidad y de conciencia ambiental (Carande, 2019). A partir de los años sesenta, con el surgimiento de movimientos ambientalistas como los liderados por Rachel Carson, así como de iniciativas gubernamentales y de la publicación del Informe Brundtland en 1987, se consolidó el concepto de desarrollo sostenible, que hoy está estrechamente vinculado a la economía circular. El desarrollo sostenible fue definido en este informe como “aquel que busca satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas” (Brundtland, 1987).

Durante la década de los noventa, las discusiones sobre sostenibilidad se centraron en tres dimensiones clave: la económica, la social y la ambiental. Sin embargo, autores como Mebratu (2018) plantearon que la sostenibilidad económica depende de la social, y que ambas están subordinadas a la sostenibilidad ambiental. Más recientemente, se ha propuesto una cuarta dimensión: el tiempo, reconociendo que las acciones para alcanzar la sostenibilidad generan impactos en el corto, el mediano y el largo plazo (Lozano, 2008).

En este contexto, la economía circular surge como un concepto clave de la gestión empresarial moderna, facilitando el desarrollo sostenible al proponer un modelo que busca prosperidad económica a la vez que protege el medioambiente y previene la contaminación (Prieto *et al.*, 2017). Este enfoque no solo permite a las empresas mejorar su eficiencia y su competitividad, sino que también las alinea con las expectativas sociales y regulatorias que promueven un desarrollo sostenible integral.

A continuación, se hará una breve descripción de las principales escuelas de pensamiento asociadas a la circularidad como modelo económico disruptivo, orientado hacia la transformación del paradigma económico lineal.

Economía del astronauta

En la década de los sesenta, en pleno auge de la carrera espacial entre Estados Unidos y la Unión Soviética, se gestó una serie de movimientos culturales y sociales de gran relevancia, entre ellos, el ecologismo. En este contexto, el economista británico Kenneth Boulding fue uno de los autores y expertos más reconocidos en materia ambiental. En 1966, antes del aterrizaje del hombre en la Luna, Boulding publicó su influyente ensayo *La economía de la nave espacial llamada Tierra*, en el cual propuso límites para el crecimiento económico y acuñó los términos *economía del cowboy* y *economía del astronauta*, que servirían para replantear la relación de la humanidad con los recursos del planeta.

Para entender estas dos nociones, es esencial partir del concepto de sistemas abiertos y cerrados. Según este autor, en un sistema abierto existe una estructura que transforma (insumos) entradas en (productos) salidas, permitiendo un flujo continuo de recursos. Por el contrario, en un sistema cerrado no hay intercambio con el exterior: las salidas o productos generados por una parte del sistema se convierten en entradas o insumos para otra parte, estableciendo un ciclo cerrado de recursos (Boulding, 1966).

Boulding sostiene que tanto los humanos como los organismos vivos operan como sistemas abiertos, extrayendo recursos del entorno y devolviendo desechos. Sin embargo, plantea que esta realidad no es inmutable. Con el objetivo de ilustrar una nueva visión económica, introduce las metáforas de la *economía del cowboy* y la *economía del astronauta*. La primera describe un modelo explotador y derrochador de recursos, propio de una economía lineal y expansiva en la que los residuos son desechados sin mayor consideración. En contraste, la *economía del astronauta* establece un paralelismo con una nave espacial, donde los recursos son limitados y deben ser gestionados cuidadosamente para asegurar su sostenibilidad a largo plazo, mediante un sistema cíclico que promueva la reutilización y el reciclaje de materiales (Boulding, 1966).

Con este planteamiento, se anticipan los principios fundamentales de la economía circular. Al proponer un sistema cerrado en el que los recursos se reciclan y los desechos son reintegrados en los ciclos productivos, Boulding traza el camino hacia una economía sustentable, diferenciándose del modelo lineal tradicional representado por la *economía del cowboy* (Ellen MacArthur Foundation, 2015). Esta visión resulta crucial para la gestión empresarial moderna, pues invita a las organizaciones a repensar sus modelos de negocio bajo un enfoque circular, optimizando el uso de recursos y minimizando el impacto ambiental en procura de incrementar la competitividad y la sostenibilidad.

Economía del rendimiento

La teoría de la economía circular, en su vertiente contemporánea, fue detallada por el arquitecto y economista Walter Stahel, junto a Genevieve Reday en 1976, en el documento titulado *The Potential for Substituting Manpower*, presentado a la Comisión Europea. En este informe se proponía un modelo económico basado en bucles cerrados, resaltando su potencial impacto positivo en variables como el empleo, la competitividad y el ahorro de recursos, aspectos fundamentales para una gestión empresarial sostenible.

La economía del rendimiento representa un cambio hacia la obtención de ingresos por la prestación de los servicios, más que por la venta de los bienes o productos, siendo elementos claves la *reutilización* y la *reparación*. La esencia de la economía del rendimiento radica en producir, vender y administrar el rendimiento a lo largo del tiempo (Stahel y Clift, 2016, p. 120).

La economía del rendimiento persigue tres objetivos fundamentales que generan un impacto positivo tanto en la creación de empleo como en la eficiencia productiva. Estos objetivos son: 1) la extensión de la vida útil de los productos, es decir, la fabricación de bienes con mayor durabilidad; 2) la promoción de actividades de reacondicionamiento; y 3) la prevención de la generación de residuos (Belda, 2018).

El primero de estos objetivos, la extensión de la vida del producto, resulta clave para la sostenibilidad empresarial, ya que no solo reduce la necesidad de recursos, sino que también disminuye los costos asociados a la producción y el manejo de desechos. En línea con este enfoque, Stahel fundó en 2013 el Product-Life Institute, una de las instituciones líderes a nivel mundial en investigación y promoción de estrategias sostenibles enfocadas en alargar la vida útil de los productos (Hermida *et al.*, 2014).

El trabajo del instituto ha sido pionero en demostrar cómo la extensión de la vida de los productos y la adopción de modelos de economía circular pueden transformar la gestión empresarial, al optimizar los recursos, reducir la presión sobre el medioambiente y generar empleo de calidad a través de nuevas cadenas de valor orientadas hacia el reacondicionamiento y la reutilización.

Un aspecto crucial de esta teoría es la transición hacia la *venta de productos como servicios*, conocida también como economía de servicios funcionales. Stahel destaca que este cambio es vital para enfrentar desafíos futuros derivados del agotamiento de los recursos. Según Stahel, la venta de bienes como servicios permite a las empresas y a los consumidores mantener la propiedad sobre los recursos y los bienes, lo que no solo incrementa la seguridad en la disponibilidad de

los materiales esenciales, sino que también reduce las tensiones políticas, sociales y económicas que podrían surgir ante la escasez de recursos.

En cuanto a los incentivos fiscales, Stahel propone que los “impuestos sostenibles” deben estar diseñados para no gravar aquello que se desea fomentar, como la producción de recursos renovables y la mano de obra asociada. Este enfoque, basado en la eliminación de impuestos sobre la producción de bienes renovables y en el trabajo humano implicado en estas actividades, generaría círculos virtuosos de crecimiento en las industrias relacionadas. Esta política fiscal incentivaría la inversión y, consecuentemente, contribuiría a la creación de empleo; un desafío social de gran magnitud en muchos países.

La teoría de Stahel y Reday, al vincular la circularidad de los recursos con la sostenibilidad económica y social, representa una base sólida para el desarrollo de modelos empresariales que busquen un equilibrio entre la rentabilidad y la sostenibilidad. Su aplicación en la gestión empresarial contemporánea es clave para mejorar la competitividad de las organizaciones, al tiempo que se mitiga el impacto ambiental y se asegura un uso eficiente y sostenible de los recursos.

La economía del rendimiento tiene como objetivo último alcanzar una sociedad y una economía verdaderamente sostenibles (Belda, 2018). Este enfoque se sustenta en cinco pilares clave, identificados por el Product-Life Institute (2021):

1. Conservación de la naturaleza
2. Toxicidad limitada
3. Producción de recursos
4. Ecología social
5. Ecología cultural.

Para Stahel, las existencias juegan un rol central en la riqueza de una sociedad, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Estas existencias incluyen el

medioambiente y los capitales natural, cultural, humano, laboral y manufacturado. Una gestión eficiente y estratégica de estos recursos no solo fomenta su conservación, sino que también potencia el crecimiento económico sostenible (Product-Life Institute, 2021). En el marco de la economía circular, todos estos capitales son interdependientes y esenciales para asegurar la sostenibilidad a largo plazo (Belda, 2018).

Stahel concibe la economía circular como un marco integral, construido sobre enfoques específicos que responden a principios fundamentales para la gestión de los recursos y la sostenibilidad ambiental (Ellen MacArthur Foundation, 2021). Entre estos principios, se destaca la importancia de priorizar la venta de servicios por encima de productos, un enfoque que está en el núcleo de la economía funcional de los servicios y que hoy en día representa una parte integral del concepto de economía del rendimiento (Hermida *et al.*, 2014). Este modelo propone una transición hacia sistemas en los que los productos se diseñan para que duren más, mientras que las empresas se centran en ofrecer servicios que aseguren la durabilidad, el mantenimiento y la actualización continua de esos bienes, alineando así la rentabilidad con los principios de sostenibilidad.

Escuela del diseño regenerativo

La escuela de pensamiento del diseño regenerativo fue impulsada por el arquitecto y profesor estadounidense John T. Lyle, quien propone una visión integral, destacando su aplicabilidad más allá de la agricultura, su ámbito inicial, hacia todos los sistemas socioeconómicos. Según Lyle, las ideas de regeneración pueden ser incorporadas a cualquier sistema con el fin de asegurar un futuro verdaderamente sostenible. Su enfoque se centra en el desarrollo de sistemas de apoyo comunitarios con la capacidad de autorrenovarse, buscando la regeneración tanto ambiental como económica y social.

Este pensamiento regenerativo se alinea estrechamente con los principios de la sostenibilidad, promoviendo la recuperación de actividades y prácticas que han sido

relegadas en el modelo de desarrollo actual. Lyle define este enfoque como la *regeneración de servicios*, que incluye:

1. Autoproducción de alimentos y energía, maximizando la autosuficiencia.
2. Regulación de recursos críticos como el aire, el agua y el suelo, esenciales para la supervivencia y el bienestar humano.
3. Control de actividades recreativas, como el turismo, que pueden generar externalidades negativas si no se gestionan de manera adecuada.

Estas ideas se han materializado en el Lyle Center for Regenerative Studies, una institución creada en 1994 que ofrece programas educativos y desarrolla nuevos sistemas de organización orientados hacia la regeneración sostenible. Este centro, en el cual colaboran académicos de diversas disciplinas como la agricultura, el diseño ambiental, la ingeniería y las ciencias, se ha convertido en un referente internacional en la aplicación práctica del diseño regenerativo, contribuyendo al avance de la economía circular y a la sostenibilidad en un contexto empresarial y comunitario.

Este enfoque, alineado con los principios de la economía circular, resalta la importancia de crear sistemas autosuficientes que no solo minimicen el impacto ambiental, sino que también regeneren y fortalezcan los recursos necesarios para un desarrollo continuo y equilibrado.

Escuela *cradle to cradle* (de la cuna a la cuna)

Esta escuela de pensamiento, impulsada por el químico alemán Michael Braungart y el arquitecto estadounidense Bill McDonough, propone una clasificación innovadora de las materias primas utilizadas en los procesos industriales, dividiéndolas en dos tipos de nutrientes:

- Nutrientes biológicos, que tras su uso pueden ser reintegrados a la naturaleza, actuando como insumos que alimentan los ciclos ecológicos.

- Nutrientes técnicos, que se mantienen dentro de un sistema industrial cerrado, circulando a través de procesos de producción, recuperación y remanufacturación, sin generar residuos.

La filosofía central de este enfoque es la eliminación del concepto de *residuo*, al promover la reutilización constante de materiales en ciclos industriales o biológicos, y la creación de comunidades que impacten de manera positiva tanto en la salud humana como en la ambiental. Este paradigma, conocido como *cradle to cradle* o *de la cuna a la cuna*, emula el funcionamiento de los ecosistemas naturales, donde los desechos de un organismo se convierten en recursos para otro, manteniendo un flujo constante de nutrientes. En este proceso, al que se le denomina *metabolismo biológico*, los humanos imitarían estos ciclos mediante la recuperación y la reutilización de materiales sintéticos, clasificados como *nutrientes técnicos*, dentro del llamado *metabolismo técnico*.

Un elemento clave en este modelo es el papel de las energías renovables, como la solar y la eólica, cuyo uso se maximiza para evitar la generación de residuos y minimizar el impacto ambiental. Este enfoque establece la interconexión de las actividades económicas y productivas con los sistemas naturales, promoviendo un equilibrio que fomenta la sostenibilidad a largo plazo. De esta manera, el diseño regenerativo propuesto por Braungart y McDonough se convierte en una estrategia empresarial que no solo busca optimizar los recursos, sino también generar valor añadido a través de prácticas sostenibles e innovadoras, alineadas con los principios de la economía circular.

A diferencia del modelo de la cuna a la tumba, en el que los productos se convierten en residuos al final de su vida útil, el diseño de la cuna a la cuna garantiza que los materiales se reutilicen, se reciclen o se biodegraden. Este enfoque imita el proceso de la naturaleza, en el que los residuos de un organismo se vuelven útiles para otro, creando un ciclo continuo y regenerativo (ReportYank, 2024).

Los principios de esta escuela de pensamiento son los siguientes:

- El desperdicio equivale a comida: Esta idea proviene de la naturaleza, donde los desechos de una cosa se convierten en alimento para otra. En el diseño de la cuna a la cuna, los productos se fabrican de manera que, cuando llegan al final de su vida útil, sus materiales se puedan descomponer de forma segura o se puedan volver a utilizar para fabricar nuevos productos. Esto reduce los desechos y los efectos negativos sobre el medioambiente.
- Utilice los ingresos actuales de la energía solar: Este principio se centra en el uso de energías renovables, como la solar y la eólica. Al utilizar energía limpia y abundante, el diseño de la cuna a la cuna reduce la necesidad de recursos no renovables, lo que disminuye la huella ecológica de la producción. Esto también ayuda a alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible.
- Celebre la diversidad: Este principio valora la diversidad de materiales, procesos y culturas. Los productos están diseñados para adaptarse a diferentes entornos y necesidades, asegurándose de que funcionen bien y duren mucho tiempo. Esto ayuda a respaldar el ciclo de vida de un producto al adaptarlo a las características únicas de cada lugar.

Los beneficios de esta escuela de pensamiento son los siguientes:

- Beneficios ambientales: El diseño de la cuna a la cuna ayuda a reducir la huella ambiental al garantizar que los productos estén fabricados con materiales que se puedan reutilizar, reciclar o biodegradar de forma segura. Al utilizar el modelo de la cuna a la cuna, se minimizan los desechos y se reduce la necesidad de materias primas. Este enfoque también respalda el reciclaje, en el que los materiales mantienen o incluso mejoran su calidad cuando se reutilizan, lo que contribuye aún más a la sostenibilidad ambiental.
- Beneficios económicos: El uso de principios de diseño de la cuna a la cuna puede traer importantes beneficios económicos. Las empresas pueden ahorrar dinero reutilizando materiales y reduciendo los costos de eliminación

de residuos. El modelo de la cuna a la cuna también crea nuevas oportunidades comerciales al fomentar el desarrollo de productos innovadores diseñados teniendo en cuenta la circularidad. Estos productos a menudo generan ahorros de costos y pueden hacer que una empresa sea más competitiva en el mercado.

- Beneficios sociales: El diseño de la cuna a la cuna también ofrece beneficios sociales, como una mejor salud pública y bienestar. Al utilizar materiales no tóxicos y reducir la contaminación, el modelo C2C ayuda a crear entornos de vida más saludables. También apoya la creación de empleo en industrias centradas en el reciclaje, la remanufactura y el mantenimiento, lo que ayuda a construir comunidades más fuertes y fomenta la innovación social.

Escuela de la ecología industrial

En 1989, Robert Frosch y Nicholas Gallopoulos introdujeron el concepto de ecología industrial, el cual comparte varios principios con el diseño regenerativo. Este enfoque establece la necesidad de reorganizar los sistemas de producción y consumo para garantizar una alta compatibilidad con los límites planetarios (Belda, 2018). En este contexto, Lehman *et al.* (2014) destacan el concepto de economía circular formulado por el Foro Mundial de Recursos, que la define como una economía industrial caracterizada por una circulación continua de materiales de alta calidad, con propiedades y funcionalidades prolongadas, en la cual ningún material debe penetrar en la biosfera, a menos que se trate de nutrientes biológicos.

Este modelo, que ha contribuido significativamente a la promoción del desarrollo sostenible, se basa en la premisa de que el ecosistema industrial debe funcionar de manera análoga a los ecosistemas biológicos. Según Frosch y Gallopoulos (1989), en estos sistemas las plantas producen nutrientes que alimentan a los herbívoros, los cuales a su vez son consumidos por carnívoros, cuyas sobras y cuerpos alimentan a futuras generaciones de plantas. Este enfoque, fundamentado en los ciclos naturales, abraza un modelo sistémico que prioriza el diseño de procesos

productivos alineados con las limitaciones ecológicas y un enfoque integral de impacto global (Ellen MacArthur Foundation, 2021).

Erkman (2001) establece cuatro principios fundamentales en el marco de la ecología industrial que son esenciales para su implementación:

1. Aprovechamiento de residuos y subproductos, mediante la creación de redes en los ecosistemas industriales que transformen los desechos en recursos valiosos para otras empresas o sectores económicos.
2. Minimización de las pérdidas por dispersión, a través del diseño de productos que faciliten la reintegración de materiales al entorno natural en el mayor porcentaje posible.
3. Desmaterialización de la economía, promoviendo alternativas que mantengan la prestación de los mismos servicios, pero reduciendo significativamente los flujos de materia y energía necesarios para lograrlos.
4. Reducción de la dependencia de energías fósiles y combustibles hidrocarburos, promoviendo el uso de fuentes renovables y limpias como pilar energético.

Este enfoque sistémico, basado en la simbiosis entre procesos industriales y naturales, proporciona una hoja de ruta clara para la transición hacia modelos empresariales más sostenibles, en los cuales la ecología industrial y la economía circular se presentan como soluciones integrales que potencian tanto la eficiencia productiva como la sostenibilidad ambiental.

Escuela de la biomímesis

La bióloga Janine M. Benyus introdujo en 2012 el concepto de biomímesis, el cual se puede definir como el estudio de las estrategias y las soluciones exitosas de la naturaleza con el propósito de replicar dichos procesos naturales a través de mecanismos artificiales que permitan abordar y resolver desafíos humanos (Hermida *et al.*, 2014). En esencia, la biomímesis busca aprender de los organismos

vivos para imitar sus técnicas, evitando la necesidad de explotar recursos naturales de la misma manera en que lo hacemos en los procesos convencionales (Belda, 2018).

De acuerdo con Benyus (2003), la biomímesis se basa en tres principios clave:

1. La naturaleza como modelo: Se trata de resolver los problemas humanos emulando las estrategias, las formas, los procesos y los sistemas que la naturaleza ha perfeccionado a lo largo de millones de años de evolución.
2. La naturaleza como medida: Este principio implica el uso de estándares ecológicos para evaluar la sostenibilidad de las innovaciones, garantizando que las soluciones adoptadas respeten y mantengan el equilibrio ecológico.
3. La naturaleza como mentor: Bajo esta perspectiva, la naturaleza se concibe como una fuente inagotable de aprendizaje, de tal manera que la prioridad no es su explotación, sino el entendimiento de sus dinámicas para aplicarlas a los sistemas humanos.

La biomímesis, en este contexto, se convierte en una herramienta estratégica dentro de la gestión empresarial sostenible, proporcionando un enfoque innovador para diseñar productos, servicios y procesos que se alineen con los principios de la economía circular. Al inspirarse en los ecosistemas naturales, este enfoque permite crear soluciones que son regenerativas, eficientes y capaces de integrarse sin problemas en los ciclos biológicos y técnicos que promueve la economía circular.

Economía azul

La economía ecológica ha generado un impacto significativo en los últimos años, impulsada en gran medida por campañas de concienciación y difusión. Sin embargo, el consumo de productos derivados de este enfoque sigue siendo limitado, principalmente debido a los elevados precios que los acompañan. Esta situación ha dado lugar a un escenario en el cual los productos más contaminantes y perjudiciales para la salud son, paradójicamente, los más consumidos, dada la

considerable diferencia de precio respecto a los productos saludables y ecológicos (Belda, 2018).

En este contexto, en 1994, el economista Gunter Pauli introdujo por primera vez el concepto de economía azul, un modelo inspirado en los sistemas naturales de la Tierra, que establece una clara conexión con enfoques como la biomímesis y el *cradle to cradle* (Pauli, 2010). A diferencia de la economía verde, la economía azul rechaza un enfoque elitista y propone una alternativa inclusiva y accesible tanto para los emprendedores como para los consumidores.

El modelo de Pauli se articula en torno a veintidós principios que buscan replicar las dinámicas del medioambiente y aprovechar soluciones basadas en características físicas, ecológicas y locales (Pauli, 2012). Este enfoque permite que la economía circular sea más accesible, promoviendo la sostenibilidad, la competitividad y la innovación. Al diversificar los riesgos, reutilizar los residuos como oportunidades de negocio y reducir los costos de los subproductos se consigue un modelo que no solo protege el medioambiente, sino que también genera valor económico y social, integrándose en el tejido empresarial como una vía para alcanzar la sostenibilidad de manera rentable (Hermida *et al.*, 2014).

Este enfoque presenta un cambio de paradigma en la gestión empresarial sostenible, al permitir una transición hacia modelos económicos más inclusivos, innovadores y alineados con los principios de la economía circular y el desarrollo sostenible.

Escuela del capitalismo natural

La corriente de pensamiento conocida como capitalismo natural surge en 1999 de la mano del físico Amory Lovins, el ecologista Paul Hawken y la socióloga Hunter Lovins, quienes a través de su obra *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution* presentan una crítica al capitalismo industrial. Los autores proponen un nuevo paradigma empresarial y social basado en la premisa de que es necesario transitar de una economía enfocada en el consumo hacia una economía de los

servicios, reinvertiendo los beneficios obtenidos en la conservación y la regeneración de los recursos naturales (Lovins *et al.*, 1999).

El capitalismo natural se fundamenta en cuatro principios clave, diseñados para permitir un desarrollo económico que minimice los impactos negativos sobre el ecosistema. Estos principios son los siguientes (Hawken *et al.*, 2000):

1. Aumento drástico de la productividad de los recursos naturales: A través de innovaciones en el diseño y en la adopción de tecnologías avanzadas, las empresas pueden aumentar tanto su rentabilidad como la eficiencia en el uso de los recursos naturales, logrando un equilibrio entre el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental.
2. Transición hacia un modelo de producción inspirado en la naturaleza: Basado en la creación de sistemas de producción de ciclo cerrado, este principio busca emular los procesos naturales, eliminando el concepto de desecho y reduciendo significativamente la generación de residuos.
3. Cambio hacia un modelo de negocio basado en los servicios: Este enfoque promueve la creación de valor a partir del flujo de servicios, en lugar de la simple venta de bienes, permitiendo que las empresas desarrollen modelos de negocio sostenibles que maximicen el uso y la percepción de valor de los productos.
4. Reinversión en el capital natural: Las empresas deben comprometerse activamente con la reposición, la expansión y la sostenibilidad de los ecosistemas, invirtiendo en la regeneración de los recursos biológicos para asegurar la continuidad de los servicios ecosistémicos.

Este enfoque proporciona una hoja de ruta para que las empresas puedan integrarse en el desarrollo sostenible y la economía circular, no solo reduciendo su impacto ambiental, sino también creando valor económico a través de la innovación y la eficiencia en el uso de los recursos.

Tabla 6. Síntesis de las principales escuelas de pensamiento alrededor del concepto de la economía circular

Línea de pensamiento	Principios fundamentales	Objetivos principales	Beneficios ambientales y sociales	Aplicaciones prácticas	Diferencias y similitudes con otras líneas de pensamiento
Ecología industrial	Sistema cerrado inspirado en los ecosistemas naturales, simbiosis industrial	Minimizar el desperdicio al convertir subproductos en recursos	Reducción de desechos, disminución del impacto ambiental, aumento de la eficiencia	Redes de empresas que intercambian recursos, reutilización de materiales	Similar a la economía circular en el enfoque de reducción de residuos, pero se centra específicamente en la simbiosis industrial
Economía del rendimiento	Acceso sobre propiedad, énfasis en el servicio en lugar del producto	Reducir el consumo de recursos promoviendo el alquiler y el uso compartido de bienes	Menor explotación de recursos naturales, reducción de residuos	Alquiler de productos como vehículos, electrodomésticos, herramientas	Comparte principios con la economía circular, pero se diferencia en su enfoque principal en el acceso y la eficiencia del uso
Diseño regenerativo	Más allá de la sostenibilidad, restaurar y regenerar los ecosistemas	Regenerar ecosistemas degradados mediante diseños que nutren y enriquecen el medioambiente	Restauración ecológica, aumento de la biodiversidad, impacto social positivo	Construcción regenerativa, agricultura regenerativa	Diferente de otros enfoques que se centran en reducir el daño, este enfoque busca revertir el daño ambiental, relacionado con la biomimesis en su inspiración en la naturaleza
De la cuna a la cuna (cradle to cradle)	Ciclo cerrado de recursos, diseño sin residuos	Eliminar el concepto de basura, diseñar productos con un ciclo de vida infinito	Reducción de la contaminación, diseño de productos seguros para el medioambiente y la salud	Productos diseñados para ser completamente reciclables o biodegradables	Comparte la filosofía de la economía circular sobre los ciclos cerrados, pero se enfoca más en la calidad de los materiales usados y la eliminación total de los residuos
Biomimesis	Imitar la naturaleza para diseñar soluciones sostenibles	Crear tecnologías y procesos eficientes inspirados en sistemas naturales	Soluciones innovadoras que minimizan el impacto ambiental	Materiales autosuficientes, construcción inspirada en la naturaleza	Relacionado con el diseño regenerativo, ya que ambos se inspiran en la naturaleza, pero la biomimesis se

Línea de pensamiento	Principios fundamentales	Objetivos principales	Beneficios ambientales y sociales	Aplicaciones prácticas	Diferencias y similitudes con otras líneas de pensamiento
					enfoca en la imitación directa
Economía azul	Usar lo que está localmente disponible y encontrar oportunidades en lo que se desecha	Crear empleos y reducir la pobreza utilizando procesos inspirados en los ecosistemas	Empleos locales, reducción de residuos, promoción de la economía local	Producción de alimentos, biocombustibles a partir de desechos orgánicos	Similar al enfoque regenerativo por sus principios de utilización total de recursos y creación de beneficios locales
Capitalismo natural	Reconocer el valor del capital natural, uso eficiente de los recursos	Alinear la rentabilidad económica con la sostenibilidad ambiental	Mejor uso de recursos naturales, protección del capital ecológico	Medición de recursos naturales como activos económicos, producción más limpia	Comparte principios con la ecología industrial, pero tiene un enfoque más amplio en el uso del capital natural

Fuente: Elaboración propia.

Diseño metodológico

El objetivo general de la presente investigación, que consiste en proponer una metodología que facilite a las pymes del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana del Valle de Aburrá la incorporación de modelos de economía circular en su estrategia organizacional, requiere un enfoque metodológico que permita profundizar en la exploración de fenómenos complejos y contextualizados, como los factores determinantes de la adopción de la economía circular en el sector textil, las barreras existentes y las oportunidades para su implementación efectiva.

El muestreo no probabilístico, aunque no sigue los principios de aleatoriedad y representatividad estadística clásica, ofrece ventajas significativas en cuanto a la adaptación al contexto, ya que facilita la inclusión de empresarios que poseen información valiosa y específica sobre los desafíos y las oportunidades que enfrenta el sector textil en la transición hacia un modelo de economía circular. Adicionalmente, la adopción de la economía circular implica la identificación de estrategias sostenibles y la optimización de procesos productivos, lo que requiere un enfoque metodológico flexible que permita captar la diversidad de prácticas y niveles de implementación dentro del sector.

La selección de un método de muestreo no probabilístico responde a las características particulares del objeto de estudio, como la disponibilidad de información, las restricciones logísticas y la naturaleza exploratoria de la investigación en el marco de la economía circular en pymes textiles. A diferencia del muestreo probabilístico, donde la selección es aleatoria y se puede calcular la probabilidad de inclusión de cada elemento, en el muestreo no probabilístico la selección se basa en criterios específicos, tales como la conveniencia, el juicio del investigador o la disponibilidad de los sujetos. Aunque este tipo de muestreo no garantiza la representatividad estadística en el sentido clásico, su flexibilidad, su eficiencia y su capacidad para capturar la riqueza y la complejidad de los contextos empresariales lo convierten en una herramienta valiosa, especialmente cuando se combina con técnicas de validación rigurosas. Esto posibilita una comprensión

profunda y contextualizada de las dinámicas del sector, lo que es esencial para la formulación de estrategias de implementación de la economía circular adaptadas a las necesidades específicas de las pymes textiles de Medellín y el Área Metropolitana.

Desde esta perspectiva, el método seleccionado para la aplicación de la encuesta como instrumento de recolección de información será el método de muestreo no probabilístico, que combina un enfoque de conveniencia con criterios específicos, lo que permite:

- Garantizar la inclusión de unidades de análisis (empresas) con características relevantes para el estudio.
- Optimizar los recursos en función de la accesibilidad a las empresas seleccionadas.
- Alinear el enfoque metodológico con las restricciones logísticas del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana.

Los criterios para la selección de empresas incluyen:

- Sector económico: Empresas del sector textil que abarcan desde la manufactura de insumos hasta la confección y la distribución.
- Fecha de su primer registro en la Cámara de Comercio: Representatividad de empresas con trayectoria significativa y nuevas iniciativas.
- Tamaño empresarial: Micro y pequeñas empresas, dado su papel predominante en el sector y su vulnerabilidad ante los desafíos de la sostenibilidad.

El tamaño de la muestra responderá a una combinación de factores metodológicos y prácticos, permitiendo un análisis comparativo entre diferentes segmentos del sector sin comprometer la validez ni la confiabilidad de los resultados.

La selección de las empresas a encuestar se realizará bajo el siguiente esquema:

- Identificación de empresas registradas en la Cámara de Comercio de Medellín y el Área Metropolitana, realizando un filtro por sector económico, antigüedad y tamaño (micro y pequeñas empresas).
- Priorización según su nivel de conocimiento y su interés en las prácticas de economía circular.
- Asignación proporcional dentro del sector, asegurando una representación balanceada de diferentes actividades dentro de la cadena de valor textil.

Se seleccionó entonces un segmento de clientes consumidores de filamentos sintéticos a partir del conocimiento previo de estos a lo largo de los años (por medio de una relación técnica y comercial de los mismos), a los cuales se les presentaron la encuesta a realizar y el objetivo de la misma, y que finalmente fue respondida por 30 empresas entre un grupo mayor de empresas abordadas o consultadas.

Las empresas seleccionadas hacen parte de la cadena textil-confección, incluyendo nichos como los siguientes:

- Empresas productoras de telas en géneros de punto por trama (tejidos circulares).
- Empresas productoras de prendas en tecnología *seamless*, con procesos integrados de tejeduría, tintorería y confección.
- Empresas productoras de calcetines (tejidos de punto por trama en máquinas de pequeño diámetro) con procesos de teñido y acabado integrados.
- Empresas productoras de tejidos angostos con procesos de teñido a la continua y otros acabados finales.
- Empresas con procesos de teñido de hilos (para su uso posterior en proceso de tejeduría o confección de prendas) y teñido de telas (principalmente de géneros de punto por trama).

- Empresas comercializadoras de hilos para la confección o tejeduría, crudos o teñidos (pueden ser teñidos en masa o enviados a teñir por agotamiento por parte de la empresa en cuestión para su posterior comercialización).
- Empresas de confección que compran suministros textiles como telas, elásticos, hilos de costura y otros insumos para la elaboración de prendas finales.

A continuación, en la tabla 7, se detallan las razones sociales, la ubicación, el tamaño y la antigüedad de la operación de las empresas participantes en la encuesta realizada:

Tabla 7. Empresas encuestadas

Empresa	Ubicación	Tamaño	Antigüedad
Saraxy	Sabaneta	Pequeña empresa (10-49 empleados)	Más de 10 años
Calcetería Number One SAS	Medellín	Pequeña empresa (10-49 empleados)	Más de 10 años
Cendipunto SAS	La Estrella	Pequeña empresa (10-49 empleados)	Más de 10 años
Entallarte	Medellín	Mediana empresa (50-250 empleados)	1-5 años
Industrias WEY SAS	Medellín	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Textiles Balaliaka SA	Girardota	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Manufacturas Senzatex	La Estrella	Mediana empresa (50-250 empleados)	1-5 años
Termilenio SAS	Copacabana	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Industrias Textiles Intex SAS	La Estrella	Pequeña empresa (10-49 empleados)	Más de 10 años
Raf Over	Bello	Pequeña empresa (10-49 empleados)	Más de 10 años
Expoflex SAS	Medellín	Pequeña empresa (10-49 empleados)	Más de 10 años
Laima SAS	Medellín	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Arcitex	Medellín	Pequeña empresa (10-49 empleados)	Más de 10 años

Empresa	Ubicación	Tamaño	Antigüedad
Tintorería Industrial Teñimos SA	Medellín	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Alma Diversa	Copacabana	Microempresa (menos de 10 empleados)	1-5 años
Insumos y textiles SAS	Medellín	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Mena Salgado SAS	Itagüí	Microempresa (menos de 10 empleados)	1-5 años
Ciprés y Arrayán SAS	Medellín	Pequeña empresa (10-49 empleados)	Más de 10 años
Bodyflex SAS	Medellín	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Tejidos Sportex	Itagüí	Microempresa (menos de 10 empleados)	Más de 10 años
Textiles Punto Flex	La Estrella	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Tintecol SAS	Medellín	Microempresa (menos de 10 empleados)	Más de 10 años
Creaciones Sarsil SAS	Medellín	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Hilos Telaraña SAS	Itagüí	Pequeña empresa (10-49 empleados)	Más de 10 años
Fahilos	La Estrella	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Hilocolor	Medellín	Pequeña empresa (10-49 empleados)	Más de 10 años
Proelásticos SAS	Medellín	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Industrias Morarbe SAS	Itagüí	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Textiles RB SAS	Medellín	Mediana empresa (50-250 empleados)	Más de 10 años
Seamless-tex	Sabaneta	Pequeña empresa (10-49 empleados)	1-5 años

Fuente: Elaboración propia.

Técnicas de recolección de la información

Dada la naturaleza de los objetivos y con el fin de obtener resultados satisfactorios en el desarrollo del proyecto, se empleará la técnica de la encuesta como

instrumento de recolección de información, aplicada a fuentes primarias. La encuesta se abordará bajo una metodología de corte cuantitativo, lo que permitirá obtener datos estructurados y comparables sobre diversas variables relacionadas con la economía circular, facilitando el análisis cuantitativo y una mejor comprensión del nivel de implementación de prácticas sostenibles dentro del sector textil en Medellín y el Área Metropolitana.

Instrumentos de recolección de la información

Para la recolección de los datos necesarios, se diseñará una encuesta estructurada dirigida a las empresas seleccionadas en la muestra no probabilística. La encuesta, compuesta por preguntas cerradas y de opción múltiple, está diseñada para obtener información cuantitativa sobre diversos aspectos clave del funcionamiento empresarial y su disposición para la adopción de modelos de economía circular. Consta de 32 preguntas que combinan diferentes tipos de ítems cuidadosamente estructurados para recopilar información integral sobre el nivel de conocimiento, las prácticas actuales, las barreras y las oportunidades en torno a la economía circular en el sector textil de Medellín y el Área Metropolitana.

Análisis de resultados del instrumento de investigación

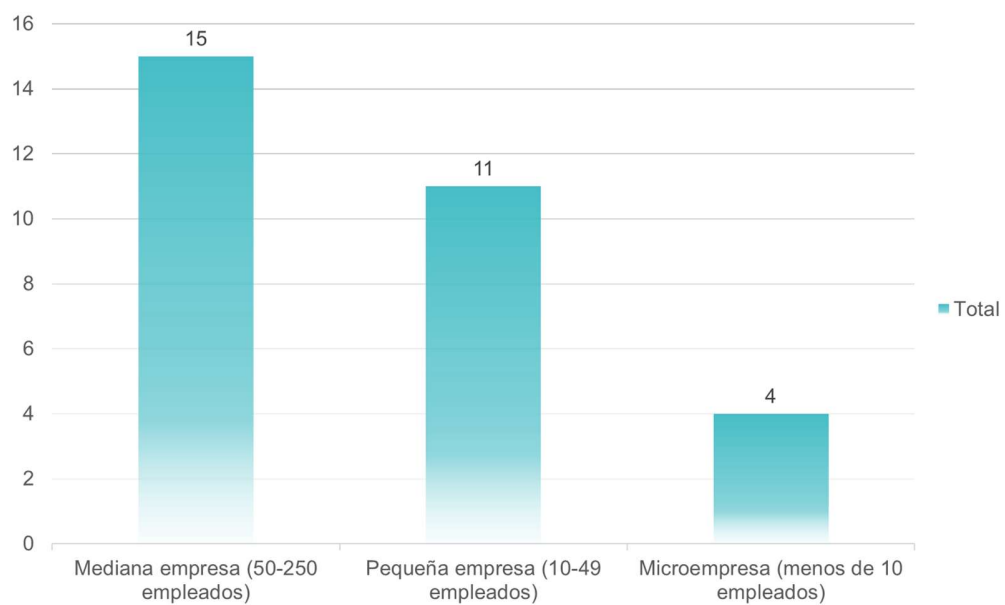
Debido a la creciente necesidad de integrar prácticas sostenibles y principios de economía circular en el sector empresarial, se realizó una encuesta dirigida a las pymes del sector textil de la ciudad de Medellín y su Área Metropolitana. Este estudio tuvo como propósito explorar el nivel de conocimiento y compromiso, y las necesidades específicas de estas organizaciones en relación con la economía circular, así como identificar los principales desafíos y oportunidades para su implementación en el entorno local.

A continuación, se desarrollan las respuestas obtenidas en la encuesta, que ofrecen un panorama valioso para comprender la realidad actual del sector textil en términos de sostenibilidad y sus perspectivas frente a modelos empresariales más responsables. Mediante el análisis de los datos recabados, se busca proponer

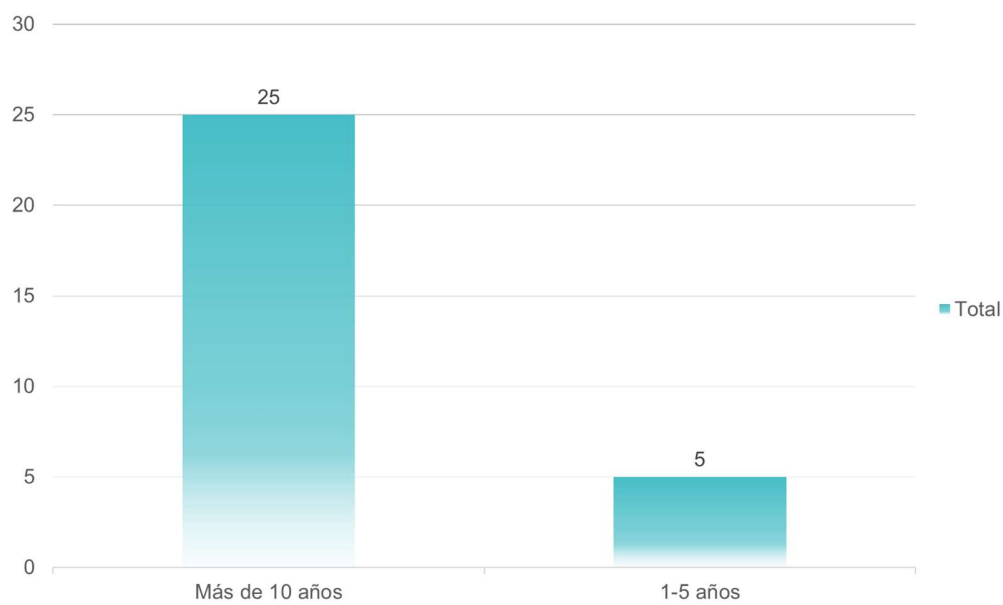
estrategias y metodologías que faciliten la transición de las pymes hacia prácticas alineadas con la economía circular, promoviendo su competitividad y contribuyendo al desarrollo económico y ambiental de la región.

1. Perfil de la empresa

Gráfica 1. Tamaño de la empresa

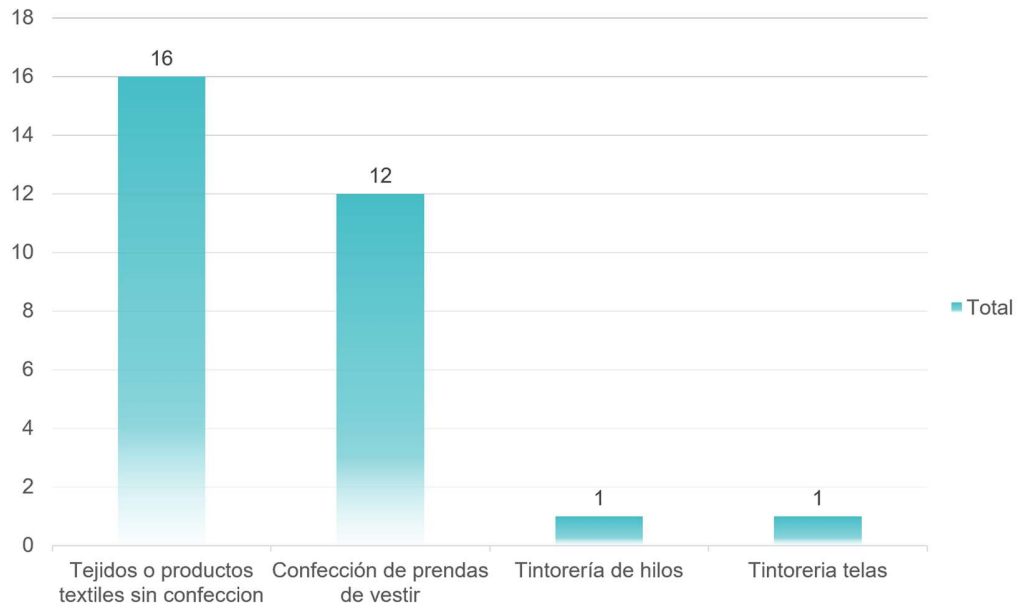


Gráfica 2. Tiempo de operación de la empresa

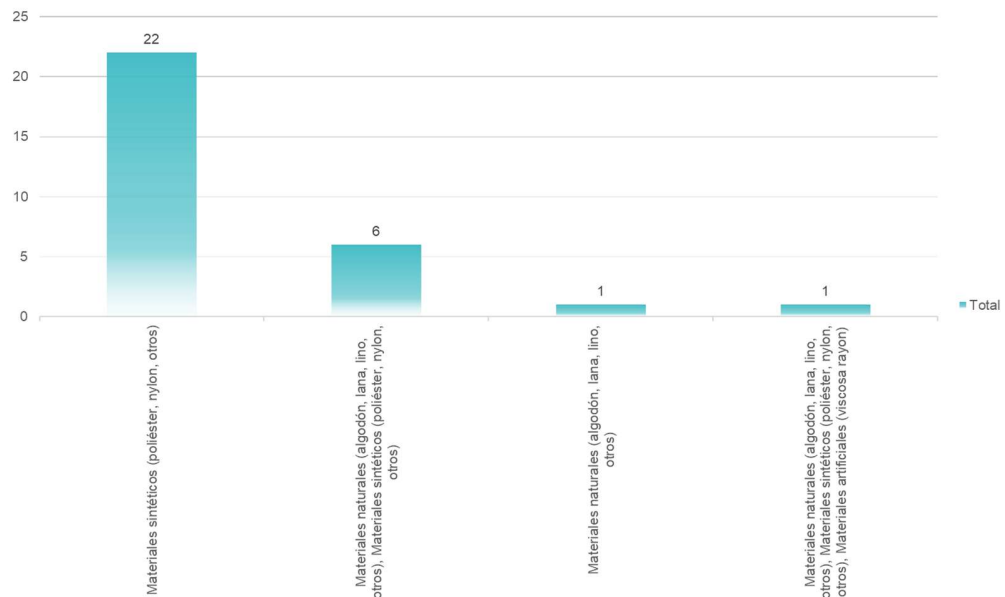


Tras obtener las respuestas del instrumento de investigación en la muestra se evidencia que el 50 % de las empresas encuestadas del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana son medianas, es decir, tienen entre 50 y 250 empleados; el 36,7 % son pequeñas empresas, con un intervalo de entre 10 y 49 empleados; el 13,3 % son microempresas, con una cantidad inferior a 10 empleados; y el 83,3 % de ellas tiene una experiencia en el sector de más de 10 años, lo que indica que existe entre los encuestados un conocimiento profundo del mercado, y que conocen las dinámicas del sector, incluyendo las tendencias, las demandas y las preferencias de los consumidores, que tienen como principales líneas de productos los tejidos de productos textiles sin confección, con un 53,33 %, y la confección de prendas de vestir, con un 40 % de participación, cada una según la encuesta, tal como se muestra en la siguiente gráfica:

Gráfica 3. Principales líneas de productos de la empresa



Gráfica 4. Tipo de materiales principalmente utilizados por la empresa

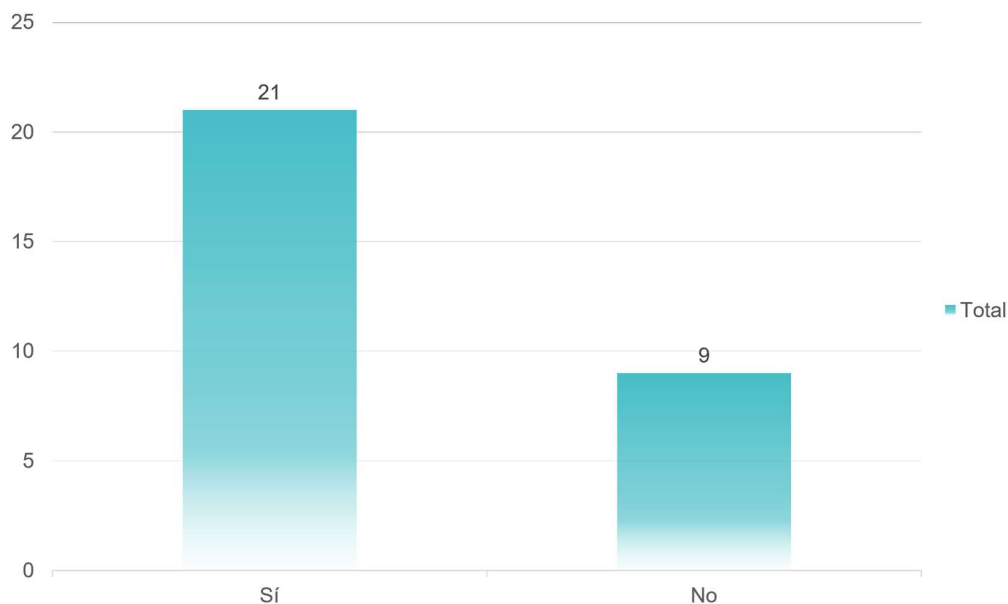


De acuerdo con las evidencias, el 96 % de las respuestas a la encuesta realizada a las pymes indica que utilizan material sintético para el desarrollo de su actividad

comercial; de estas empresas, el 73,3 % utiliza exclusivamente hilados de Nylon o poliéster, lo que refleja una tendencia significativa hacia el uso de materiales sintéticos en el nicho de mercado encuestado. Esto significa que las pymes están adoptando materiales que, en muchos casos, pueden ser reciclados y reutilizados, y que además pueden ser utilizados desde el inicio como productos sostenibles, ya que tanto para el Nylon como para el poliéster se cuenta con oferta de productos reciclados posproducción y posconsumo, lo que contribuye a reducir el impacto ambiental y la explotación de recursos naturales, y fomenta la eficiencia en el uso de recursos, práctica que resulta crucial porque permite cerrar el ciclo de vida de los productos, disminuyendo la dependencia de materias primas vírgenes y reduciendo la generación de residuos, todo esto en congruencia con un modelo de economía circular.

2. Prácticas actuales de economía circular

Gráfica 5. ¿La empresa ha implementado prácticas de economía circular?



Los resultados de la encuesta indican que el 70 % de las micro, pequeñas y medianas empresas del sector textil de la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana

ha implementado prácticas de economía circular en su actividad comercial, tales como las siguientes:

- El 76,2 % de los encuestados fabrica producción basada en demanda para evitar la sobreproducción.
- El 57,1 % de los encuestados realiza reciclaje de residuos de producción.
- El 42,9 % de los encuestados reutiliza materiales como materias primas, materiales de empaque y productos terminados.
- El 42,9 % de los encuestados ha fabricado sus productos utilizando materiales reciclados o biodegradables. Es decir, que no solo se tiene conocimiento de la oferta de productos sostenibles, sino que se ha realizado consumo de materias primas recicladas.
- El 38,1 % de los encuestados realiza venta de productos defectuosos, segundas o con imperfecciones, promoviendo la reutilización y el aprovechamiento de los productos.
- El 28,6 % de los encuestados diseña o rediseña sus productos para una mayor durabilidad y por lo tanto un menor efecto en la pronta moda o *fast fashion*.
- El 9,5 % de los encuestados realiza el reciclaje de productos al final de su vida útil.

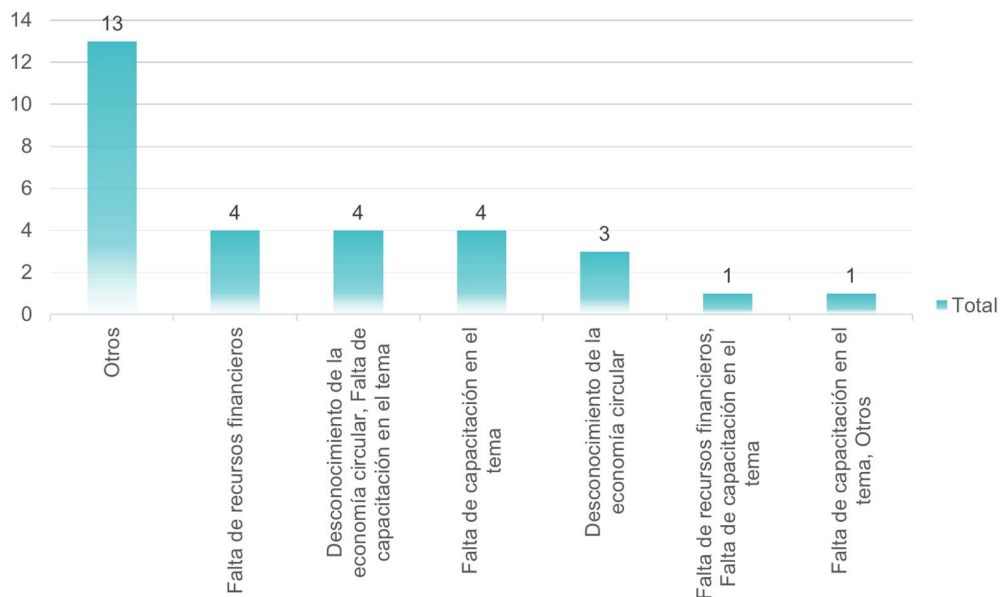
Sin embargo, es importante analizar este resultado desde diferentes puntos de vista:

- Aunque los materiales sintéticos tienen el potencial de ser reciclados y reutilizados, su simple uso no implica automáticamente que se estén implementando estrategias de economía circular. Es posible que las empresas no estén aprovechando completamente las oportunidades de reciclaje, reutilización o recuperación de materiales.

- Hay un enfoque limitado con respecto al concepto de sostenibilidad, ya que las empresas podrían estar utilizando materiales sintéticos por razones económicas o prácticas (como costos más bajos o durabilidad), pero sin integrar estos materiales en un ciclo que minimice los desperdicios o promueva la reutilización.

Si bien es cierto que el uso de materiales sintéticos no implica por defecto que las empresas estén migrando hacia políticas que promuevan la sostenibilidad ambiental, económica y social, este resultado sí demuestra que hay un margen significativo para educar, incentivar y apoyar a las pymes en la adopción de prácticas de economía circular con una visión integral que les permita además fortalecer la competitividad empresarial.

Gráfica 6. Principales razones por las que no se han implementado prácticas de economía circular en la empresa

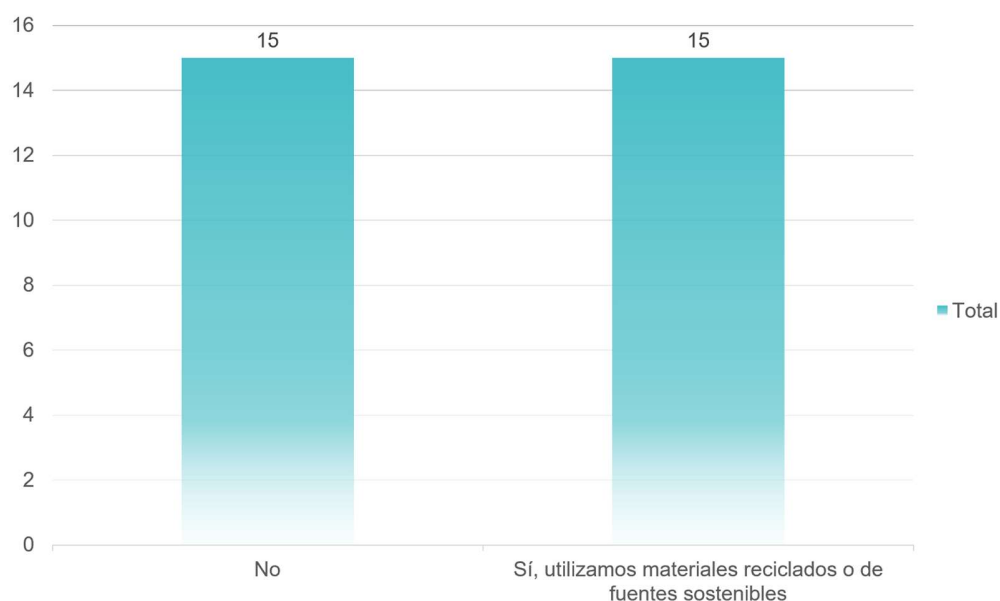


El 43,33 % de las respuestas indica que las pymes del sector textil en Medellín y el Área Metropolitana presentan una falta de capacitación y de conocimiento sobre la economía circular. Esto limita su percepción de los beneficios económicos asociados, como la optimización de recursos, la creación de nuevas formas de valor,

el aumento de la competitividad y un desempeño comercial más sostenible. Prácticas como el reciclaje de productos al final de su vida útil, el diseño o el rediseño de productos para mayor durabilidad, la reutilización de materiales y el uso de materiales reciclados y biodegradables son fundamentales para potenciar la transición hacia modelos más responsables. Sin embargo, actualmente, la mayoría de las empresas opta principalmente por la producción bajo demanda para evitar la sobreproducción y la donación o la venta de productos defectuosos, con lo cual quedan otras prácticas menos implementadas.

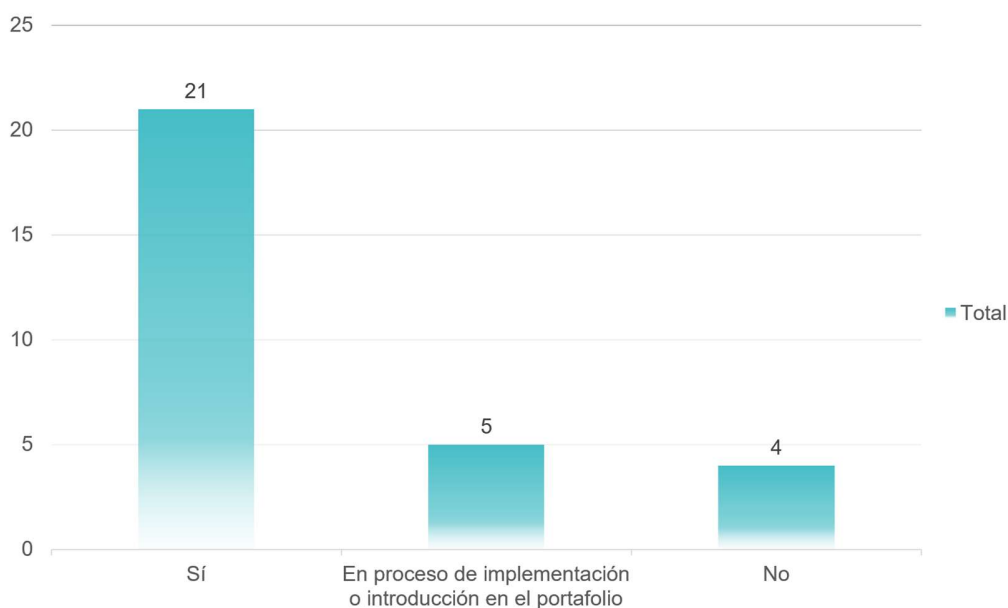
Además, el 13,9 % de las respuestas resalta la falta de recursos financieros como una barrera para adoptar este modelo circular, lo que sugiere que muchas lo perciben como un proceso costoso y de bajo retorno. No obstante, estas suposiciones contrastan con el potencial demostrado de la economía circular para incrementar la rentabilidad operativa y financiera mediante la adopción estratégica de estas prácticas.

Gráfica 7. ¿Realiza la empresa esfuerzos por reducir el uso de materiales vírgenes?



Ante la pregunta sobre si la empresa realiza esfuerzos para reducir el uso de materiales vírgenes, los resultados reflejan una división en las prácticas sostenibles del sector. Un 50 % de las pymes responde que no realiza esfuerzos en esta dirección, mientras que un 50 % afirma que sí trabaja activamente en la reducción del uso de materiales vírgenes utilizando materiales reciclados o de fuentes sostenibles. Estos datos destacan un panorama mixto, en el que una parte significativa de las empresas muestra una orientación hacia el compromiso con la sostenibilidad, pero un porcentaje bastante importante tiene un margen de mejora aún más alto en este aspecto crucial de la economía circular.

Gráfica 8. ¿La empresa cuenta con alianzas o proveedores que ofrecen en su portafolio materiales sostenibles?



Una parte fundamental en la implementación de modelos de economía circular requiere contar con aliados y proveedores que ofrezcan en su portafolio materiales sostenibles. En ese sentido, el 70 % de las empresas encuestadas indica que sí cuenta con proveedores con este respaldo, y un 16,7 % se encuentra en proceso de implementar o de introducir en su portafolio de proveedores este tipo de materiales, escenario que pone de manifiesto la importancia de fomentar alianzas

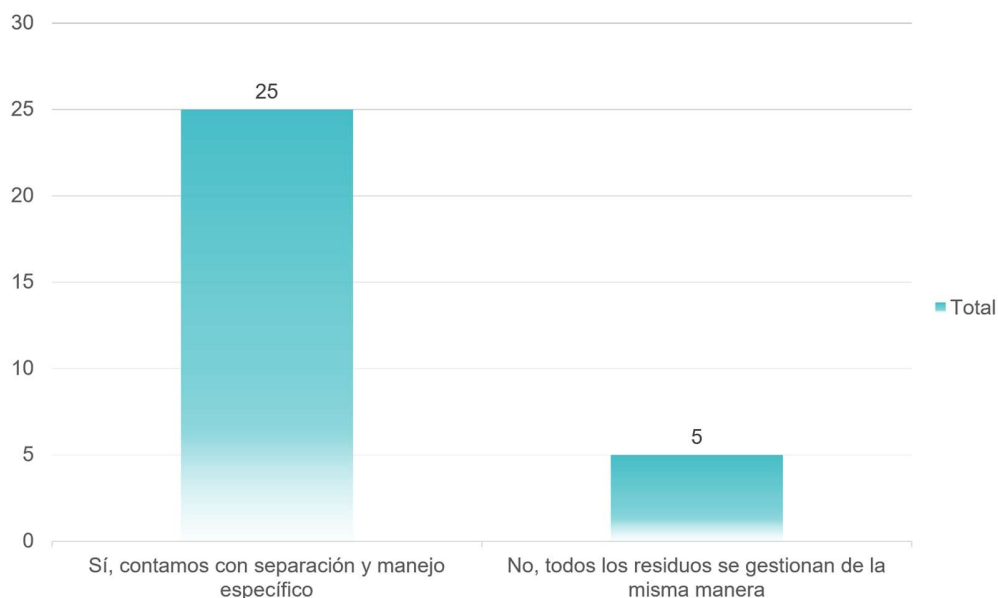
estratégicas que permitan a más empresas acceder a soluciones sostenibles y la necesidad de consolidar redes de aliados para reutilizar materiales como oportunidades de negocio, reducir los costos de los subproductos y obtener mejores retornos sobre la inversión. También es importante tener en cuenta que hay un 13,3 % de pymes que no tienen alianzas o no están en proceso de implementarlas para incluirlas dentro de su ciclo productivo.

Resulta interesante que independientemente de si se aplican o no prácticas de economía circular las pymes reconocen que su implementación y el ajuste de estas a su actividad productiva contribuye así:

1. Mejora la reputación de la marca o la empresa: 73,3 % de las respuestas.
2. Permite el acceso a nuevos mercados: 66,7 % de las respuestas.
3. Se requiere para el cumplimiento de regulaciones ambientales: 70 % de las respuestas.
4. Reducción de costos: 53,3 % de las respuestas.
5. Aumento de la rentabilidad: 33,3 % de las respuestas.

3. Gestión de residuos y reciclaje

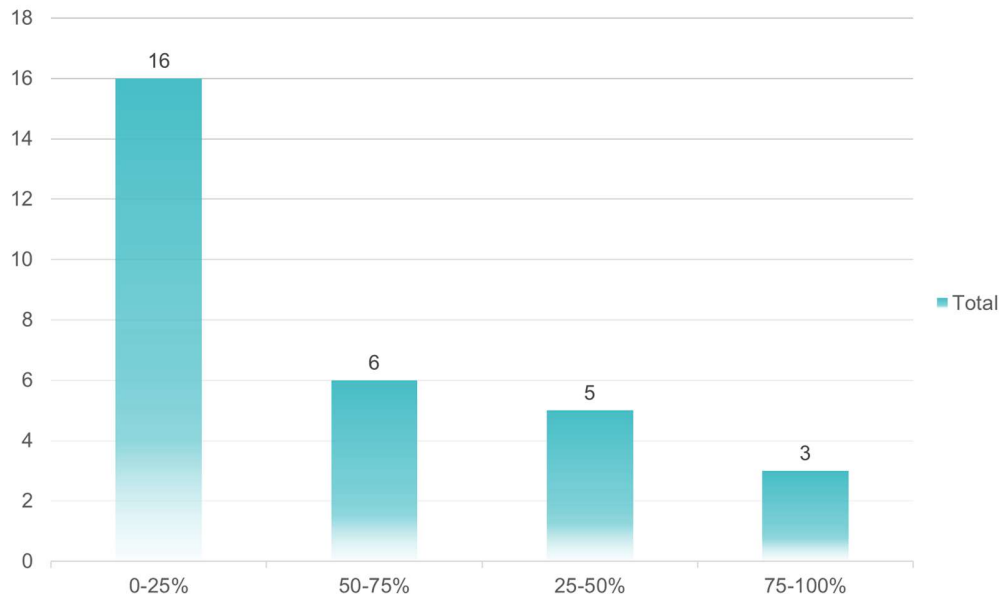
Gráfica 9. ¿La empresa realiza una gestión diferenciada de los residuos?



En relación con la gestión diferenciada de los residuos, si bien el 83,3 % indica que sí realiza una separación y un manejo específico de los residuos, el 16,7 % afirma que no lo hace; sin embargo, del porcentaje de las pymes que realiza estos procesos, se observa un panorama preocupante en cuanto a la gestión de los residuos, como se muestra en la gráfica 12. El hecho de que el 53,3 % de las empresas recicle o reutilice solo entre el 0 % y el 25 % de sus residuos pone en evidencia la falta de estrategias sólidas y estructuradas para integrar prácticas sostenibles en sus operaciones. Este indicador resalta que más de la mitad de las empresas apenas implementan acciones significativas de reciclaje o reutilización, lo que restringe el impacto tanto en términos ambientales como económicos.

Por otro lado, solo un 10 % de las empresas logra reciclar o reutilizar entre el 75 % y el 100 % de sus residuos, lo que representa un porcentaje muy bajo de actores realmente comprometidos con una economía circular. Esto nos permite inferir que, aunque existen casos de buenas prácticas, hay desafíos importantes con respecto a esta temática en el sector textil de Medellín y el Valle de Aburrá.

Gráfica 10. ¿Qué porcentaje de los residuos generados por la empresa se reciclan o se reutilizan?



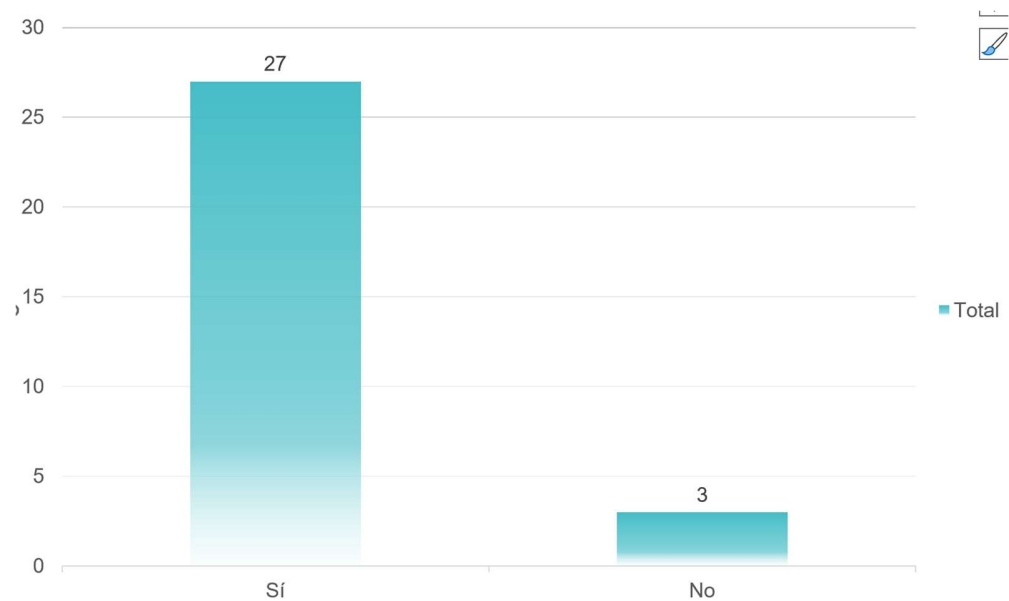
Otro aspecto que llama la atención es que en su mayoría las pymes del sector textil de Medellín y el Valle de Aburrá gestionan los residuos textiles generados en la producción vendiendo a terceros y realizando donaciones en gran proporción con respecto a otras opciones, como la de reutilizar en otros productos o los convenios y contratos con empresas de reciclaje que puedan alargar la vida útil de estos residuos. Esta situación ofrece una oportunidad para desarrollar soluciones innovadoras que permitan mejorar tanto la eficiencia en la gestión de los residuos y como su competitividad, mientras contribuyen a un desarrollo económico sostenible y responsable.

De acuerdo con los resultados de la encuesta:

- 63,3 % de los encuestados vende a terceros los residuos textiles generados en la producción.
- 46,7 % de los encuestados cuenta con contratos con empresas de reciclaje.

- 36,7 % de los encuestados reutiliza los residuos en otros productos o procesos.
- 33,3 % de los encuestados realiza donaciones de los residuos a otros sectores.
- 13,3 % de los encuestados elimina los residuos sin tratamiento.

Gráfica 11. ¿La empresa realiza una clasificación interna de los residuos?



Preocupa que un porcentaje importante, el 61 %, de las respuestas a la pregunta sobre cómo gestiona la empresa los residuos textiles generados en la producción indica que las pymes no cuentan con prácticas ni políticas específicas o claras para la reducción, la reutilización o el reciclaje de materiales y residuos originados en la ejecución de su actividad productiva, y que el 10 % de los encuestados no realiza una clasificación interna de los residuos antes de disponer de estos.

Respecto a las prácticas de reducción de los residuos textiles que implementan las empresas, la encuesta arroja la siguiente información:

- 63,3 % de los encuestados dona o vende sobrantes a terceros.

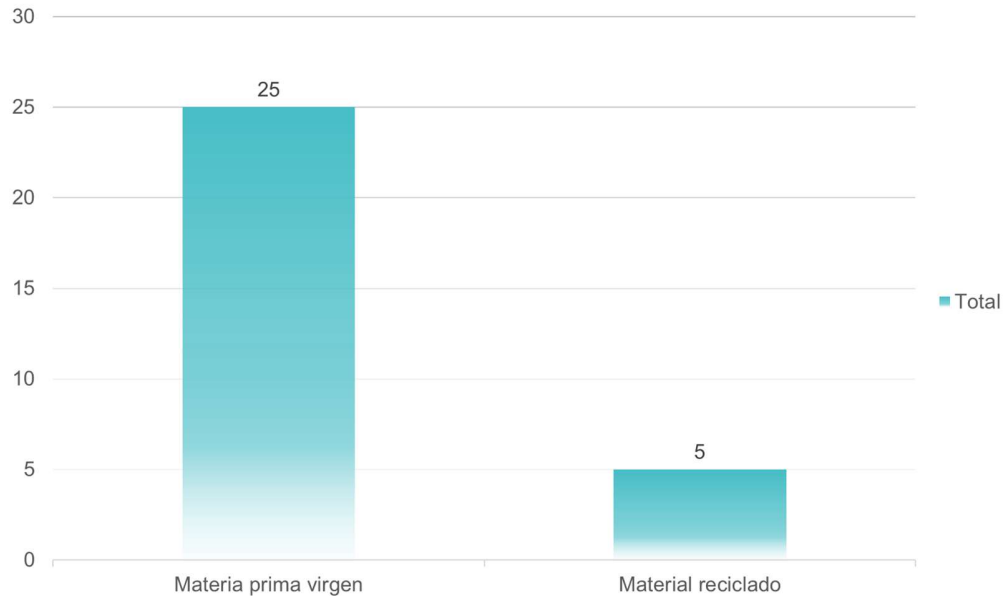
- 60 % de los encuestados recicla excedentes como hilos, telas, prendas u otros.
- 20 % de los encuestados rediseña patrones para optimizar el uso de materiales textiles (hilo, telas, prendas u otros).
- 6,7 % de los encuestados no tiene ninguna práctica específica de reducción de residuos.

Ahora bien, al consultar a las empresas sobre el tipo de materiales alternativos o reciclados que realizan, la encuesta arrojó los siguientes resultados:

- 36,7 % de los encuestados utiliza materiales reciclados a partir de residuos plásticos.
- 26,7 % de los encuestados utiliza materiales reciclados a partir de textiles reciclados después del consumo o del proceso industrial.
- 6,7 % de los encuestados utiliza materiales reciclados a partir de fibras naturales.
- 46,7 % de los encuestados utiliza materiales reciclados de otro tipo no especificado.

4. Uso de materiales

Gráfica 12. Origen de la mayoría de los materiales utilizados



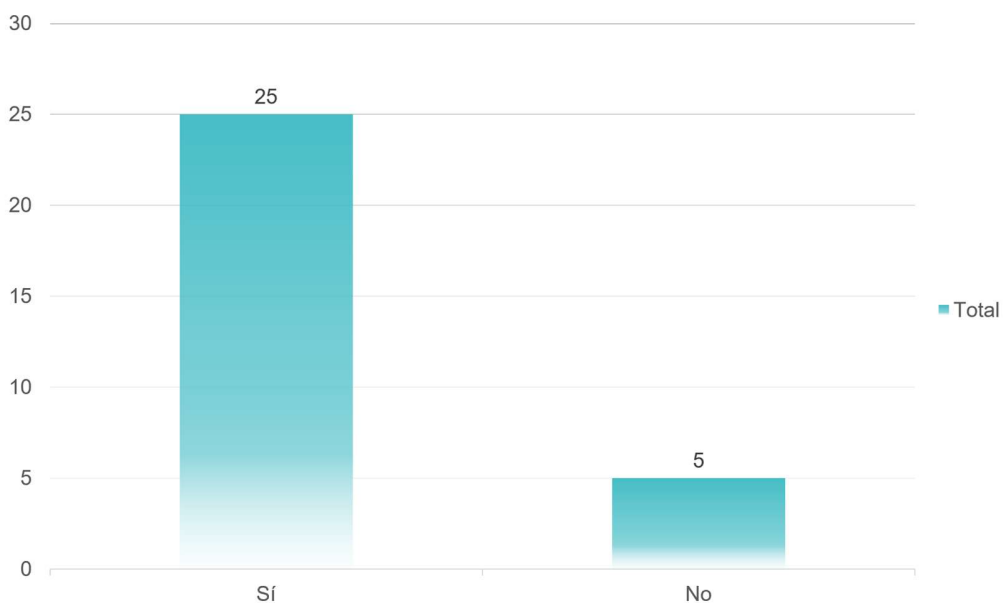
Con respecto al origen de los materiales utilizados por las pymes del sector textil, los resultados indican que el 83,3 % de las pymes del sector textil utiliza materia prima virgen, mientras que solo un 16,7 % emplea material reciclado como fuente principal. Este desequilibrio subraya una dependencia predominante de los materiales vírgenes, lo cual presenta importantes implicaciones tanto para la sostenibilidad ambiental como para la competitividad de estas empresas en un mercado cada vez más orientado hacia la economía circular; las siguientes son algunas de esas implicaciones:

- La alta utilización de materia prima virgen implica mayores niveles de extracción de recursos naturales, lo que aumenta la huella ecológica del sector textil en términos de emisiones de carbono, consumo de agua y generación de residuos. Este modelo de producción no es sostenible a largo plazo y plantea desafíos frente a las normativas ambientales y las demandas de mercados tanto nacionales como internacionales.

- Estos resultados también reflejan las barreras estructurales de las pymes, como el acceso limitado a proveedores de materiales reciclados, los costos asociados a la transición hacia estos materiales o el desconocimiento de los beneficios económicos y competitivos que ofrece su adopción.
- La baja adopción de materiales reciclados resalta una oportunidad significativa para diseñar estrategias que fomenten la transición hacia estos recursos. Las políticas públicas, los incentivos fiscales y los programas de capacitación juegan un papel crucial en este proceso.

Mientras tanto, el 16,7 % de las pymes que ya utiliza materiales reciclados tiene la posibilidad de destacarse como líder en sostenibilidad dentro del sector. Estas empresas pueden capitalizar su compromiso con prácticas responsables para atraer consumidores conscientes y participar en cadenas de suministro más sostenibles.

Gráfica 13. ¿La empresa compra materias primas a proveedores locales?

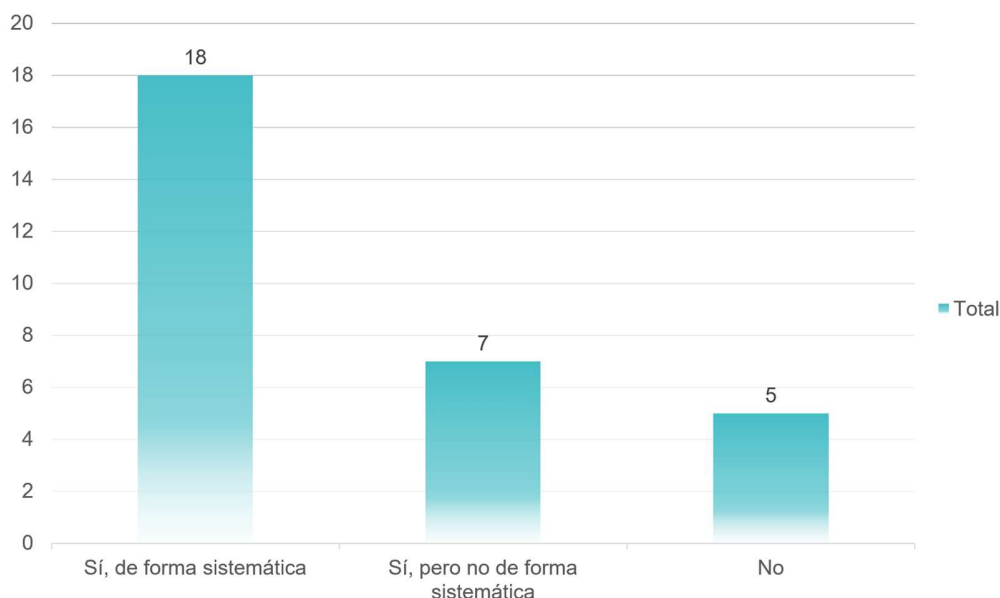


Que el 83,3 % de las pymes compre sus materias primas a proveedores locales destaca el apoyo a la economía local y tiene a su vez implicaciones estratégicas y

sostenibles como el fortalecimiento de esta economía, impulsando el crecimiento de otras pymes proveedoras, generando empleos y fomentando encadenamientos productivos dentro del sector. Sin embargo, es claro que en el espectro de las empresas consultadas, si bien algunas compran localmente favoreciendo otras industrias locales, otras compran localmente a distribuidores por falta de músculo financiero para hacer la importación directa de insumos o debido al tamaño de su operación, y en ese caso, dependiendo del origen, no se elimina la reducción de la huella de carbono asociada al transporte, pero dependiendo la cercanía del proveedor, se podría considerar un impacto en la misma y a las emisiones asociadas al transporte de materias primas desde otros países, lo que beneficia al medioambiente y se relaciona íntimamente con la economía circular. Igualmente, se generan ventajas competitivas por tener relaciones comerciales cercanas y capacidad de adaptabilidad del proveedor a las necesidades de la empresa, y se fortalece la imagen de esta como actor responsable y comprometido con su región.

El 16,7 % de las empresas que importan sus materias primas tiene desafíos importantes respecto a la disponibilidad de los recursos y a que estos se acojan a sus necesidades, y esta dependencia de insumos externos puede interrumpir la cadena de suministros y generar una volatilidad con respecto a los precios y las barreras logísticas.

Gráfica 14. ¿La empresa implementa prácticas de ahorro de agua y energía?

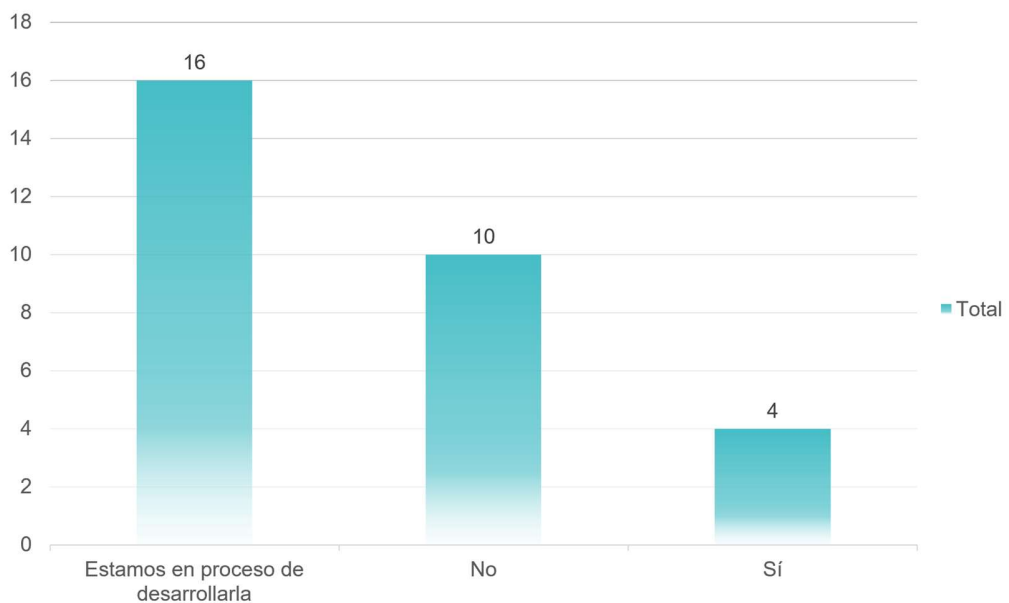


Con respecto a la implementación del ahorro de agua y energía, los resultados obtenidos reflejan diferentes niveles de compromiso por parte de las pymes del sector textil. El 60 % de las empresas indica que aplica estas prácticas de manera sistemática, lo que significa que están respaldadas por políticas internas, tecnologías e indicadores de seguimiento que permiten mejorar los beneficios económicos de las empresas. Otro 23,3 % afirma que lo hace, pero sin un enfoque estructurado, lo que podría indicar que sin bien están orientados hacia enfoques sostenibles, carecen de procesos organizados que pueden estar relacionados con limitaciones de infraestructura, tecnología, conocimiento técnico, apoyo financiero, entre otros aspectos; este es un grupo de interés puesto que tiene gran potencial para desarrollar iniciativas sostenibles sistemáticas con asesorías y capacitaciones que les permitan estructurar los esfuerzos y consolidar políticas y programas de ahorro en el consumo de estos servicios. Sigue persistiendo un porcentaje del 16,7 % que admite que no implementa dichas prácticas, las cuales pueden estar influenciadas por la falta de conocimiento, capacitaciones, infraestructura física y

tecnológica, e incluso por la resistencia o la negligencia por parte de la dirección para abordar con seriedad factores no solo ambientales y económicos, sino de nivel regulatorio local, nacional e internacional.

5. Cultura organizacional

Gráfica 15. ¿La empresa cuenta con una política de sostenibilidad o de economía circular?



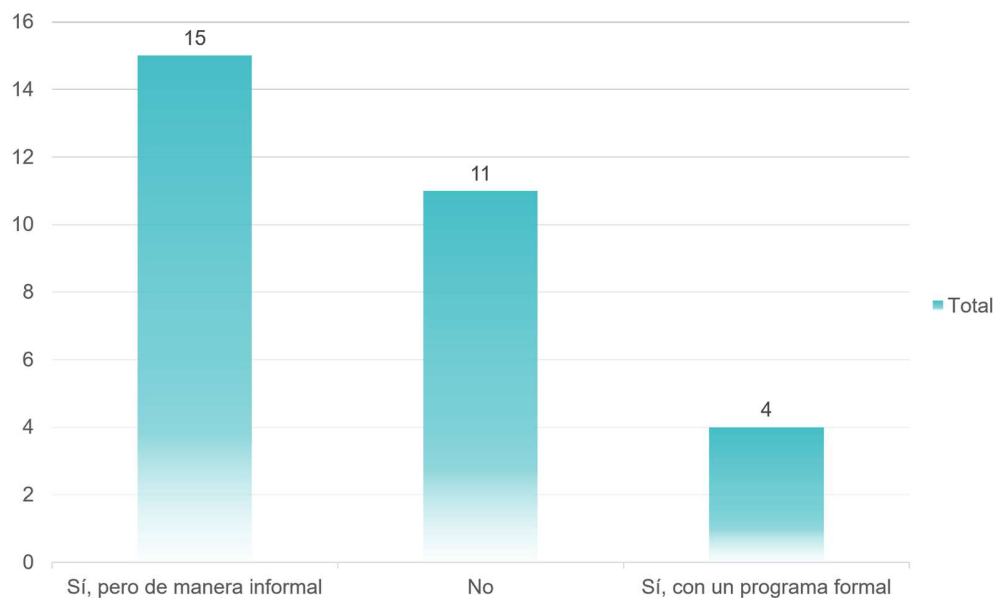
Al indagar por la implementación de políticas de sostenibilidad y economía circular en las pymes del sector textil, los resultados muestran que el 53,3 % se encuentra en su construcción, lo que indica un interés creciente en adoptar estrategias sostenibles y la necesidad de adoptarlas para cumplir con las disposiciones legales y los acuerdos internacionales, como el de París 2015, los ODS de la ONU, los convenios de Basilea, memorandos de entendimiento como el firmado por Colombia y los Países Bajos, el Protocolo de Kioto, los documentos Conpes 3242, 3874 y 3934, a nivel local, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Plan de Adaptación al Cambio Climático, entre otros que se han abordado en este trabajo. Sin embargo, este resultado también indica que muchas empresas están en etapas iniciales de desarrollo y requieren apoyo técnico,

financiero o metodológico para consolidar políticas y ponerlas en marcha de tal manera que sean medibles y efectivas.

El 33,3 % de las empresas que no cuentan con este tipo de políticas evidencia una falta de priorización o conocimiento acerca de la importancia tanto económica como legal de integrar prácticas sostenibles en su modelo de producción, lo que podría implicar no solo sanciones y multas en el mediano plazo debido a la obligatoriedad de contar con este tipo de políticas, sino una desventaja competitiva, considerando la alta presión del mercado, los gobiernos y los consumidores con respecto a prácticas más responsables.

En relación con el 13,3 % de las pymes de la industria textil de Medellín y el Valle de Aburrá, que cuentan con políticas de sostenibilidad y economía circular, aunque es un porcentaje bajo, son un ejemplo y pueden servir como referentes para la aplicación de mecanismos sostenibles en la actividad productiva, sin desconocer que ya cuentan con un potencial para capitalizar su compromiso mejorando su posicionamiento en el mercado, accediendo a los consumidores más conscientes y cumpliendo con los estándares internacionales que serán de obligatorio cumplimiento en el mediano plazo.

Gráfica 16. ¿La empresa capacita a sus empleados en prácticas de sostenibilidad o economía circular?

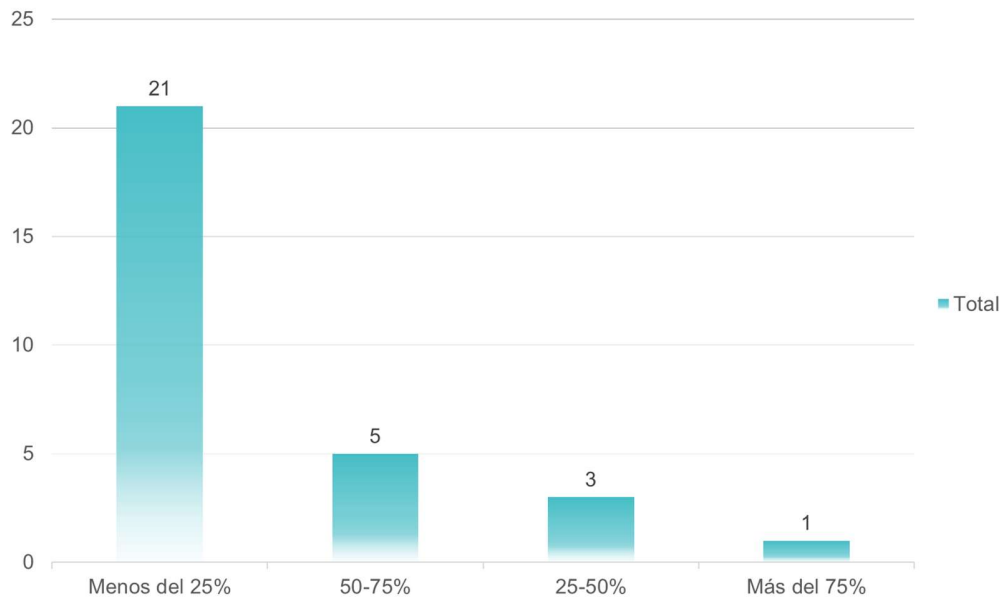


Aunque solo el 13,3 % de los empleados recibe capacitaciones formales, lo que evidencia un compromiso inicial con la institucionalización de este conocimiento, es destacable que el 50 % reciba formación de manera informal, reflejando una preocupación por abordar estos temas, aunque sea de manera menos estructurada. Sin embargo, el dato más significativo es que el 53,3 % de las empresas se encuentra en proceso de implementar este tipo de programas, lo cual indica una tendencia hacia la integración de estas prácticas en sus estrategias organizacionales que es necesario aplicar.

Este escenario pone en evidencia tanto las oportunidades como los desafíos que enfrentan las empresas en su transición hacia modelos más sostenibles y alineados con la economía circular. Desde una perspectiva estratégica, resulta crucial que las organizaciones adopten un enfoque más formalizado y sistemático en la capacitación de sus empleados, lo cual no solo fortalecerá su compromiso con el desarrollo sostenible, sino que también generará ventajas competitivas a largo plazo

en un mercado cada vez más orientado hacia prácticas responsables y un entorno global que así lo exige.

Gráfica 17. ¿Qué porcentaje de empleados ha recibido formación en economía circular o en prácticas sostenibles?

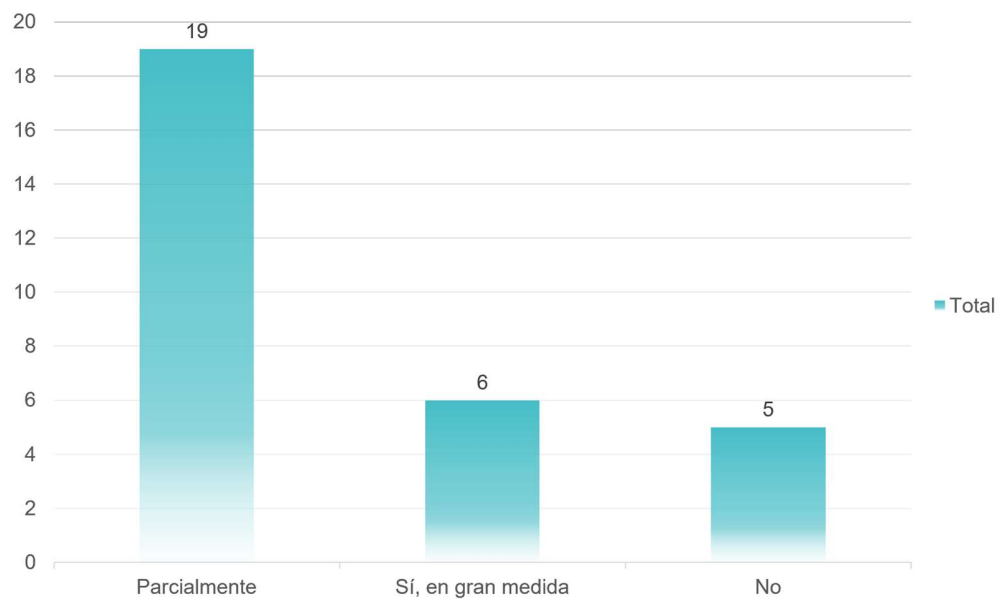


El análisis de los datos sobre la formación de empleados en prácticas de sostenibilidad y economía circular revela un panorama en el que la mayoría de las organizaciones aún tiene un largo camino por recorrer en términos de inclusión y alcance de estos programas. Con un 70 % de las empresas reportando que menos del 25 % de sus empleados ha recibido capacitación en estos temas, se evidencia una falta de enfoque sistemático y generalizado hacia la sostenibilidad en la gestión del talento humano. Solo un porcentaje reducido de organizaciones, el 3,3 %, muestra niveles significativos de formación, al capacitar a más del 75 % de su fuerza laboral.

Estos resultados destacan la urgencia de desarrollar estrategias integrales que promuevan la formación en sostenibilidad y economía circular como elementos clave para el desarrollo organizacional. La combinación de una capacitación limitada y la falta de programas formales sugiere una oportunidad crítica para que

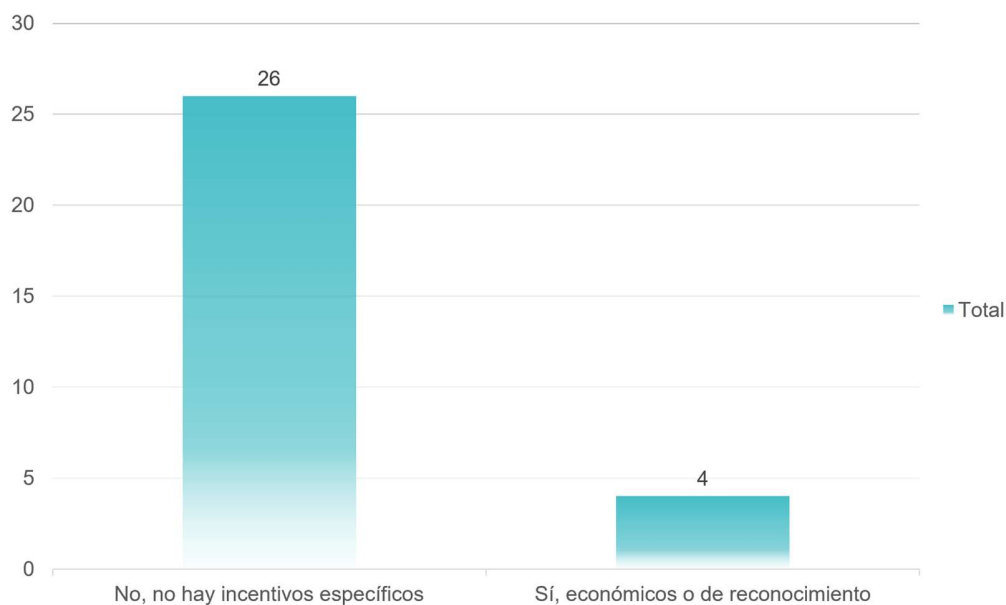
las empresas adopten un rol más proactivo en la preparación de sus empleados para enfrentar los desafíos de un entorno cada vez más orientado hacia la sostenibilidad.

Gráfica 18. ¿Considera que el equipo de trabajo está comprometido con la implementación de prácticas sostenibles?



El análisis sobre el compromiso del equipo de trabajo con la implementación de prácticas sostenibles refleja una realidad en la cual, aunque existe un reconocimiento de la importancia de estas iniciativas, su adopción plena aún enfrenta barreras significativas. Con un 63,3 % de las empresas reportando un compromiso parcial y únicamente un 20 % indicando un alto nivel de compromiso, se observa que las prácticas sostenibles no han sido plenamente integradas en la cultura organizacional. Además, el hecho de que un 16,7 % declare que no está comprometido resalta la necesidad de un mayor esfuerzo por parte de las organizaciones para fomentar una mentalidad proactiva frente a la sostenibilidad.

Gráfica 19. ¿Existen incentivos para los empleados que participan en prácticas de economía circular?



El análisis de los incentivos ofrecidos a los empleados que participan en prácticas de economía circular revela una clara limitación en la implementación de estrategias que motiven y refuercen el compromiso con la sostenibilidad. Con un 86,7 % de las empresas que indica que no cuenta con incentivos y solo un 13,3 % que reporta que existen recompensas para estas iniciativas, se evidencia una ausencia de mecanismos estructurados que promuevan la adopción de prácticas sostenibles entre los colaboradores, aspecto que es altamente relevante para lograr una implementación de prácticas sostenibles en las pymes que pueda consolidarse en el tiempo.

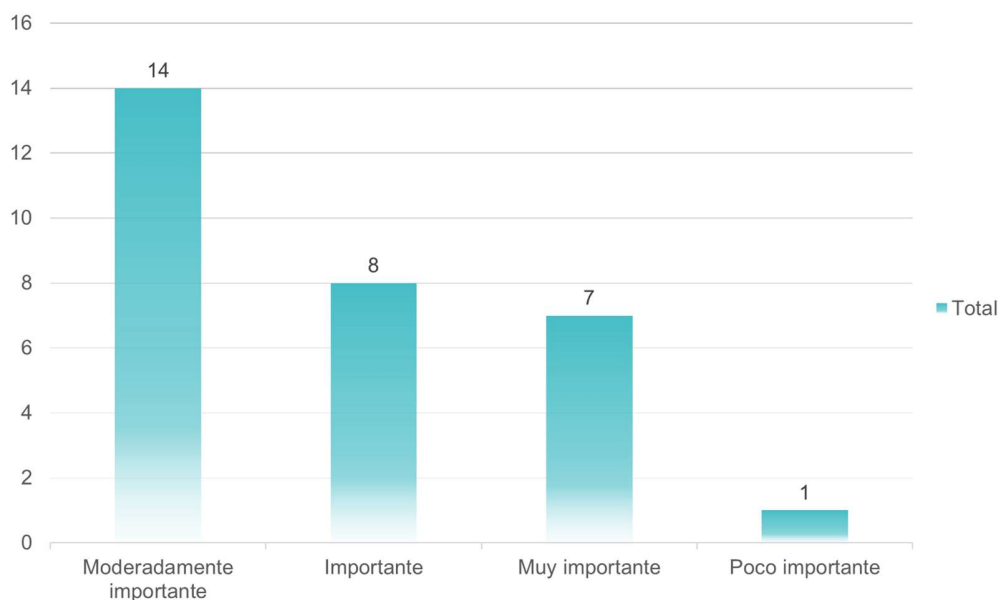
6. Novedades y retos para la implementación de la economía circular

El análisis de los principales desafíos para adoptar un sistema de gestión basado en la economía circular revela una serie de barreras clave que limitan la transición hacia modelos empresariales más sostenibles. El desafío más recurrente, señalado por el 50 % de los encuestados, son los costos de implementación, lo cual refleja la necesidad de desarrollar estrategias que equilibren las inversiones iniciales con los

beneficios a largo plazo que estos sistemas pueden generar. Adicionalmente, el 43,3 % de los encuestados indica una falta de conocimiento o experiencia, y subraya la importancia de la formación especializada y el desarrollo de capacidades internas para abordar las complejidades de la economía circular.

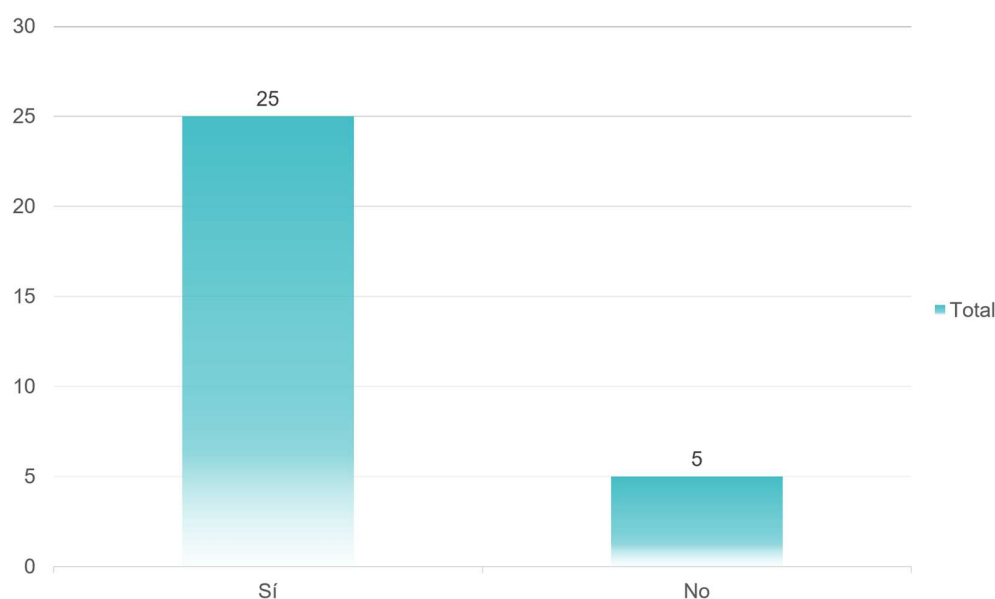
La resistencia al cambio en los equipos, mencionada por el 16,7 % de los encuestados, evidencia la necesidad de promover una cultura organizacional que valore la sostenibilidad como un componente esencial del negocio. Por último, la falta de proveedores de materiales sostenibles, identificada por el 33,3 % de los encuestados, pone de manifiesto los retos externos que enfrentan las empresas para integrar estos modelos, destacando la importancia de fortalecer las cadenas de suministro alineadas con los principios de economía circular, aunque vale la pena destacar que esta respuesta también puede deberse al desconocimiento de la existencia y la oferta de productos sostenibles por parte de los diferentes proveedores de la cadena, más que a la ausencia de estos.

Gráfica 20. ¿Cuánta importancia tiene para la empresa mejorar sus prácticas sostenibles?



El análisis sobre la importancia que las empresas atribuyen a la mejora de sus prácticas sostenibles revela un panorama de interés creciente, aunque todavía marcado por ciertas diferencias en su prioridad estratégica. Con un 46,7 % de las empresas considerándolo moderadamente importante y un 26,7 % que lo califica como importante, existe una inclinación hacia el reconocimiento de la sostenibilidad como un aspecto relevante, aunque no necesariamente central, en sus operaciones. Cabe destacar que solo un 23,3 % de las empresas lo perciben como muy importante, lo que indica que aún queda un camino por recorrer para posicionar estas prácticas como un pilar esencial de la estrategia empresarial. Por otro lado, el 3 % que considera que la mejora en sostenibilidad no tiene importancia refleja un rezago que puede representar riesgos frente a las demandas del mercado, las expectativas de los *stakeholders* y el cumplimiento de la regulación al respecto.

Gráfica 21. ¿La empresa estaría interesada en participar en programas de formación de economía circular?



El análisis sobre el interés de las pymes en participar en programas de formación en economía circular refleja un panorama alentador en cuanto a la disposición de las organizaciones para adoptar medidas que promuevan modelos más sostenibles.

Con un 83,3 % de las empresas mostrando interés, se evidencia una tendencia positiva hacia la capacitación como herramienta clave para fortalecer el conocimiento y las habilidades necesarias para implementar principios de economía circular en sus operaciones. Este interés, además, confirma que existe una apertura significativa hacia el cambio y la innovación, a pesar de los desafíos previamente identificados.

Sin embargo, el 16,7 % de las organizaciones que no están interesadas resalta que aún persisten barreras que podrían estar relacionadas con la falta de recursos y de conocimiento, o con la visión estratégica en relación con los beneficios de estos programas, por lo que es fundamental desarrollar programas de formación en economía circular de manera accesible y adaptada a las necesidades específicas de las pymes, incentivando su participación mediante resultados medibles y claros para que estas decidan aprovechar las oportunidades y ventajas de incorporar prácticas sostenibles en el desarrollo de su actividad textil.

Al consultar a las empresas sobre los temas que consideran que serían más útiles en un programa de formación en economía circular, los resultados fueron los siguientes:

- 73,3 % de los encuestados manifestó su interés por la gestión y la reducción de residuos.
- 73,3 % de los encuestados considera importante profundizar en el tema de los modelos de negocios circulares en la industria textil.
- 66,7 % de los encuestados indica la relevancia de establecer las alianzas estratégicas en materia de sostenibilidad.
- 63,3 % de los encuestados se interesa en estrategias para optimizar el uso de materiales.
- 53,3 % de los encuestados halla interesante el tema del diseño sostenible y la ecoinnovación.

Además, se consultó a las empresas cuáles de sus áreas podrían beneficiarse de un sistema de gestión basado en la economía circular, y el 76,7 % de los encuestados consideró que el área más importante a beneficiarse sería la de producción, seguida de *marketing* y ventas con el 66,7 %; sin embargo, otro grupo de encuestados considera que la cadena de suministro en general debería poder beneficiarse de un sistema de gestión de economía circular (60 %), y otros asocian directamente el tema con el área específica de gestión de residuos y sostenibilidad (53,3 %).

Estos hallazgos subrayan que las empresas tienen claras oportunidades para abordar la economía circular desde diversos frentes, pero también enfrentan el reto de diseñar programas de formación que aborden estos intereses de manera integral y eficaz. La implementación de iniciativas que combinen el desarrollo de capacidades con el fortalecimiento de áreas clave será esencial para consolidar modelos sostenibles que generen tanto ventajas competitivas como un impacto positivo en el entorno, y no solo como una respuesta a presiones regulatorias y sociales, para esto es fundamental que los programas de formación en economía circular sean diseñados de manera accesible y adaptada a las necesidades específicas de las empresas, incentivando su participación mediante resultados medibles y claros.

Al final de la encuesta se abrió un espacio para el registro de comentarios finales por parte de los encuestados, y solo el 10 % de los mismos realizó los siguientes comentarios:

“Difundir esta encuesta a los sectores productivos sería de gran ayuda para mejorar el ecosistema”.

“Actualmente seguimos muy atrasados en Colombia por la falta de proveedores que ofrecen materiales alternativos de uso sostenible a pequeñas empresas sin caer en temas como el PET, que para nosotras nunca ha sido una opción; necesitamos telas que sean biodegradables cuando las prendas cumplan su vida útil. La piña y el

cáñamo que ofrece el mercado nacional todavía tiene un tacto, un grosor y una composición que no se justifica o es adecuada para prendas superiores. No todo el mercado ama las prendas de segunda, necesitamos opciones como las que se consiguen en otros mercados”.

“Excelente sería recibir capacitaciones del tema; muchas veces no se ejecutan buenas prácticas por desconocimiento”.

Desarrollo del trabajo

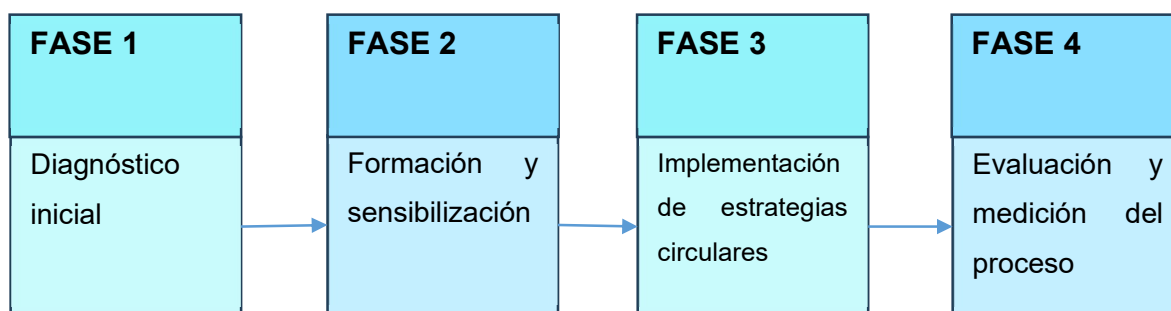
La economía circular se ha convertido en un paradigma fundamental para la transición hacia un desarrollo sostenible en el sector productivo. En el sector textil, la aplicación de estos modelos puede generar eficiencia en el uso de los recursos, minimizar los residuos y promover la innovación en los procesos productivos. Esta propuesta metodológica tiene como eje central la formación en economía circular y la implementación de un sistema de indicadores que permita evaluar la evolución del proceso de incorporación de estos modelos en las pymes del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana.

Con base en los resultados derivados del instrumento de recolección de información que se aplicó a través del presente ejercicio de investigación, puede decirse que el desarrollo de una plataforma metodológica que facilite a las pymes del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana la incorporación de modelos de economía circular en su estrategia organizacional permitiría:

- Diseñar un sistema de formación en economía circular adaptado a las necesidades del sector.
- Implementar un sistema de indicadores para medir la evolución del proceso de incorporación de la economía circular.
- Evaluar la relación de estos indicadores con los paradigmas teóricos de la economía circular en Colombia y el mundo.

A continuación, se describen las fases de aplicación de la propuesta metodológica:

Imagen 5. Fases de aplicación de la propuesta metodológica



Fase 1: Diagnóstico inicial

- **Identificación de oportunidades y desafíos para las pymes en la transición hacia la economía circular**

La economía circular (EC) se posiciona como un modelo transformador para el desarrollo sostenible, promoviendo la eficiencia en el uso de recursos, la reducción de residuos y la regeneración de sistemas productivos (Ellen MacArthur Foundation, 2013). En el contexto de las pymes del sector textil de Medellín y su Área Metropolitana, los resultados de la encuesta analizada ofrecen una visión detallada del nivel de adopción de prácticas circulares, así como de las oportunidades y los desafíos que enfrentan estas organizaciones en su transición hacia este paradigma. Este análisis identifica factores clave que pueden potenciar la competitividad de las pymes y contribuir al desarrollo económico y ambiental de la región, utilizando como base los datos empíricos del instrumento de investigación y referencias académicas y normativas relevantes.

Los resultados de la encuesta revelan varias oportunidades que las pymes textiles pueden aprovechar para alinearse con los principios de la economía circular, fortaleciendo su posición en el mercado y respondiendo a las demandas de sostenibilidad.

1. Conocimiento del mercado y experiencia consolidada: El 83,3 % de las pymes encuestadas tiene más de 10 años de operación, lo que indica un profundo entendimiento de las dinámicas del sector textil, incluyendo las tendencias y las preferencias de los consumidores. Esta experiencia puede ser un activo para implementar estrategias circulares innovadoras, como la producción bajo demanda (76,2 % de los encuestados), que evita la sobreproducción y reduce el desperdicio, alineándose con el principio de *cerrar el ciclo* de la EC (Kirchherr *et al.*, 2017).
2. Uso de materiales reciclables y acceso a proveedores sostenibles: El 73,3 % de las empresas utiliza hilados sintéticos como Nylon y poliéster, materiales

que cuentan con una oferta de suministro de materiales sostenibles como filamentos reciclados (posproducción o posconsumo), filamentos biodegradables (permiten una descomposición orgánica acelerada de los mismos en condiciones específicas de localización, humedad, temperatura y bacterias), filamentos teñidos en la masa, que evitan la necesidad de realizar procesos de teñido en medio acuoso, previniendo el uso de agua y la generación de residuos en medio acuoso, y economizando el uso de energía, entre otros recursos. Los filamentos de Nylon y poliéster cuentan con potencial para ser reciclados posproducción y posconsumo, generando impactos sostenibles adicionales. Además, el 70 % cuenta con proveedores que ofrecen materiales sostenibles, y un 16,7 % está en proceso de integrarlos. Esto refleja una oportunidad para establecer alianzas estratégicas y redes de simbiosis industrial, permitiendo el acceso a materias primas secundarias y reduciendo la dependencia de recursos vírgenes (Bocken *et al.*, 2016). El hecho de que el 83,3 % compre a proveedores locales también favorece la reducción de la huella de carbono asociada al transporte, un aspecto clave de la sostenibilidad (Comisión Europea, 2020).

3. Reconocimiento de beneficios económicos y reputacionales: El 73,3 % de las pymes identifica que las prácticas circulares mejoran la reputación de la marca, mientras que el 66,7 % las asocia con el acceso a nuevos mercados. Esta percepción abre la puerta a estrategias de diferenciación competitiva, especialmente en un contexto donde los consumidores valoran cada vez más la sostenibilidad (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Asimismo, el 53,3 % reconoce la reducción de costos como un beneficio, lo que sugiere un potencial para optimizar los procesos y aumentar la rentabilidad a través de la eficiencia circular.
4. Interés en formación y capacitación: El 83,3 % de las empresas muestra disposición para participar en programas de formación en economía circular, destacando temas como la gestión de residuos (73,3 %) y los modelos de

negocio circulares (73,3 %). Este interés representa una oportunidad para desarrollar las capacidades internas y superar las barreras de conocimiento, un paso crucial para la adopción efectiva de la EC (Rizos *et al.*, 2016).

A pesar de las oportunidades, las pymes enfrentan obstáculos significativos que limitan su capacidad para implementar plenamente un modelo circular. Estos desafíos se desprenden de los datos de la encuesta y reflejan las barreras tanto internas como externas.

1. Falta de conocimiento y capacitación: El 43,3 % de las empresas señala la falta de formación como una barrera principal para adoptar prácticas circulares. Esto se ve agravado por el hecho de que solo el 13,3 % ofrece capacitaciones formales a sus empleados, y el 70 % capacita a menos del 25 % de su fuerza laboral. Esta carencia limita la comprensión de los beneficios económicos y ambientales de la EC, así como la implementación de estrategias avanzadas como el diseño sostenible o el reciclaje al final de la vida útil (Kirchherr *et al.*, 2017).
2. Dependencia de materiales vírgenes y gestión limitada de los residuos: El 83,3 % de las pymes utiliza materias primas vírgenes como fuente principal, y solo el 50 % realiza esfuerzos para reducir su uso. Además, el 53,3 % recicla o reutiliza menos del 25 % de sus residuos, mientras que el 61 % carece de políticas específicas para la reducción y el reciclaje de materiales. Esta dependencia y la gestión ineficiente de residuos contradicen los principios de la EC, aumentando la huella ecológica del sector y restringiendo su impacto positivo (OCDE, 2020).
3. Limitaciones financieras y percepción de costos: El 50 % de las empresas identifica los costos de implementación como el principal desafío, y el 13,9 % cita la falta de recursos financieros como una barrera. Esta percepción de la EC como un proceso costoso contrasta con estudios que demuestran su rentabilidad a largo plazo (Ellen MacArthur Foundation, 2015), pero refleja

una necesidad urgente de acceso a financiamiento verde y modelos de negocio que equilibren la inversión inicial con retornos sostenibles.

4. Cultura organizacional y resistencia al cambio: Solo el 13,3 % de las pymes cuenta con políticas formales de sostenibilidad, mientras que el 86,7 % no ofrece incentivos a empleados por prácticas circulares. Además, el 16,7 % reporta una falta de compromiso del equipo, lo que sugiere una resistencia cultural que dificulta la integración de la EC en las operaciones diarias (Rizos *et al.*, 2016). Este desafío se ve agravado por la falta de liderazgo estratégico, ya que solo el 23,3 % considera la sostenibilidad “muy importante”.
5. Acceso limitado a soluciones innovadoras: Aunque el 70 % tiene proveedores sostenibles, el 33,3 % señala la falta de oferta de materiales alternativos como un obstáculo. Comentarios de los encuestados destacan la escasez de telas biodegradables adecuadas (por ejemplo, de piña o de cáñamo) en el mercado local, lo que limita las opciones para diversificar con productos más sostenibles y satisfacer las demandas específicas del consumidor.

Los datos reflejan un panorama mixto: las pymes del sector textil de Medellín muestran avances incipientes hacia la EC, como la producción bajo demanda y el uso de materiales reciclables, pero su transición está limitada por barreras estructurales y culturales. Desde una perspectiva académica, esto coincide con los hallazgos de Kirchherr *et al.* (2017), quienes argumentan que la adopción de la EC en las pymes depende no solo de factores técnicos, sino también de la alineación con incentivos económicos y marcos regulatorios claros. En el contexto local, la alta dependencia de materiales vírgenes y la gestión ineficiente de residuos evidencian una desconexión con las normativas de la Unión Europea, como el Plan de Acción de Economía Circular (Comisión Europea, 2020), que prioriza la reducción de residuos y el uso de materias primas secundarias.

Sin embargo, el interés en la formación y las alianzas con proveedores locales sugieren un potencial latente para cerrar estas brechas. La combinación de la

experiencia sectorial y la disposición frente al aprendizaje posiciona a estas pymes como candidatas ideales para programas de apoyo que integren el financiamiento, la capacitación y las redes de colaboración, similares a los casos exitosos de simbiosis industrial en Kalundborg (Domenech *et al.*, 2019).

- **Levantamiento de información sobre los procesos productivos, la generación de residuos y la eficiencia de los recursos**

Los procesos productivos de las pymes textiles encuestadas muestran una combinación de prácticas tradicionales y esfuerzos incipientes con respecto a la circularidad. El 50 % de las empresas son medianas (50-250 empleados); el 36,7 %, pequeñas (10-49 empleados); y el 13,3 %, microempresas (<10 empleados), con un 83,3 % operando durante más de 10 años. Esta experiencia sugiere una base sólida para integrar innovaciones sostenibles.

1. Producción bajo demanda: El 76,2 % de las empresas fabrica según la demanda, una práctica que minimiza la sobreproducción y el desperdicio, alineándose con el principio de *mantener los recursos en uso* de la EC (Kirchherr *et al.*, 2017). Este enfoque responde a las dinámicas del mercado textil, donde la flexibilidad es clave y reduce los inventarios obsoletos.
2. Uso de materiales sintéticos: El 96 % utiliza materiales sintéticos, con un 73,3 % enfocándose en Nylon y poliéster. Aunque estos materiales tienen potencial para ser reciclados y cuentan con oferta de productos sostenibles, el 83,3 % depende de materias primas vírgenes como fuente principal, y solo el 16,7 % emplea materiales reciclados. Esto indica una oportunidad perdida para cerrar el ciclo de vida de los productos, ya que el uso predominante de recursos vírgenes aumenta la huella ecológica (Comisión Europea, 2020).
3. Diseño sostenible: Solo el 28,6 % diseña o rediseña productos para mayor durabilidad, y el 20 % optimiza patrones para reducir los desperdicios. Estas cifras reflejan un enfoque limitado hacia el diseño circular, un pilar esencial

para extender la vida útil de los productos y minimizar los residuos desde la etapa inicial del proceso productivo (Bocken *et al.*, 2016).

Aunque la producción bajo demanda es un avance, la dependencia de los materiales vírgenes y la escasa adopción del diseño sostenible evidencian procesos productivos anclados aún en un modelo lineal. La transición hacia la economía circular requiere integrar estrategias como el ecodiseño y el uso de materias primas secundarias, apoyadas en la experiencia del sector para adaptarse a las demandas del mercado.

En cuanto a la gestión de los residuos en las pymes textiles, revela un panorama preocupante, con prácticas que limitan el potencial circular del sector. El 83,3 % realiza una gestión diferenciada de los residuos, pero los niveles de reciclaje y reutilización son bajos.

1. Volumen de reciclaje y reutilización: El 53,3 % recicla o reutiliza entre el 0 % y el 25 % de sus residuos, mientras que solo el 10 % alcanza tasas del 75 %-100 %. Esta brecha indica una falta de estrategias estructuradas para maximizar el aprovechamiento de subproductos, un aspecto crítico de la EC (Ellen MacArthur Foundation, 2015).
2. Gestión de residuos textiles: El 63,3 % vende residuos a terceros, el 46,7 % tiene contratos con empresas de reciclaje, y el 36,7 % los reutiliza en otros procesos. Sin embargo, el 61 % carece de políticas específicas para la reducción, la reutilización o el reciclaje, y el 13,3 % elimina los residuos sin tratamiento. Estas prácticas reflejan una gestión reactiva más que estratégica, desaprovechando las oportunidades para cerrar ciclos.
3. Prácticas de reducción: El 60 % recicla los excedentes (hilos, telas, prendas), pero solo el 20 % rediseña los patrones para optimizar materiales, y el 6,7 % no implementa ninguna medida de reducción. Esto sugiere que las acciones se concentran en la etapa final del proceso (posproducción), en lugar de prevenir la generación de residuos desde el diseño.

La venta a terceros y las donaciones (63,3 %) son soluciones parciales que trasladan la responsabilidad del reciclaje fuera de la empresa, en lugar de integrarla en un sistema circular interno. La baja tasa de reutilización y la ausencia de políticas claras contradicen las metas de la economía circular, que priorizan la regeneración de los recursos (OCDE, 2020). La gestión de residuos representa un desafío estructural que requiere innovación y colaboración con actores externos, como empresas de reciclaje o redes de simbiosis industrial.

Otro de los aspectos a tener en cuenta en la configuración del modelo es la eficiencia en el uso de los recursos, que resulta ser un indicador clave de la sostenibilidad y la circularidad. Los datos muestran avances parciales, pero también barreras significativas en las pymes textiles.

1. Uso de materiales reciclados: El 42,9 % utiliza materiales reciclados o biodegradables, con un 36,7 % empleando residuos plásticos reciclados y un 26,7 % usando textiles posconsumo o posindustriales. Sin embargo, el 50 % no realiza esfuerzos para reducir el uso de materiales vírgenes, lo que limita la eficiencia y perpetúa la extracción de recursos naturales.
2. Ahorro de agua y energía: El 60 % implementa prácticas sistemáticas de ahorro de agua y energía, respaldadas por políticas internas, mientras que el 23,3 % lo hace de forma no estructurada. Sin embargo, el 16,7 % no aplica estas medidas, lo que puede estar vinculado a la falta de infraestructura o conocimiento técnico. Estas prácticas son esenciales para reducir los costos operativos y la huella ambiental, un beneficio reconocido por el 53,3 % de los encuestados.
3. Cadena de suministro: El 83,3 % compra materias primas localmente, lo que reduce las emisiones asociadas al transporte y fortalece la economía regional, aunque es importante aclarar que dado que algunas materias primas, como los filamentos de Nylon y poliéster, no cuentan en el país con una oferta de proveedores locales fabricantes de hilos sintéticos, dichas

compras, aunque locales, provienen de la importación de las materias primas, por lo que se hace relevante entonces concientizar además a las empresas respecto al impacto en la huella de carbono generado por la importación de estos productos según sus orígenes. Además, el 70 % tiene proveedores de materiales sostenibles, y el 16,7 % está en proceso de integrarlos, lo que sugiere un potencial para mejorar la eficiencia mediante alianzas estratégicas (Rizos *et al.*, 2016).

La eficiencia de los recursos está limitada por la dependencia de materiales vírgenes y la falta de adopción generalizada de prácticas avanzadas como el diseño optimizado o el reciclaje integral. Aunque el ahorro de agua y energía muestra compromiso, su implementación inconsistente y la baja integración de materiales reciclados reflejan una visión fragmentada de la economía circular. La compra local y las alianzas con proveedores sostenibles son fortalezas que pueden potenciarse para cerrar ciclos y reducir costos.

Fase 2: Formación y sensibilización

- **Diseño de un programa de capacitación en economía circular para empresarios y empleados**

Los datos de la encuesta realizada a pymes del sector textil en Medellín y su Área Metropolitana revelan un interés significativo (83,3 %) en programas de formación en EC, así como desafíos como la falta de conocimiento (43,3 %) y la necesidad de estrategias prácticas para integrar la circularidad en sus operaciones. Este programa de capacitación está diseñado para empresarios y empleados, con el objetivo de fortalecer las competencias en EC, alineadas con las necesidades identificadas: gestión de residuos (73,3 %), modelos de negocio circulares (73,3 %), alianzas estratégicas (66,7 %), optimización de materiales (63,3 %) y diseño sostenible (53,3 %). Incluye talleres prácticos sobre ecodiseño, reciclaje, reutilización y simbiosis industrial, adaptados al contexto local del sector textil.

En ese sentido, el presente trabajo propone un programa de capacitación en economía circular para empresarios y empleados del sector textil, estructurado de la siguiente manera:

Objetivos del programa

Objetivo general: Desarrollar capacidades técnicas y estratégicas en empresarios y empleados de pymes textiles para implementar los principios de la EC, mejorando su competitividad y su contribución al desarrollo sostenible.

Objetivos específicos:

- Capacitar en la identificación y la aplicación de estrategias circulares en los procesos productivos.
- Fomentar la adopción de modelos de negocio sostenibles que generen valor económico y ambiental.
- Facilitar la creación de redes y alianzas para optimizar los recursos y cerrar ciclos.
- Proporcionar herramientas prácticas mediante talleres para aplicar el ecodiseño, el reciclaje, la reutilización y la simbiosis industrial.

Estructura del programa

El programa se desarrollará en 40 horas, distribuidas en 5 módulos teórico-prácticos durante 4 semanas (10 horas semanales), combinando sesiones presenciales y virtuales para garantizar la accesibilidad. Está dirigido a empresarios (gerentes, directivos) y empleados (áreas de producción, diseño, gestión de residuos), con un enfoque participativo y adaptado a las realidades de las pymes textiles.

Módulo 1: Fundamentos de la economía circular (8 horas)

1. Contenido:

- 1.1. Conceptos clave de economía circular: Principios, beneficios y marco normativo (Comisión Europea, 2020).
- 1.2. Relevancia para el sector textil: Reducción de costos (53,3 % lo reconoce), acceso a los mercados (66,7 %) y cumplimiento regulatorio (70 %).
- 1.3. Diagnóstico inicial: Análisis de los procesos actuales basado en la encuesta (por ejemplo, 83,3 % usa materiales vírgenes, 53,3 % recicla <25 % de residuos).

2. Metodología: Conferencias interactivas y discusión grupal.

3. Resultado esperado: Comprensión básica de la economía circular y autodiagnóstico de prácticas actuales.

Módulo 2: Modelos de negocio circulares para la industria textil (8 horas)

1. Contenido:

- 1.1. Estrategias circulares: Producción bajo demanda (76,2 % ya lo aplica), venta de productos defectuosos (38,1 %), uso de materiales reciclados (42,9 %).
- 1.2. Diseño de modelos de negocio: servitización, *upcycling* y economía colaborativa (Bocken *et al.*, 2016).
- 1.3. Casos de éxito locales e internacionales (por ejemplo, empresas que reciclan 75 %-100 % de residuos, 10 %).

2. Metodología: Análisis de casos y ejercicio de diseño de modelo circular propio.

3. Resultado esperado: Propuesta preliminar de modelo de negocio circular adaptado a cada pyme.

Módulo 3: Gestión y reducción de residuos (8 horas)

1. Contenido:

- 1.1. Diagnóstico de residuos: 53,3 % recicla <25 %, 61 % sin políticas claras.
- 1.2. Estrategias de reducción: Optimización de patrones (20 % lo hace), reciclaje de excedentes (60 %).
- 1.3. Gestión integral: Clasificación (10 % no lo hace), contratos con recicladores (46,7 %) y venta a terceros (63,3 %).

2. **Metodología:** Conferencia y taller práctico.

3. **Resultado esperado:** Plan básico de gestión de residuos con metas medibles.

Módulo 4: Optimización de recursos y alianzas estratégicas (8 horas)

1. Contenido:

- 1.1. Uso eficiente de materiales: Transición de vírgenes (83,3 %) a reciclados (16,7 % lo usa), ahorro de agua/energía (60 % sistemático).
- 1.2. Alianzas: 70 % tiene proveedores sostenibles, pero 33,3 % percibe la falta de oferta.
- 1.3. Redes de colaboración: Simbiosis industrial y economía local (83,3 % compra localmente).

2. **Metodología:** Taller práctico y dinámica de *networking*.

3. **Resultado esperado:** Estrategia de optimización de recursos y mapa de aliados potenciales.

Módulo 5: Talleres prácticos sobre estrategias circulares (8 horas)

1. **Contenido y estructura:** Ver sección detallada abajo.

2. **Resultado esperado:** Prototipos y planes prácticos para implementar estrategias circulares.

Implementación de talleres prácticos sobre estrategias circulares

Los talleres prácticos, integrados en el Módulo 5, se diseñan para abordar las prioridades identificadas por los encuestados y fomentar la aplicación directa de la EC. Se desarrollarán en 4 sesiones de 2 horas cada una, con un enfoque *hands-on* y materiales del contexto textil local.

Taller 1: Ecodiseño (2 horas)

Objetivo: Diseñar productos textiles optimizados para durabilidad y reciclabilidad.

1. Actividades:

- 1.1. Introducción al ecodiseño: Principios de diseño modular y reducción de residuos (Bocken *et al.*, 2016).
- 1.2. Ejercicio: Rediseñar un patrón de prenda para minimizar los desperdicios (solo 20 % lo hace actualmente).
- 1.3. Materiales: Telas sintéticas (Nylon/poliéster, 73,3 % lo usa), *software* básico de diseño.

2. Resultado: Prototipo de patrón optimizado y plan para integrarlo en producción.

Taller 2: Reciclaje (2 horas)

Objetivo: Desarrollar un sistema interno de reciclaje de residuos textiles.

1. Actividades:

- 1.1. Análisis de residuos actuales: Excedentes de hilos/telas (60 % recicla).
- 1.2. Diseño de proceso: Clasificación (10 % no lo hace), reciclaje mecánico/químico.
- 1.3. Práctica: Clasificar y transformar un residuo en materia prima secundaria.

2. Resultado: Esquema de reciclaje interno con flujo de materiales definido.

Taller 3: Reutilización (2 horas)

Objetivo: Crear productos a partir de materiales reutilizados.

1. **Actividades:**

- 1.1. Identificación de oportunidades: Residuos de empaque, productos defectuosos (38,1 % los vende).
- 1.2. Técnica de *upcycling*: Transformar los residuos en nuevos productos (por ejemplo, accesorios).
- 1.3. Práctica: Confeccionar un producto reutilizando sobrantes textiles.

2. **Resultado:** Prototipo de producto reutilizado y estrategia de comercialización.

Taller 4: Simbiosis Industrial (2 horas)

Objetivo: Establecer redes de colaboración para intercambiar recursos.

1. **Actividades:**

- 1.1. Conceptos de simbiosis: Ejemplos como Kalundborg (Domenech *et al.*, 2019).
- 1.2. Mapeo de actores: Proveedores sostenibles (70 %), recicladores (46,7 %), terceros (63,3 %).
- 1.3. Ejercicio: Diseñar una red local para intercambiar residuos/materiales.

2. **Resultado:** Plan de simbiosis con socios identificados y beneficios proyectados.

Fase 3: Implementación de estrategias circulares

Una vez desarrollado el programa de estudios propuesto, se deben implementar estas estrategias de economía circular como una oportunidad clave para impulsar el desarrollo sostenible, mejorar la eficacia de los recursos y fortalecer la competitividad en un mercado global cada vez más consciente del cuidado del medioambiente.

En el contexto de las pymes del sector textil de Medellín y el Valle de Aburrá, reconocido por su dinamismo y su creatividad, la transición hacia la economía circular no solo tiene el potencial de minimizar el impacto ambiental, sino también de maximizar los rendimientos de la empresa y fomentar la innovación. Al integrar prácticas de EC en sus operaciones, las pymes de este sector pueden posicionarse como líderes en sostenibilidad y responder a las necesidades de consumidores y mercados que exigen soluciones más responsables y conscientes en la elaboración de los productos demandados para lo que se requiere:

- **Aplicación de estrategias como el cierre de ciclos de materiales y energía:**

Este enfoque implica diseñar procesos productivos y de consumo de manera que los recursos utilizados no terminen como residuos, sino que sean reincorporados al sistema, maximizando su utilidad y reduciendo el impacto ambiental.

El cierre de ciclos de materiales consiste en reutilizar, reciclar o regenerar los materiales usados en la producción y en los productos finales. Por ejemplo, en el sector textil, esto podría significar recuperar fibras de prendas al final de su vida útil para fabricar nuevos tejidos o usar materiales reciclados en lugar de vírgenes.

Por su parte, el cierre de ciclos de energía busca aprovechar la energía generada en los procesos de producción para alimentar otras partes del sistema, reduciendo el desperdicio y la dependencia de fuentes externas. Por ejemplo, las fábricas textiles pueden instalar sistemas de recuperación de calor o usar energía renovable para cerrar este ciclo.

- **Uso de materiales reciclables:**

El uso de materiales reciclables implica emplear materias primas que han sido procesadas previamente y que, tras cumplir su ciclo de vida inicial, se vuelven a utilizar para fabricar nuevos productos. Este enfoque es

fundamental para reducir la dependencia de recursos naturales vírgenes y disminuir la generación de desechos.

La aplicación en el sector textil puede incluir:

1. Fibras recicladas: Reutilización de materiales como el algodón, poliéster o Nylon provenientes de prendas antiguas (reciclaje posconsumo) o residuos industriales (reciclaje posproducción).
2. Tejidos reciclables: Creación de tejidos diseñados para ser desmontados y reaprovechados fácilmente.
3. Innovación en los procesos: Uso de tecnologías avanzadas para transformar los residuos textiles en nuevas fibras de alta calidad.

- **Optimización de los recursos y reducción de los residuos:**

Estas estrategias son clave porque buscan mejorar la eficiencia en el uso de materiales, energía y otros insumos, mientras se minimiza la generación de desperdicios durante los procesos productivos.

Optimización de los recursos:

1. Maximizar el uso: Significa aprovechar al máximo los recursos disponibles, asegurándose de que cada material, herramienta o energía utilizada cumpla con su propósito en el proceso productivo.
2. Procesos eficientes: Implementar tecnologías y métodos que reduzcan el consumo innecesario de insumos, como maquinaria eficiente, la automatización o el reciclaje interno.
3. Reutilización de materiales: En el sector textil, esto significa aprovechar los tejidos sobrantes o reciclar fibras para nuevos productos.

Reducción de residuos:

1. Prevención: Diseñar productos y procesos que generen menos desperdicio desde el principio, como patrones de diseño que minimicen los cortes innecesarios en los textiles.
2. Reciclaje: Transformar los residuos generados en nuevas materias primas o productos útiles.
3. Gestión de residuos: Implementar sistemas que permitan manejar de manera sostenible los desechos inevitables, evitando que lleguen a los vertederos.

- **Incorporación de principios de reutilización y reciclaje en la cadena de valor:**

Esto implica integrar estrategias que maximicen el aprovechamiento de materiales y productos a lo largo de todo su ciclo de vida, es decir:

Reutilización de materiales y productos:

1. Diseñar productos que puedan ser usados varias veces, reparados o actualizados.
2. Reaprovechar los excedentes de materiales en nuevos procesos de producción, como los sobrantes de telas en el sector textil, para crear nuevos productos.

Reciclaje dentro de la cadena de valor:

1. Recuperar y procesar los materiales al final de su vida útil para transformarlos en materias primas.
2. Implementar sistemas de logística inversa para recolectar productos usados y reincorporarlos en la cadena productiva.

Diseño para la circularidad:

1. Crear productos desde el inicio que sean fácilmente desarmables y reciclables.
2. Elegir materiales que puedan ser reciclados sin que pierdan calidad.
3. Desarrollo de alianzas con otros actores de la cadena productiva: Colaboración estratégica entre empresas, proveedores, clientes, instituciones y otros involucrados en los procesos de producción y distribución; busca maximizar los beneficios mutuos, impulsar la innovación y fortalecer la sostenibilidad.

Esta práctica implica:

1. Colaboración para la eficiencia, es decir, compartir recursos, conocimientos y tecnologías para mejorar la calidad de los productos o servicios y reducir costos; esto significa, para el sector textil, incluir acuerdos con proveedores de materiales reciclables o asociaciones para la logística sostenible.
2. Innovación conjunta: En este punto se hace esencial trabajar con universidades, centros de investigación y *startups* para desarrollar nuevos métodos, procesos o productos más sostenibles.
3. Sostenibilidad compartida: Consiste en implementar prácticas circulares a lo largo de la cadena de valor con el apoyo de todos los actores, e incluye garantizar que cada etapa del proceso respalde la economía circular, como el reciclaje en los puntos de venta o la logística inversa.

- **Introducción de tecnologías limpias y prácticas de producción sostenible:**

Implica adoptar métodos y herramientas que minimicen el impacto ambiental en los procesos industriales, al tiempo que se promueven la eficiencia y el cuidado de los recursos naturales.

1. **Tecnologías limpias:** Son tecnologías diseñadas para reducir o eliminar las emisiones contaminantes, optimizar el uso de los recursos y mitigar el impacto ambiental; esto significa para el sector textil, por ejemplo, emplear maquinaria eficiente con menor consumo energético, uso de tintes y productos químicos no tóxicos o biodegradables, implementar energías renovables como paneles solares para alimentar procesos productivos, adoptar sistemas de reciclaje de agua en los procesos de teñido y lavado, entre otras prácticas.
2. **Prácticas de producción sostenible:**
 - Diseños ecológicos que permitan crear productos con materiales reciclables o biodegradables, y fomentar patrones que minimicen los desperdicios en el corte y la confección.
 - Gestión eficiente de los recursos: Reducir el consumo de agua, energía y materias primas en cada etapa de la producción y reutilizar los residuos para nuevos procesos.
 - Producción responsable: Reducir las emisiones de carbono en el transporte y la distribución de productos, y trabajar con proveedores que compartan valores sostenibles.

Fase 4: Evaluación y medición del proceso

La aplicación de un sistema de indicadores para evaluar el impacto de la transición hacia la EC es fundamental en los procesos de las pymes del sector textil de

Medellín y el Valle de Aburrá porque permite garantizar la efectividad y la sostenibilidad de esta transición del modelo, puesto que:

- Los indicadores permiten cuantificar las reducciones en el uso de los recursos naturales, la generación de residuos y las emisiones de GEI.
- Ayudan a medir los ahorros económicos generados por la reutilización de materiales, la eficiencia energética y la disminución de desperdicios.
- Facilitan la evaluación del impacto social, como la generación de empleo sostenible o la mejora en la calidad de vida de los trabajadores y las comunidades.
- La medición continua permite a las empresas evaluar si están cumpliendo con sus objetivos de economía circular.
- Ayudan a identificar áreas de mejora y ajustes necesarios en los procesos productivos.
- Los indicadores proporcionan información concreta para que los empresarios tomen decisiones informadas sobre inversiones y estrategias.
- Facilitan priorizar proyectos o cambios que generen mayor impacto positivo.
- Permiten medir y comunicar los resultados de la EC y mejorar la reputación empresarial frente a los consumidores conscientes y los mercados globales.
- Los indicadores ayudan a acceder a certificaciones ecológicas y a cumplir con regulaciones ambientales que exigen pruebas tangibles de sostenibilidad.
- Analizar los resultados de los indicadores puede inspirar nuevas ideas y soluciones para optimizar los procesos, los materiales y los modelos de negocio.

- La medición del impacto por parte de las pymes textiles puede contribuir a la generación de políticas públicas que promuevan la sostenibilidad en el sector.

De acuerdo con lo anterior, se proponen los siguientes indicadores orientativos, los cuales servirán de guía para la elección y la adecuación en las empresas según se valide su aplicabilidad en función de los procesos productivos propios, el grado de madurez en torno a la EC de la empresa y las necesidades de la misma, a los cuales se les debe realizar un permanente seguimiento:

Tabla 8. Sistema de indicadores

Indicador	Utilidad en la metodología	Criterios de medición	Relación con paradigmas teóricos
Tasa de reutilización de textiles	Mide la cantidad de textiles reintroducidos en la cadena productiva de la empresa o destinados a otros fines como la venta de excedentes o saldos textiles (o segundas)	Porcentaje de materiales reutilizados sobre el total de los desechos generados	Principio de cierre de ciclos de materiales
Reducción de residuos textiles	Mide la disminución de desechos textiles en el sector, como desperdicios textiles propios de cada proceso productivo	Porcentaje de reducción de residuos por mes	Minimización de desechos y prevención de contaminación
Reducción de residuos propios de otros insumos	Mide la disminución del consumo de otros insumos como materiales de empaque, cartón, plástico, estibas, etc.	Porcentaje de reducción o reúso de residuos por mes	Minimización de desechos y prevención de contaminación
Porcentaje de materiales sostenibles utilizados	Medir la proporción de materias primas recicladas, orgánicas o con certificación sostenible en la producción	Porcentaje de materias primas recicladas, orgánicas o con certificación sostenible sobre el total de materias primas utilizadas	Diseño para el medioambiente, prevención de residuos, <i>cradle to cradle</i>

Indicador	Utilidad en la metodología	Criterios de medición	Relación con paradigmas teóricos
Rediseño de productos y procesos	Cuantificar y medir las iniciativas en desarrollo de productos y los procesos productivos, logísticos o de manejo de residuos	Cuantificar el impacto de implementación de nuevos productos y procesos que permitan cerrar el ciclo o disminuir la brecha actual	Diseño para el medioambiente, prevención de residuos, <i>cradle to cradle</i>
Eficiencia en el uso del agua	Evalúa la reducción del consumo de agua en los procesos productivos (por ejemplo, en procesos de tintorería y acabados)	M ³ de agua consumidos por unidad de producción	Uso eficiente de recursos hídricos y de los desechos hídricos de los procesos
Incorporación de energías renovables	Evalúa el uso de energía limpia en los procesos productivos	Porcentaje de energía renovable sobre el total de la energía utilizada	Descarbonización del sector y energías limpias
Simbiosis industrial	Mide el grado de colaboración con otras industrias para cerrar ciclos	Número de alianzas establecidas para el intercambio de materiales	Economía colaborativa y cierre de ciclos productivos
Nivel de conocimiento en economía circular	Evalúa el impacto de las capacitaciones y la formación	Encuestas de percepción antes y después de la capacitación	Aprendizaje organizacional y cultura empresarial sostenible
Retorno de inversión en iniciativas de economía circular	Evaluar los beneficios económicos derivados de la implementación de prácticas circulares	Medir la reducción de costos de materias primas o la generación de nuevos ingresos por la valorización de residuos o por mejores ventas de productos sostenibles	Viabilidad económica de la transición hacia un modelo circular
Porcentaje de ventas en negocios circulares (VNC)	Porcentaje de ventas en negocios circulares (VNC) con respecto a las ventas totales (V) $((VNC/V) \times 100)$	Seguimiento periódico (ej. mensual, trimestral) del valor de las ventas generadas por productos o servicios que se basan en modelos de negocio circulares (reutilización, refabricación, alquiler, etc.) en relación con las ventas totales de la empresa	Medir el grado en que una empresa está traduciendo los principios de la economía circular en resultados económicos concretos

Indicador	Utilidad en la metodología	Criterios de medición	Relación con paradigmas teóricos
Percepción y participación del cliente en materia de EC	Recopilar información sobre la conciencia y la disposición de los clientes frente a los productos textiles circulares	Mediante encuestas periódicas, medir la percepción del cliente respecto a la relevancia de los sistemas de producción alineados con la EC, medir su grado de conocimiento de la EC, medir la disposición y actitud del cliente frente a la EC, entre otros	La sostenibilidad como valor para el consumidor
Cumplimiento normativo en EC	Monitorear el cumplimiento de las regulaciones relacionadas con la gestión de residuos y la responsabilidad extendida del productor	Asegurar que los indicadores propuestos se alineen con los marcos de referencia nacionales como la Estrategia Nacional de Economía Circular, los ODS) y las iniciativas regionales relevantes para Medellín y el Valle de Aburrá. Realizar la medición del indicador mediante el porcentaje de normas aplicables cumplidas, el número de no conformidades identificadas en auditorías de cumplimiento y la evaluación del nivel de implementación de los requisitos normativos	Transición desde la economía lineal, cierre de ciclos de materiales e incentivar el ecodiseño

Indicador	Utilidad en la metodología	Criterios de medición	Relación con paradigmas teóricos
Logística inversa	Para empresas textiles, especialmente aquellas con modelos de responsabilidad extendida del productor (REP); incluir indicadores sobre la eficiencia de los sistemas de logística inversa para la recolección y gestión de productos al final de su vida útil	Porcentaje de recuperación de productos al final de su vida útil, porcentaje de retorno de productos textiles, eficiencia de la red de recolección, tasa de clasificación y clasificación defectiva de los productos recuperados para determinar su destino, tasa de reutilización y tasa de reciclaje, reducción de residuos enviados a vertederos gracias al sistema de logística inversa	Cerrar los ciclos (<i>closing the loop</i>) de vida de productos y materiales
Nivel de madurez de la EC	Considerar la vinculación de los indicadores con niveles de madurez en la adopción de la EC, como los propuestos en la revista <i>RAED</i> (escalas de C a AAA), para que las empresas puedan autoevaluar su progreso	Cuantificar, por medio de una ponderación de los diferentes indicadores de EC, el avance en materia de implementación de prácticas sostenibles en la empresa con el fin de medir el progreso en esta materia, asignando un peso a cada dimensión y a cada indicador dentro de la dimensión, reflejando su importancia estratégica para la EC y para los objetivos de la empresa, de tal manera que la ponderación pueda basarse en factores como el impacto ambiental, el potencial económico, la viabilidad de la implementación y la relevancia para los marcos de referencia del sector, regionales y/nacionales	Transición desde la economía lineal

Fuente: Elaboración propia.

Para la medición de los diferentes indicadores se deben definir diferentes criterios:

- **Definición clara y precisa:** Cada indicador debe estar claramente definido de forma específica para la empresa, especificando qué se está midiendo y cómo se calcula.
- **Unidades de medida estandarizadas:** Utilizar unidades de medida consistentes (por ejemplo, en porcentaje, kilogramos, litros, unidades monetarias, otros) para facilitar la comparación y el seguimiento.
- **Frecuencia de medición:** Establecer la frecuencia con la que se recopilarán y analizarán los datos para cada indicador (por ejemplo, mensual, trimestral, semestral, anual).
- **Fuentes de datos confiables:** Identificar las fuentes de datos internas (registros de recolección, facturas, inventarios, etc.) y externas (informes de gestores de residuos, datos de ventas, fuentes gubernamentales y municipales, etc.) que se utilizarán para el cálculo de los indicadores.
- **Metas y objetivos:** Establecer metas y objetivos específicos para cada indicador, basados en las mejores prácticas de la industria, la normativa vigente y los objetivos de sostenibilidad de la empresa.
- **Seguimiento y comparación:** Realizar un seguimiento periódico del desempeño de los indicadores y compararlos con las metas establecidas, así como con los resultados de periodos anteriores, para identificar tendencias y áreas de mejora.
- **Benchmarking:** Comparar el desempeño de los indicadores con los de otras empresas del sector o con los estándares de la industria para identificar oportunidades de mejora y establecer objetivos más ambiciosos.
- **Contextualización:** Interpretar los resultados de los indicadores en el contexto específico de la empresa, considerando factores como el tipo de productos textiles, la infraestructura de recolección/reciclaje disponible y las características del mercado.

En el artículo “Medición de la economía circular en los clústeres de hábitat sostenible y moda y fabricación avanzada del Área Metropolitana del Valle de Aburrá”, publicado en la revista *RAED* de la Cámara de Comercio de Medellín, en su edición del 31 de octubre de 2024, se informa sobre el diseño de un índice de economía circular (IEC) y sus resultados; este índice, mediante una clasificación en nueve escalas, refleja el grado de alistamiento de las empresas para la EC. Estas escalas van desde la calificación C (grado de alistamiento crítico) hasta la AAA (grado de alistamiento excepcionalmente avanzado); en dicho artículo se indica que aproximadamente la mitad de las empresas encuestadas desconocían el concepto de EC (lo cual muestra una alineación con los resultados obtenidos de las encuestas realizadas en el presente trabajo, donde el 43,33 % de las respuestas indican que las pymes del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana presentan una falta de capacitación y conocimiento sobre la economía circular) y solo una cuarta parte había implementado estrategias relacionadas (de acuerdo con los resultados de la encuesta realizada en el presente trabajo, si bien los resultados de la misma indican que el 70 % de las micro, pequeñas y medianas empresas del sector textil de la ciudad de Medellín y el Área Metropolitana ha implementado prácticas de EC, solo un 23,3 % de las empresas percibe como muy importante mejorar sus prácticas sostenibles); es así como el IEC agregado para el clúster Moda y Fabricación Avanzada resulta en una calificación tipo C, es decir, que es crítico y tiene grandes oportunidades de mejora (Cano *et al.*, 2024).

Conclusiones

Las conclusiones de esta investigación resaltan que, si bien existe un interés creciente en las pymes del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana por mejorar su desempeño ambiental, la adopción efectiva de modelos de economía circular aún se encuentra en una etapa incipiente. Esto se evidencia, posiblemente, en los resultados de la encuesta, donde se buscó establecer el nivel actual de adopción de estos modelos en la industria local.

Un hallazgo crucial es la identificación de la falta de conocimiento y formación como una barrera significativa para la transición hacia la economía circular en las pymes del sector textil de la región. La encuesta reveló que un porcentaje importante de empresas carece de una comprensión profunda de los principios de la economía circular y de las estrategias prácticas para su implementación. Esta falta de conocimiento se manifiesta en la dificultad para identificar oportunidades de circularidad a lo largo de sus cadenas de valor y para implementar procesos que permitan la reutilización, el reciclaje o la reducción de residuos de manera efectiva.

A pesar de estos desafíos, la investigación también sugiere que las pymes del sector textil de Medellín y el Área Metropolitana reconocen la importancia de mejorar sus prácticas sostenibles. La economía circular se percibe, potencialmente según los resultados de la encuesta, como una vía para alcanzar beneficios tanto ambientales como económicos, incluyendo la reducción de costos operativos, la optimización del uso de los recursos y la posibilidad de acceder a nuevos mercados con una creciente demanda de productos sostenibles.

Para superar las barreras identificadas y fomentar una adopción más amplia de la economía circular, es fundamental desarrollar e implementar estrategias de formación y capacitación específicas para las necesidades de las pymes textiles de la región. Estas estrategias deben ir más allá de la sensibilización y proporcionar conocimientos técnicos y herramientas prácticas para integrar los principios de la economía circular en la gestión empresarial y en los procesos productivos.

Finalmente, esta investigación concluye que la transición hacia una economía circular en el sector textil de Medellín y el Área Metropolitana no es solo un imperativo ambiental y regulatorio, sino también una oportunidad estratégica para mejorar la competitividad y la sostenibilidad a largo plazo de las pymes. Sin embargo, para materializar este potencial, se requiere un esfuerzo coordinado entre las empresas, las instituciones de apoyo, el gobierno local y la academia, con el fin de promover la formación, facilitar el acceso a los recursos y crear un entorno favorable para la adopción de prácticas circulares. La definición clara de una metodología de implementación, tal como se planteó como objetivo general, es un paso esencial para guiar a las pymes en este proceso de transformación.

Referencias

- Aceleanu, M. I., *et al.* (2019). SMEs and the Circular Economy: From Policy to Difficulties Encountered During Implementation. *Sustainability*, 11(22), 6253. <https://doi.org/10.3390/su11226253>
- Aldana, S. (27 de junio de 2023). Mypymes constituyen 99,5 % de las empresas y aportan 35 % al producto interno bruto. *La República*. <https://www.larepublica.co/empresas/mipyme-constituyen-99-5-de-las-empresas-y-aportan-35-al-producto-interno-bruto-3644977>
- Albaladejo, M., Mirazo, P. y Franco, L. (2021). La economía circular: un modelo económico que lleva al crecimiento y al empleo sin comprometer el medio ambiente. *ONU Noticias*. <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490082>
- Alquería (2023). *Informe de sostenibilidad 2023*. <https://alqueria.com.co/sites/default/files/2024-05/Resumen-reporte-Alqueriia-2023.pdf>
- Andi (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. https://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20Econ%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf
- Angelidou, M. y Psaltoglou, A. (2017). The Role of Smart City Characteristics in the Plans of Fifteen Cities. *Journal of Urban Technology*, 24(4), 3-28. <https://doi.org/10.1080/10630732.2017.1348880>
- Apple Environmental (2023). *Environmental Progress Report*. www.apple.com/environment/
- Avanza meta de reciclaje en Medellín (18 de septiembre de 2018). *Lasnoticiasenred.com*. <https://www.lasnoticiasenred.com/2018/09/avanza-meta-de-reciclaje-en-medellin.html>
- Azqueta, D. (2007). *Introducción a la economía ambiental* (2.ª ed.). McGraw-Hill.
- Bahn, B. y Wilts, H. (2017). The institutional dimension of resource efficiency in a multi-level governance system. Implications for policy mix design. *Journal of Cleaner Production*, 147, 783-792. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.142>
- Belda, Á. (2018). Economía circular y sostenibilidad: Una aproximación desde la historia del pensamiento económico. *Revista de Estudios Empresariales, Segunda época* (2), 76-90.
- Belda, M. (2018). *Economía circular: Un modelo económico sostenible*. Editorial Club Universitario.

- Belda, I. (2018). *Economía circular: Un nuevo modelo de producción y consumo sostenible*. Editorial Tébar Flores.
- Bennett, J. W., Pearce, D. W. y Turner, R. K. (1991). Economics of Natural Resources and the Environment. *American Journal of Agricultural Economics*, 73(1), 227-228. <https://doi.org/10.2307/1242904>
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. William Morrow.
- Benyus, J. M. (2003). *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Harper Perennial.
- Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C. y van der Grinten, B. (2016). Product Design and Business Model Strategies for a Circular Economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308-320.
- Bohio Playa (2024). <https://bohioplaya.com>
- Bonviu, F. (2014). The European Economy: From a Linear to a Circular Economy. *Romanian Journal of European Affairs*, 14(4), 78-91.
- Boulding, K. E. (1966). The Economics of the Coming Spaceship Earth. En H. Jarrett (ed.), *Environmental Quality in a Growing Economy* (pp. 3-14). Resources for the Future, Johns Hopkins University Press.
- Braungart, M. y McDonough, W. (2009). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. North Point Press.
- Braungart, M., McDonough, W. y Bollinger, A. (2007). Cradle-to-cradle design: Creating healthy emissions: a strategy for eco-effective product and system design. *Journal of Cleaner Production*, 15(13-14), 1337-1348. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2006.08.003>
- Brundtland, G. H. (1987). *Nuestro futuro común (Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo)*. Oxford University Press.
- Cano, J. A., Londoño, A., Campo, E. A., Londoño, A. P. y Ospina, O. M. (2024). Medición de la economía circular en los clústeres hábitat sostenible y moda y fabricación avanzada del Área Metropolitana del Valle de Aburrá. *Revista Antioqueña de Economía y Desarrollo. RAED*, 31, 6-28.
- Carande, A. (2019). Pensamiento económico y medioambiente: de Malthus a la economía circular. *Revista de Economía Crítica*, (27), 141-157.
- Cascón, S. (2020). *Los límites del crecimiento: informe al Club de Roma sobre el predicamento de la humanidad*.
- Circle Economy (2021). *The Circularity Gap Report 2021*. <https://www.circularity-gap.world/2021>

- Circularity (2019). *United Nations Environment Programme*.
<https://www.unep.org/circularity>
- Circular Economy in the Built Environment (2016). *Arup*.
<https://www.arup.com/perspectives/publications/research/section/circular-economy-in-the-built-environment>
- Colombia Productiva (s. f.). *Guía empresarial de economía circular*.
<https://www.colombiaproductiva.com/ptp-capacita/publicaciones/transversales/guia-empresarial-de-economia-circular/200310-cartilla-economia-circular>
- Comisión Europea (2020). *A New Circular Economy Action Plan: For a Cleaner and more Competitive Europe*. Bruselas: Publicación Oficial de la UE.
- Cooper, T. (2015). Waste into Wealth: The Historical Roots of Circular Economy Thinking. *Journal of Industrial Ecology*, 19(5), 744-757.
- Cramer, J. (2020). *Building a Circular Future*. Amsterdam Economic Board.
<https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/building-a-circular-future-jacqueline-cramer-amsterdam-economic-board.pdf>
- DANE (2020). *Economía circular: primer reporte 2020*.
<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/economia-circular/economia-circular-1-reporte.pdf>
- De Jesús, A. y Mendonça, S. (2018). Lost in Transition? Drivers and Barriers in the Eco-Innovation Road to the Circular Economy. *Ecological Economics*, 145, 75-89. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.08.001>
- Departamento Nacional de Planeación (2016). *Política Nacional de Desarrollo Productivo (Documento Conpes 3866)*.
<https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/Conpes/Econ%C3%B3micos/3866.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación (2016). *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (Documento Conpes 3874)*.
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3874.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación (2018). *Política de Crecimiento Verde (Documento Conpes 3934)*.
<https://colaboracion.dnp.gov.co/cdt/conpes/econ%C3%B3micos/3934.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación (2018). *Política Nacional de Edificaciones Sostenibles (Documento Conpes 3919)*.
<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3919.pdf>

- Domenech, T., Bleischwitz, R., Doranova, A., Panayotopoulos, D. y Roman, L. (2019). Mapping Industrial Symbiosis Development in Europe: Typologies and Policy Implications. *Resources, Conservation and Recycling*, 141, 186-197.
- Economía circular (2024). Área Metropolitana. <https://www.metropol.gov.co/ambiental/Paginas/consumo-sostenible/economia-circular.aspx>
- Ellen MacArthur Foundation (2015). *Circular Economy Toolkit: Case Studies*. Universidad de Cambridge.
- Ellen MacArthur Foundation (2015). *Delivering the Circular Economy: A Toolkit for Policymakers*. EMF. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
- Ellen MacArthur Foundation (2013). *Towards the Circular Economy: Economic and Business Rationale for an Accelerated Transition*. EMF.
- Ellen MacArthur Foundation (2015). *The Circular Economy in Detail*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/the-circular-economy-in-detail-deep-dive>
- Ellen MacArthur Foundation (2018). *What is a Circular Economy?*. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Ellen MacArthur Foundation (2019). *Circular Economy Business Support Programme: Impact Report*. EMF.
- Ellen MacArthur Foundation (2021). *Circular Economy Introduction*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Ellen MacArthur Foundation (2021). *What is the circular economy?* <https://ellenmacarthurfoundation.org/topics/circular-economy-introduction/overview>
- Enka de Colombia (2023). *Informe de sostenibilidad*. <https://www.enka.com.co/informe-de-sostenibilidad/1-economia-circular/>
- Erkman, S. (2001). Industrial ecology: A New Perspective on the Future of the Industrial System. En R. U. Ayres y L. Ayres (eds.), *A handbook of industrial ecology* (pp. 155-167). Edward Elgar Publishing.
- Espinoza H., A. (2023). *Economía circular: fundamentos, evolución y aplicación práctica*. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

- Espinoza H., A. (2023). Economía circular: Una aproximación a su origen, evolución e importancia como modelo de desarrollo sostenible. *Revista de Economía Institucional*, 25(49), 109-134. <https://doi.org/10.18601/01245996.v25n49.06>
- Fabricato SA (2025). *Informe de gestión anual 2024*. <https://www.fabricato.com/sostenibilidad/>
- Fayde Caja Canarias (25 de abril de 2022). *Cómo implantar la economía circular en las pymes* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=5lqbg7TkzHE&t=162s>
- Fayde Caja Canarias (2022). *Economía circular: Una alternativa para un futuro sostenible*. Fundación Caja Canarias.
- Flynn, A., Hacking, N. y Xie, L. (2019). Setting standards for a circular economy: A challenge too far for neoliberal environmental governance? *Journal of Cleaner Production*, 212, 1256-1267. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.257>
- Frank, A. y Marsden, T. (2016). Exploring the Rural Eco-Economy: Beyond Neoliberalism. *Sociologia Ruralis*, 56(4), 546-564. <https://doi.org/10.1111/soru.12139>
- Fratini, C. F., Georg, S. y Jørgensen, M. S. (2019). Exploring Circular Economy Imaginaries in European cities: A Research Agenda for the Governance of Urban Sustainability Transitions. *Journal of Cleaner Production*, 228, 974-989. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.193>
- Frosch, R. A. y Gallopoulos, N. E. (1989). Strategies for manufacturing. *Scientific American*, 261(3), 144-152. <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0989-144>
- Gallardo, A., Bovea, M. D., Colomer, F. J. y Pons, J. (2023). *Introducción a la economía circular*. Universitat Jaume I.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P. y Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy: A New Sustainability Paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Gecol (2022). *Reporte de gestión BIC 2022*. <https://www.gescol.com.co>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P. y Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy: A New Sustainability Paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>

- Girard, L. F. y Nocca, F. (2019). Moving Towards the Circular Economy/City Model: Which Tools for Operationalizing this Model? *Sustainability*, 11(22), 6253. <https://doi.org/10.3390/su11226253>
- Gobierno de Colombia (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Estrategia-Nacional-de-Economia-Circular.pdf>
- Gobierno de Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. https://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20Econ%20mia%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf
- Govindan, K. y Hasanagic, M. (2018). A systematic review on drivers, barriers, and practices towards circular economy: A supply chain perspective. *International Journal of Production Research*, 56(1-2), 278-311. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1402141>
- Guevara, L. M. (31 de mayo de 2017). Las estibas tradicionales son el asesino silencioso de los bosques y las selvas. *La República*. <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/las-estibas-tradicionales-son-el-asesino-silencioso-de-los-bosques-y-las-selvas-2515486>
- Hawken, P., Lovins, A. y Lovins, H. (2000). *Capitalismo natural: creando la próxima revolución industrial*. Ediciones Urano.
- Hawken, P., Lovins, A. y Lovins, L. H. (2005). *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution*. Earthscan.
- Hermida, A., Barrutia, J. M. y Echebarria, C. (2014). *Economía circular y sostenibilidad: Retos para el siglo XXI*. Editorial Académica Española.
- Hermida, P., Sánchez, D. y de la Cruz, J. (2014). *Estrategias empresariales para la sostenibilidad: Análisis y casos prácticos*. Universidad de Cantabria.
- Inditex (2023). *Informe de gestión integrado*. https://static.inditex.com/annual_report_2023/es/Informe_de_Gestion_Integrado_2023.pdf
- Kębłowski, W., Lambert, D. y Bassens, D. (2020). Placing Cities in the Circular Economy: Neoliberal Urbanism or Spaces of Socio-Ecological Transition? *Urban Geography*, 41(8), 1-24. <https://doi.org/10.1080/02723638.2020.1788312>

- Kirchherr, J., Piscicelli, L., Bour, R., Kostense, E., Muller, J., Huibrechtse, A. y Hekkert, M. (2018). Barriers to the Circular Economy: Evidence from the European Union (EU). *Ecological Economics*, 150, 264-272. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2018.04.028>
- Kirchherr, J., Reike, D. y Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the Circular Economy: An Analysis of 114 Definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232.
- Kusch-Brandt, S. (2020). Biological Wastes and the Circular Economy: Not Yet Where We Could Be. *Waste Management & Research*, 39(1), 1-2.
- Lehmann, H., Crocker, R. y Riedy, C. (2014). *Designing for Sustainability: A global Guide to Eco-Innovations*. Routledge.
- Li, Y., Wu, C., Zhang, Q. y Lin, Y. (2017). Prioritizing Barriers to Adopt Circular Economy in Construction and Demolition Waste Management. *Resources, Conservation and Recycling*, 134, 216-225. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.01.017>
- Lifset, R. y Graedel, T. E. (2016). Industrial ecology. En T. E. Graedel y B. R. Allenby (eds.), *Industrial ecology and sustainable engineering* (pp. 23-44). Prentice Hall.
- Lovins, A. B., Lovins, L. H. y Hawken, P. (1999). *Natural Capitalism: Creating the Next Industrial Revolution*. Little, Brown and Company.
- Lozano, R. (2008). Envisioning sustainability three-dimensionally. *Journal of Cleaner Production*, 16(17), 1838-1846.
- Marx, K. (1867). *El capital. Crítica de la economía política* (Vol. 1). Otto Meissner Verlag.
- Mebratu, D. (2018). Sustainability and Sustainable Development: Historical and Conceptual Review. *Environmental Impact Assessment Review*, 18(6), 493-520.
- Murdie, M. (22 de marzo de 2023). *Economía circular: 9 casos de empresas y gobiernos acelerando la transición*. Foro Económico Mundial. <https://es.weforum.org/stories/2023/03/economia-circular-9-casos-de-empresas-y-lugares-acelerando-la-transicion/>
- Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>
- Naciones Unidas (2018). *Hacia una economía circular: razones para adoptar un modelo de producción y consumo sostenibles*. ONU Medio Ambiente. <https://www.unep.org/es/resources/informe/hacia-una-economia-circular>

- Naciones Unidas (14 de marzo de 2019). *La alianza de la ONU para la moda sostenible abordará el impacto negativo de la industria de la moda*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/la-alianza-de-la-onu-para-la-moda-sostenible-abordara-el>
- Naciones Unidas (s. f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Naciones Unidas (2018). *¿Qué es la economía circular y cómo cuida el medio ambiente?* <https://news.un.org/es/interview/2018/12/1447801>
- Nosotros (2024). *BioEstibas*. <https://www.bioestibas.com/#inicio>
- Obersteg, A., et al. (2019). Urban Regions Shifting to Circular Economy: Understanding Challenges for New Ways of Governance. *Urban Planning*, 4(3), 19-31. <https://doi.org/10.17645/up.v4i3.2158>
- OCDE (2020). *The Circular Economy in SMEs: Opportunities and Challenges*. OECD Publishing.
- Osorio, A. D. (13 de enero de 2021). Bohío Playa, la marca de moda sostenible para lucir en el mar. *Revista Diners*. https://revistadiners.com.co/estilo-de-vida/moda/86294_bohio-playa-la-marca-de-moda-sostenible-para-lucir-en-el-mar/.
- Pauli, G. A. (2010). *The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*. Paradigm Publications.
- Prieto, V., Jaca, C. y Ormazabal, M. (2017). Circular Economy: Current Practices and Future Directions. *Journal of Cleaner Production*, 144, 65-72. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.098>.
- Marcas colombianas que están liderando la economía circular (s. f.). *ProColombia*. <https://www.colombia.co/paisajes-de-colombia/marcas-y-empresas-colombianas-que-le-apuestan-a-la-economia-circular/>
- Our Sustainability Goals* (2024). *Unilever*. <https://www.unilever.com/sustainability/>
- Preferred Fiber & Materials Market Report 2022 (2022). *Textile Exchange*. [https://textileexchange.org/app/uploads/2022/10/Textile-Exchange PFMR 2022.pdf](https://textileexchange.org/app/uploads/2022/10/Textile-Exchange_PFMR_2022.pdf)

- Product-Life Institute (2021). *The performance economy*. <https://www.product-life.org/en/performance-economy>
- Quiénes somos (2024). Ecohilandes SAS. <https://ecohilandes.wordpress.com/quienessomos/>
- Rashid, A., Asif, F. M., Krajnik, P. y Nicolescu, C. M. (2013). Resource-Efficient Design and Manufacturing: A Key Strategy for Sustainable Production. *Journal of Cleaner Production*, 57, 166-177.
- Raufflet, E., Portales, L., de la Vega, L. y Ramírez, A. (2017). *Sustentabilidad y responsabilidad social empresarial: La gestión en América Latina*. Cengage Learning.
- Rehm, L. (2021). How Adidas is striving to become a climate neutral company. *Adidas Group*. <https://www.adidas-group.com/en/magazine/purpose/how-adidas-is-striving-to-become-a-climate-neutral-company>
- Renault Group (2021). *Electric Vehicles and the Circular Economy*. <https://www.renaultgroup.com/en/magazine/sustainable-development/the-circular-economy-applied-to-electric-vehicles>
- Renault Group (2023-2024). *Integrated Report 2023-2024*. <https://www.renaultgroup.com/>
- Report Yak (2024). Cradle-to-Cradle Design for Sustainable Product Development. *Report Yak Blog*.
- Ribeiro, J. M. P., et al. (2020). Drivers and Barriers of Circular Economy Business Models: A Mixed-Methods Analysis of Case Studies from Europe. *Journal of Cleaner Production*, 276, 124034. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124034>
- Ribić, B., Voća, N. y Ilakovac, B. (2017). Concept of Sustainable Waste Management in the City of Zagreb: Towards the Implementation of Circular Economy Approach. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 67(2), 241-259. <https://doi.org/10.1080/10962247.2016.1229700>
- Rizos, V., Behrens, A., van der Gaast, W., Hofman, E., Ioannou, A., Kafyeke, T. y Topi, C. (2016). Implementation of circular economy business models by small and medium-sized enterprises (SMEs): Barriers and enablers. *Sustainability*, 8(11), 1212.
- Romero, S. y Zabaleta, I. (2022). *Los límites del crecimiento y su impacto en las políticas de sostenibilidad*.

- Sostenibilidad (2024). *Inditex*.
<https://www.inditex.com/itxcomweb/es/sostenibilidad#vision-general>
- Sostenibilidad (2025). *Nilit*. <https://www.nilit.com/sustainability/>
- Sostenibilidad (2024). *Tintatex*. <https://www.tintatex.co/sostenibilidad/>
- Stahel, W. R. (2015). *The Circular Economy: A user's Guide*. Routledge.
- Stahel, W. R. y Clift, R. (2016). Performance economy. En R. Clift y A. Druckman (eds.), *Taking stock of industrial ecology* (pp. 120-140). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-20571-7_6
- Talbot, F. A. (1920). *Millions from Waste*. J. B. Lippincott Company.
- The Unique Role of SMEs and Supply Chains in Charting a Positive Future (2020). *UN Global Compact*. <https://unglobalcompact.org/compactjournal/unique-role-smes-and-supply-chains-charting-positive-future>
- We Are on a Bold Mission to Grow the Best Plants Possible for the Betterment of Humanity (2024). *Aerofarms*. <https://www.aerofarms.com/about-us/>
- Wijkman, A. y Skånberg, K. (2015). *The Circular Economy and Benefits for Society: Jobs and Climate Clear Winners in an Economy Based on Renewable Energy and Resource Efficiency*. Club of Rome, The Nordic Council of Ministers.
- World Economic Forum (2019). *The Circular Economy is a Golden Opportunity. Don't Let it Go to Waste*. <https://www.weforum.org/stories/2019/01/the-circular-economy-turns-waste-into-gold-so-lets-get-on-with-it/>

Anexos

Anexo 1. Encuesta de Sostenibilidad en la Industria Textil en Pymes de Medellín y AMVA. <https://docs.google.com/forms/d/1vv4eUuHvvXWXSxII2R1-IKZIBakaaWcuI9xrN8IFgU/viewanalytics>