RGSA – Revista de Gestão Social e Ambiental
ISSN: 1981-982X
Submission date: 11/4/2024
Acceptance date: 01/6/2025
DOI: https://doi.org/10.24857/rgsa.v19n1-079
Organization: Interinstitutional Scientific Committee
Chief Editor: Ana Carolina Messias de Souza Ferreira da Costa
Assessment: Double Blind Review pelo SEER/OJS

LA INGENIERÍA INDUSTRIAL Y EL DESARROLLO SOSTENIBLE

Clayson Cosme Da Costa Pimenta [1]
Daniel Zarzuelo Prieto [2]
Luís Rodríguez primo[3]
Ester Rodriguez Van Riet [4]

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio es establecer la relación entre la ingeniería industrial y el desarrollo sostenible.

Marco Teórico: El desarrollo industrial sostenible garantiza que los recursos se utilicen de forma moderada y eficiente. Para lograr la productividad de los recursos, las empresas deben optimizar la cadena de suministro, analizando y examinando los factores y variables de cada empresa.

Método: La metodología se fundamenta en la revisión crítica de literatura científica y la integración de hallazgos a través de metaanálisis cualitativos, con el objetivo de identificar patrones, tendencias y áreas clave de intervención en la intersección de estas dos disciplinas.

Resultados y Discusión: Los resultados obtenidos revelaron que sostenibilidad industrial ya no es una opción; es una obligación corporativa, el tejido empresarial español quiere ir a la vanguardia y las empresas han empezado a asumir su papel como actores clave en la consecución de la Agenda 2030, implementando estrategias basadas en la consecución de una economía sostenible, descarbonizada, competitiva y eficiente en la utilización de recursos.

Implicaciones de la investigación: Se discute sobre cómo los resultados pueden aplicarse o influir en las prácticas en el campo de la consecución de los objetivos del desarrollo sostenible, minimizar su huella ambiental, mantener el crecimiento económico, el avance social y la calidad de vida de las personas que lo componen.

Originalidad/Valor: Este estudio contribuye a la literatura al establecer la relación entre la ingeniería industrial y el desarrollo sostenible.

Palabras clave: Ingeniería Industrial, Desarrollo Sostenible, Sostenibilidad, Agenda 2030, ODS.

INDUSTRIAL ENGINEERING AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT

ABSTRACT

Objective: The objective of this study is to establish the relationship between industrial engineering and sustainable development.

Theoretical Framework: Sustainable industrial development ensures that resources are used sparingly and efficiently. To achieve resource productivity, companies must optimize the supply chain by analyzing and examining the factors and variables of each company.

[1] Universidad de Oviedo, Oviedo, Asturias, España. Correo electrónico: : daclayson@uniovi.es
Orcid: https://orcid.org/0009-0009-4202-6544
[2] Universidad de Oviedo, Oviedo, Asturias, España. Correo electrónico: daniel.z1999@hotmail.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0009-4202-6544
[3] Escuela Europea-FP Aspasia. Oviedo, Asturias, España. Correo electrónico: docente40@fpaspasia.com
Orcid: https://orcid.org/0009-0001-3318-8420
[4] Universidad de Oviedo. Oviedo, Asturias, España. Correo electrónico: uo289036@uniovi.es
Orcid: https://orcid.org/0009-0002-3738-8531

Method: The methodology is based on the critical review of scientific literature and the integration of findings through qualitative meta-analysis, with the objective of identifying patterns, trends and key areas of intervention at the intersection of these two disciplines.

Results and Discussion: The results obtained revealed that industrial sustainability is no longer an option; it is a corporate obligation, the Spanish business fabric wants to be at the forefront and companies have begun to assume their role as key players in achieving the 2030 Agenda, implementing strategies based on achieving a sustainable, decarbonized, competitive and resource-efficient economy.

Research Implications: It discusses how the results can be applied or influence practices in the field of achieving sustainable development goals, minimizing their environmental footprint, maintaining economic growth, social advancement and the quality of life of the people who compose it.

Originality/Value: This study contributes to the literature by establishing the relationship between industrial engineering and sustainable development.

Keywords: Industrial Engineering, Sustainable Development, Sustainability, Agenda 2030, ODS.

ENGENHARIA INDUSTRIAL E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

RESUMO

Objetivo: o objetivo deste estudo é estabelecer a relação entre a engenharia industrial e o desenvolvimento sustentável.

Estrutura teórica: o desenvolvimento industrial sustentável garante que os recursos sejam usados com parcimônia e eficiência. Para alcançar a produtividade dos recursos, as empresas devem otimizar a cadeia de suprimentos analisando e examinando os fatores e as variáveis de cada empresa.

Método: a metodologia baseia-se na revisão crítica da literatura científica e na integração dos resultados por meio de metanálise qualitativa, com o objetivo de identificar padrões, tendências e áreas-chave de intervenção na interseção dessas duas disciplinas.

Resultados e discussão: Os resultados obtidos revelaram que a sustentabilidade industrial não é mais uma opção; é uma obrigação corporativa, o tecido empresarial espanhol quer estar na vanguarda e as empresas começaram a assumir seu papel como atores-chave na realização da Agenda 2030, implementando estratégias baseadas na realização de uma economia sustentável, descarbonizada, competitiva e eficiente em termos de recursos.

Implicações da pesquisa: discute como os resultados podem ser aplicados ou influenciar práticas no campo da realização de metas de desenvolvimento sustentável, minimizando sua pegada ambiental, sustentando o crescimento econômico, o avanço social e a qualidade de vida das pessoas no campo.

Originalidade/valor: este estudo contribui para a literatura ao estabelecer a relação entre a engenharia industrial e o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Engenharia Industrial, Desenvolvimento Sustentável, Sustentabilidade, Agenda 2030, ODS.

RGSA adota a Licença de Atribuição CC BY do Creative Commons (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

1 INTRODUCCIÓN

En el contexto global actual, marcado por desafíos ambientales, sociales y económicos cada vez más complejos, la ingeniería industrial desempeña un papel crucial como disciplina

orientada a la optimización de sistemas y procesos. Este campo, históricamente asociado con la eficiencia y la productividad, ha evolucionado para integrar principios de sostenibilidad, contribuyendo al desarrollo de soluciones innovadoras que equilibran la rentabilidad económica con la responsabilidad ambiental y social.

El desarrollo sostenible, definido por la Comisión Brundtland como "satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades," exige un enfoque holístico y multidimensional. En este sentido, la ingeniería industrial se posiciona como un pilar fundamental para diseñar y gestionar sistemas productivos, logísticos y organizacionales que minimicen el impacto ambiental, optimicen el uso de recursos y promuevan la equidad social.

La responsabilidad de los ingenieros en la creación de un mundo más sostenible implica un trabajo multidisciplinario, que permita transformar modelos tanto mentales, como de producción y de servicios, hacia modelos sistémicos de sostenibilidad, que permitan anticipar tendencias locales, regionales y globales para tomar acciones con oportunidad que permitan asegurar la sostenibilidad global. Por otro lado, otro modelo sistémico orientado hacia la sostenibilidad son los 17 objetivos de desarrollo sostenible (ODS) documentados en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible.

Los retos del ingeniero 4.0 vienen potenciados con nuevas tendencias asociadas con el universo de datos compartidos en internet, la Inteligencia artificial, el blockchain, el Internet de las cosas y la robótica, donde los ingenieros tienen la responsabilidad de propender por estrategias éticas, alineadas con la sostenibilidad, haciendo que las cadenas de suministro sean cada vez más transparentes, diseñando elementos y procesos que hagan un uso sostenible y eficiente de los recursos energéticos, mejorando la calidad de vida de todos los seres vivos.

Este artículo explora la intersección entre ingeniería industrial y desarrollo sostenible, destacando cómo los principios de esta disciplina pueden contribuir a alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por las Naciones Unidas.

El objetivo del artículo es establecer la relación entre la ingeniería industrial y el desarrollo sostenible. Para ello, partimos de la contextualización del tema especificando cuáles son las competencias del ingeniero industrial y la definición y evolución histórica del término. Posteriormente, determinamos en qué consiste, explicamos sus características, beneficios y estrategias para su consecución y presentamos ejemplos, tanto a nivel nacional como regional.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 LA INGENIERÍA INDUSTRIAL

Dentro del campo de la ingeniería, la industrial es la rama que, gracias a su perfil generalista y pluridisciplinar, se ocupa de proyectar, detallar, interpretar y verificar el proceso de producción, ya sea en el área industrial, comercial, de servicios o gestión.

Es una disciplina que se centra en el diseño, análisis y optimización de sistemas complejos para mejorar la eficiencia y productividad en diversas industrias. Esta área de la ingeniería se caracteriza por su enfoque interdisciplinario, integrando conocimientos de matemáticas, ciencias físicas, gestión y relaciones humanas para optimizar el uso de recursos humanos, materiales, energéticos, informativos y financieros.

Jimenez (2020) define la ingeniería industrial como una disciplina que busca mejorar la eficiencia de los sistemas mediante el uso eficiente de recursos. Los ingenieros industriales deben comprender la interacción de los componentes de un sistema y coordinar el flujo de materiales e información para gestionar exitosamente las operaciones. Además, su papel se extiende más allá del entorno de producción tradicional, a abarcar sectores de servicios como la atención médica, la seguridad pública y el transporte aéreo.

La ingeniería industrial en España ha evolucionado significativamente desde su establecimiento en el siglo XIX, adaptándose a los cambios educativos y profesionales a lo largo del tiempo. Este campo abarca una amplia gama de disciplinas y ha sido fundamental en el desarrollo industrial del país.

Companys et al., (2017) destaca que las competencias y habilidades ideales para los ingenieros industriales en España incluyen la multidisciplinariedad y la investigación y desarrollo (I+D). Sin embargo, se ha observado una discrepancia entre las competencias enseñadas en las universidades y las demandadas en el entorno empresarial real, lo que sugiere la necesidad de ajustar los planos de estudio para alinearse mejor con las necesidades del mercado laboral.

Esta evolución ha pasado por distintas regulaciones, siendo el Decreto de 1935 el que le da coherencia y circunscribe sus competencias profesionales: los ingenieros industriales son "ingenieros provistos de una amplia base científica que, permitiendo la especialización de cada una de las diversas modalidades de la gran industria, proporcionan, a la par, a nuestra industria media, directores capacitados en las cuestiones químicas, mecánicas y eléctricas." El decreto precisa así sus funciones: "capacidad plena para proyectar, ejecutar y dirigir toda clase de

instalaciones y explotaciones comprendidas en las ramas de la técnica industrial química, mecánica y eléctrica y de economía industrial". (Decreto de 18 de septiembre de 1935, de competencias profesionales del ingeniero industrial).

Queda demostrado, pues, que los ingenieros tienen un cometido fundamental en el enorme reto de la humanidad hacia la transición de estilos de vida y producción sostenibles, impulsando actividades que promueven el desarrollo industrial y los avances científicos.

La ingeniería industrial ejerce una función clave en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por la ONU, al poner en práctica los principios de la ciencia y las matemáticas para potenciar acciones prácticas en lo relativo a los alimentos, el agua, la energía, el medio ambiente, las ciudades sostenibles, la resiliencia frente a los desastres naturales, y otras áreas vitales para la humanidad. Asimismo, su campo de actuación resulta concluyente y decisivo para el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan alcanzar la Cuarta Revolución Industrial, acometiendo, en paralelo, las imperiosas exigencias del desarrollo sostenible de la humanidad y el planeta.

Sanchez-Carracedo et al., (2021) añade que la ingeniería industrial en España está explorando su relación con la sostenibilidad ambiental a través de componentes de conocimiento como las operaciones de cadena de suministro verde, la economía circular y la gestión tecnológica. Estos conceptos pueden utilizarse para diseñar metodologías o implementarlas en la industria de manera sistemática

Hasta tal punto es así, que la UNESCO, en su cuadragésima reunión de Conferencia General de noviembre de 2019 instauró el 4 de marzo como "Día Mundial de la Ingeniería para el Desarrollo Sostenible". La fecha supone, por lo que atañe a la industria, asumir que la ingeniería es capaz de diseñar entornos estratégicos y prácticas más adecuadas con el fin de implementar soluciones encaminadas al desarrollo sostenible. También es una jornada para fomentar la carrera, dando visibilidad a la multitud de posibilidades que ésta presenta tanto desde el punto de vista profesional como personal, y enfatizándose cómo, al tratarse de una herramienta esencial para el desarrollo sostenible, la convierte en una profesión más prestigiosa si cabe.

Oyebanji et al., (2022) reseña que la ingeniería industrial en España está avanzando hacia una mayor integración de la sostenibilidad en la educación y la práctica profesional. Sin embargo, persisten desafíos significativos, como la necesidad de una integración más sistemática de las competencias de sostenibilidad y una mayor atención a la educación ética. Las universidades y la industria deben continuar colaborando para desarrollar estrategias efectivas que promuevan el desarrollo sostenible en todos los niveles.

Roopa y Coetzee (2024) hace referencia que el futuro de la ingeniería industrial es dinámico y está en constante evolución. Se espera que los ingenieros industriales del mañana utilicen técnicas y dispositivos que actualmente están en las primeras etapas de desarrollo, como el uso intensivo de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). La dependencia de la digitalización en las organizaciones está aumentando, lo que hace que la utilización efectiva de estas tecnologías sea crucial para la supervivencia y el éxito de las empresas.

2.2 LA SOSTENIBILIDAD INDUSTRIAL

a) ¿En qué consiste la sostenibilidad industrial?

Cuando hablamos de industrias sostenibles, debemos referirnos a conceptos como el empleo de energías limpias o verdes y/o renovables, el uso de maquinaria con eficiencia energética, la digitalización, la inversión en I+D+i y la optimización de recursos.

Según Pimenta (2022) este término incluye las estrategias de comunicación y publicidad "verdes" que emplean las compañías con el objetivo de diferenciarse de la competencia y transmitir una supuesta preocupación por el medioambiente. A menudo no son reales, sino que se trata de malas prácticas que ciertas empresas llevan a cabo con la finalidad de transmitir una idea falsa.

Industria sostenible es aquella que interpreta este aspecto como la característica que marca la diferencia entre que sus productos se vendan o no. Ha comprendido que debe encontrar un equilibrio entre economía, medio ambiente y sociedad, que son los tres vectores clave. Por ello, activos intangibles, ESG, economía circular, packaging sostenible, ecoeficiencia o desarrollo industrial sostenible son términos que se escuchan con más frecuencia.

b) Características.

Con el fin de satisfacer las demandas de mejora medioambiental las empresas han empezado a adoptar estrategias de gestión, producción y comercialización enfocadas a lograr avances en el desarrollo sostenible. Por supuesto, conjugando esas finalidades con el necesario éxito comercial y el logro de beneficios económicos.

En este orden de cosas, algunas prácticas que han de ser consideradas con el objeto de describir rasgos de una empresa sostenible son:

1. Responsabilidades ambientales y social corporativas.
2. Identificación y aceptación a largo plazo de las consecuencias ambientales e inclusión en sus planteamientos de previsión y estrategias de actuación y procesos de gestión de riesgo.

3. Elaboración de productos sostenibles, y actuaciones comerciales y empresariales moralmente aceptables.
4. Vertebración en el desarrollo de la empresa y su responsabilidad social a largo plazo.
5. Programas de incentivación para que los CEO se responsabilicen de los aspectos social y medio ambiental de la empresa.
6. Las empresas asumen el compromiso de adoptar riesgos calculados para alcanzar la sostenibilidad.
7. Transparencia en los informes de las acciones de sostenibilidad.

c) Beneficios.

Cuando una empresa decide apostar por un proceso productivo sostenible sabe que va implicar diversos desafíos y retos, puesto que existe una importante correlación entre la posición competitiva y el grado de adopción de políticas sostenibles; sin embargo, para aquellas que se esfuerzan, los beneficios pueden ser significativos.

Entre ellos podemos destacar:

- Cumplimiento de la legislación; Incremento de la competitividad, Más oportunidad de negocio, Mayor número de inversores, Mejor clima laboral, Conexión con un cliente concienciado y Creación de sinergias con otras empresas.

En definitiva, una empresa sostenible genera un impacto positivo para sí misma a la vez que en la sociedad, el medio ambiente y la ciudadanía.

d) ¿Cómo conseguir una industria sostenible?

Cada vez hay más empresas que deciden apostar por la sostenibilidad, no sólo mediante la innovación de productos y servicios, sino también al optar por nuevas medidas y modelos de negocio más respetuosos con el entorno social y medioambiental.

Así, se considera que una empresa es sostenible cuando crea valor económico a la par que genera un valor medioambiental y social. El principal problema radica en conseguir que las empresas sigan obteniendo beneficios. Lograr, pues, este equilibrio entre la operatividad y la sostenibilidad es el objetivo que alcanzar.

A continuación, vamos a exponer una serie de medidas que las empresas pueden implementar para ser más sostenibles:

- ✓ Análisis de situación; Plan de acción; Optimización de recursos; Uso eficiente de la energía; Reducción de emisiones; Ecodiseño; Producción local; Reciclaje industrial; Política de recursos humanos y Elaboración de informe de sostenibilidad.

Trianni y Neri (2017) subrayan que existen múltiples barreras para la adopción de

medidas de sostenibilidad industrial, incluyendo la falta de iniciativa organizacional y las limitaciones en la implementación de tecnologías sostenibles. Un modelo teórico integrado ha sido desarrollado para caracterizar y evaluar estas barreras, proporcionando una herramienta útil para superar los obstáculos y promover la adopción de prácticas sostenibles.

3 METODOLOGÍA

Este estudio se enmarca dentro de un enfoque cualitativo, diseñado para explorar la relación entre la ingeniería industrial y el desarrollo sostenible a partir de un análisis sistemático de estudios existentes. La metodología se fundamenta en la revisión crítica de literatura científica y la integración de hallazgos a través de metaanálisis cualitativos, con el objetivo de identificar patrones, tendencias y áreas clave de intervención en la intersección de estas dos disciplinas.

El proceso metodológico se desarrolló en las siguientes etapas:

1. **Definición del alcance y objetivos de la revisión**

Se establecieron los criterios de inclusión y exclusión para garantizar la relevancia y calidad de las fuentes seleccionadas. Los estudios analizados debían abordar, de manera directa o indirecta, la aplicación de principios de ingeniería industrial en el contexto del desarrollo sostenible o alguno de sus pilares: ambiental, social y económico.

2. **Búsqueda y recopilación de información**

Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos científicas reconocidas, como Scopus, Web of Science y Google Scholar, empleando palabras clave como “ingeniería industrial”, “desarrollo sostenible”, “eficiencia de recursos” y “optimización sostenible”. También se revisaron documentos estratégicos relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y su vínculo con la ingeniería.

3. **Análisis y síntesis cualitativa**

La información recopilada fue categorizada según los enfoques metodológicos, áreas de aplicación y resultados destacados, que permitió organizar y codificar los datos cualitativos de manera estructurada. Los estudios seleccionados fueron evaluados mediante un análisis crítico para extraer conclusiones relevantes y coherentes.

4. **Realización del metaanálisis cualitativo**

A partir de los datos codificados, se llevó a cabo un metaanálisis cualitativo que permitió identificar los principales desafíos, oportunidades y buenas prácticas en la integración de la

ingeniería industrial y el desarrollo sostenible. Este enfoque permitió contextualizar las contribuciones de la disciplina y su potencial impacto en la sostenibilidad global.

La metodología adoptada asegura un abordaje riguroso y comprensivo, facilitando una visión integral sobre cómo la ingeniería industrial puede ser un catalizador para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible.

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

La sostenibilidad industrial ya no es una opción; es una obligación corporativa. Y el tejido empresarial español quiere ir a la vanguardia. Nuestras empresas han empezado a asumir su papel como actores clave en la consecución de la Agenda 2030, implementando estrategias basadas en la consecución de una economía sostenible, descarbonizada, competitiva y eficiente en la utilización de recursos.

Sin embargo, debemos señalar que España presenta una gran disparidad territorial en cuanto al peso de la industria. Las comunidades autónomas que más aportan son Cataluña, Comunidad de Madrid, Andalucía, la Comunidad Valenciana y País Vasco, que en conjunto suponen el 65% del total. Por ello, es especialmente necesario que el sector industrial utilice las capacidades distintivas de cada uno de los territorios convirtiéndolas en un lugar propicio para el desarrollo de determinados subsectores estratégicos, para que sirva para la creación de un mapa de subsectores Industriales que generen a su vez sinergias dentro de España.

La industria española ha de impulsar la adopción de compromisos de sostenibilidad social entre sus empresas, incluyendo tecnologías emergentes en toda la cadena de valor industrial, haciendo foco en la mejora de la eficiencia y el ahorro energético.

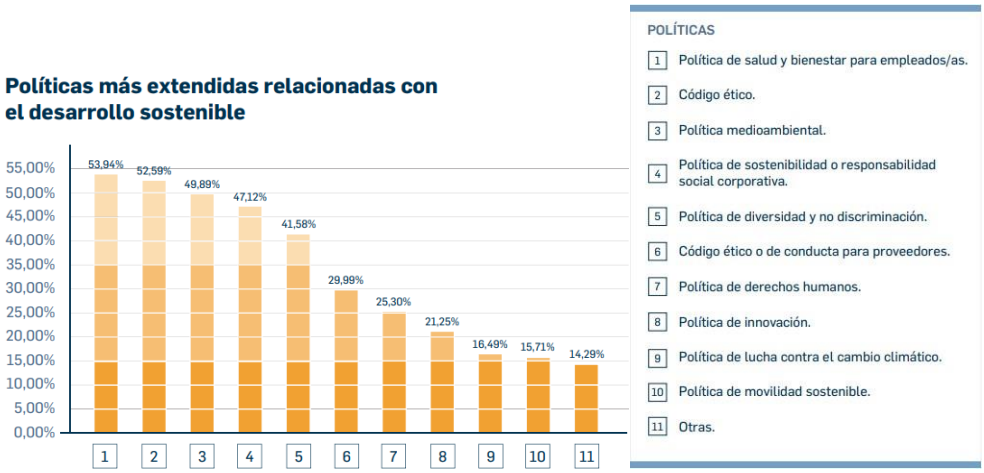
Los pasos en este sentido han sido lentos. Así lo evidenciaba el informe de la firma Deloitte "2030 Purpose: Good Business and a Better Future" (file:///C:/Users/eevan/Downloads/Deloitte-ES-GRC-informe-2030- Purpose.pdf) que evaluaba en 2017 la vinculación entre el propósito de las principales compañías españolas con el desarrollo sostenible y los ODS, junto a su nivel de integración en la estrategia de la empresa y su modelo operativo. Manifestaba que ese compromiso era muy limitado, puesto que únicamente el 9% de las empresas del IBEX 35 había incorporado a su estrategia un propósito claro relativo a alguno de los Objetivos.

Tres años más tarde, el informe del Gobierno llamado "Contribución de las empresas españolas a la estrategia de desarrollo sostenible 2030. Una consulta integral" (https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/documentos/contribucion-

empresarial-eds.pdf) destaca que más del 40% afirma que pueden incorporar los ODS, y más del ochenta considera que dicha implementación puede ayudar a que su compañía sea más resiliente, detallando el listado de aquellas políticas que llevan a cabo relacionadas con el desarrollo sostenible (figuras 1 y 2):

Figuras 1 y 2

Políticas llevadas a cabo relacionadas con el desarrollo sostenible



Fuente: *Contribución de las empresas españolas a la estrategia de desarrollo sostenible 2030*

Entre las diversas herramientas que proporcionan información sobre el comportamiento de las empresas, como Sustainanalytics, MSCI ESG, ISS Ethics, hemos elegido el Monitor Empresarial de Reputación Corporativa (Merco), que desde el año 2000 se basa en una metodología multistakeholder (múltiples partes interesadas) o bottom-up (de abajo a arriba). Con criterios de ponderación públicos, es el primer monitor auditado mundial, pues el seguimiento y verificación del proceso de elaboración y los resultados es revisado por KPMG, según la norma ISAE 3000.

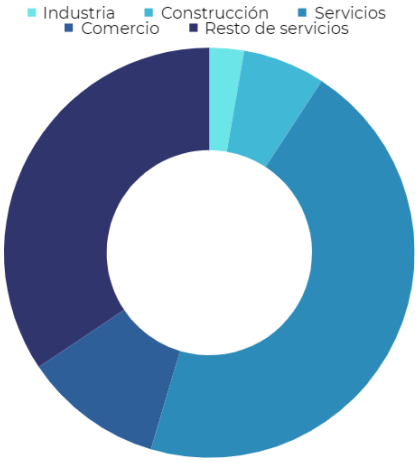
Así, atendiendo a la sostenibilidad por sectores, destacamos el siguiente listado de empresas que son líderes en sostenibilidad actualmente: En el sector energía, gas y agua encontramos Repsol, Iberdrola, Endesa, Naturgy, Cepsa y Arteche; en el industrial, 3M, Grupo Antolín y Acerinox; Acciona, Aena, Ferrovial, Grupo ACS y FCC en infraestructuras, servicios y construcción, y Siemens, Mondragón e Indra en el tecnológico industrial.

¿Y qué sucede en Asturias?

Con el horizonte 2030, Asturias está experimentando una enorme transformación con los sectores energético e industrial en cabeza, que, como se aprecia, son determinantes en la región, como s epeude observar en la figura 3 a continuación:

Figura 3

Transformación de los sectores en Asturias



Fuente: *IDEPA*

Con el objetivo de una "Asturias industrial, sostenible, descarbonizada y competitiva", en palabras de Nieves Roqueñí, la actual consejera de Transición Ecológica, Industria y Desarrollo Económico del Principado de Asturias, las empresas han de desarrollar todo su potencial para incrementar su nivel competitivo en el proceso hacia una economía sostenible y digitalizada. Y añade "Asturias, como región de tradición industrial dispone de empresas que configuran una cadena de valor solvente, con unas infraestructuras eléctricas, gasísticas, de comunicaciones, de agua, de residuos, que son un excelente punto de apoyo, […]" (https://actualidad.asturias.es/).

Todo ello requiere de una reorganización y diseño de las políticas regionales a medio y largo plazo que sirvan como guía en la transición. Así, el Consejo para la Agenda 2030 del Principado de Asturias es el órgano colegiado de consulta y participación entre la Administración y la sociedad civil, regulado por el Decreto 53/2021 de 20 de agosto. Relacionados con la actividad y el ámbito de interés del Consejo están la Cátedra Concepción Arenal de Agenda 2030 (https://caagenda2030.uniovi.es), la Guía simplificada de diseño, ejecución e incorporación de la Agenda 2030 para los concejos asturianos (https://ria.asturias.es) y las Estrategias y planes de la Consejería de Ciencia, Innovación y Universidad (https://ciencia.asturias.es).

Desde el aspecto normativo, en 2014 el Gobierno regional y los agentes sociales habían elaborado la Estrategia Industrial para Asturias en el Horizonte 2020, con el propósito de recuperar la actividad industrial como motor de crecimiento y generador de empleo. Varios años más tarde, se presentó la Estrategia de Especialización Inteligente de Asturias (S3), con

políticas apoyadas en *clusters*, mediante el diseño de ecosistemas para cada ámbito de especialización.

Posteriormente, surge la Estrategia Industrial de Asturias 2030 (EIA30), apoyada en diez acciones transversales estratégicas, que busca favorecer proyectos en ámbitos susceptibles de ser implantados en nuestra región.

5 CONCLUSIONES

La ingeniería industrial es fundamental para impulsar el desarrollo sostenible aprovechando los avances tecnológicos e integrando los principios de sostenibilidad en la formación y la práctica de la ingeniería. La evolución continua hacia la Industria 4.0 y la alineación con los ODS presentan oportunidades y desafíos que requieren una investigación y colaboración continuas entre disciplinas.

El desarrollo sostenible representa la transformación de la sociedad actual en otra más respetuosa con el medio ambiente, garantizado el equilibrio entre el crecimiento económico y el bienestar social.

Para lograrlo, se necesita una interacción conjunta de los diferentes actores, y el ingeniero industrial debe ser hoy un profesional susceptible de aplicar las herramientas que brinda su formación para llevar a cabo el cambio al que deben ir orientados los procesos económicos; ser un gestor de desarrollo con capacidad analítica y crítica que sepa planear, realizar, coordinar, dirigir y controlar acciones encaminadas a la mejora de la calidad ambiental y de los procesos productivos, junto a una visión integradora y comprometida con las generaciones futuras.

La presente investigación pone de manifiesto el papel estratégico que desempeña la ingeniería industrial en la promoción del desarrollo sostenible. A través del análisis sistemático de estudios y metaanálisis cualitativos, se ha evidenciado que los principios y herramientas de esta disciplina no solo contribuyen a optimizar procesos y sistemas, sino que también pueden ser aplicados para abordar desafíos globales como el cambio climático, la gestión eficiente de recursos y la equidad social.

Entre los principales hallazgos destaca la capacidad de la ingeniería industrial para:

- Diseñar sistemas productivos más sostenibles, reduciendo el consumo de recursos y minimizando los impactos ambientales.

- Promover la innovación y la toma de decisiones basadas en datos para mejorar la eficiencia y sostenibilidad de las cadenas de suministro.
- Fomentar la integración de criterios sociales y ambientales en la planificación estratégica, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

No obstante, también se identificaron desafíos significativos, como la necesidad de una mayor capacitación en sostenibilidad para los profesionales del área y la integración de tecnologías emergentes en los procesos industriales. Esto resalta la importancia de continuar investigando y desarrollando metodologías interdisciplinarias que combinen los avances de la ingeniería industrial con los principios de sostenibilidad.

En conclusión, la ingeniería industrial no solo es un motor clave para la eficiencia operativa, sino que también puede ser una herramienta transformadora en la construcción de un futuro más equitativo y respetuoso con el medio ambiente. Sin embargo, su impacto dependerá de un compromiso continuo por parte de los actores involucrados para priorizar la sostenibilidad en todos los niveles de acción

REFERENCIAS

Adesoji, A., Ade-Omowaye, J., Afolalu, A., y Sunday, O. (2024). De residuos a riqueza: soluciones de ingeniería para el ODS 12. Conferencia internacional de 2024 sobre ciencia, ingeniería y negocios para impulsar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (SEB4SDG), 1-8. https://doi.org/10.1109/SEB4SDG60871.2024.10630168.

Asturias Agenda 2030. https://asturiasresponsable.es/

Bai, C., Dallasega, P., Orzes, G., Sarkis, J. y Sarkis, J. (2020). Evaluación de tecnologías de la Industria 4.0: una perspectiva de sostenibilidad. Revista Internacional de Economía de la Producción, 229, 107776. https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107776.

Bracho, G., Pedrosa, A., Klyatskina, E., Maheut, J., Bernal-Pérez, S., y Giner-Navarro, J. (2023). Análisis de la integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la titulación de Ingeniería Industrial. Revista Multidisciplinar de Educación, Ciencias Sociales y Tecnológicas. https://doi.org/10.4995/muse.2023.18898.

Companys, R., Lario, F., Vicens-Salort, E., Poler, R., & Ortiz, Á. (2017). Una aproximación a la formación en Ingeniería de Organización Industrial en España., 11-23. https://doi.org/10.1007/978-3-319-55889-9_2.

Contribución de las empresas españolas a la agenda 2030. https://www.agenda2030consultaempresarial.org/wpcontent/uploads/2023/01/Contribucion_de_las_empresas_espanolas_a_la_Agenda_2030.pdf

Dantas, T., De-Souza, E., Destro, I., Hammes, G., Rodriguez, C., & Soares, S. (2021). Cómo la combinación de la Economía Circular y la Industria 4.0 puede contribuir a la consecución

de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Producción y Consumo Sostenible, 26, 213-227. https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.005.

Dictamen del Consejo de Desarrollo Sostenible sobre el Informe de Progreso 2022. https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/documentos/Dictamen_CDS_IP22.pdf.

Ehrenfeld, J. R. (2005). The roots of sustainability. MIT Sloan Management Review, 46(2), 23.

Estrategia industrial Asturias 2030. http://www.asturiasparticipa.es/wpcontent/uploads/2021/06/ESTRATEGIA-INDUSTRIAL-ASTURIAS-2030_20210608.pdf.

Estrategia de Desarrollo Sostenible 2030. https://www.mdsocialesa2030.gob.es/agenda2030/documentos/eds-cast-acce.pdf.

Estrategia Española de Impulso Industrial 2030. https://cepi.eoi.es/sites/default/files/documents/ReflexionesEstrategiaEspa%C3%B1olaImpulsoIndustrial2030.pdf

Fonseca, L., Domingues, J., y Dima, A. (2020). Mapeo de las relaciones entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Sostenibilidad . https://doi.org/10.3390/su12083359.

Galofré, V., y Segalás, J. (2021). Evaluación de los objetivos de aprendizaje de los ods en la educación en ingeniería. Estudio de caso. Ingeniería en diseño industrial y desarrollo de producto en la upc barcelona tech.

Jiménez, H. (2020). Ingeniería Industrial y de Sistemas..

Khan, I., Ahmad, M. y Majava, J. (2021). Industria 4.0 y desarrollo sostenible: un mapeo sistemático de las perspectivas de triple resultado, economía circular y modelos de negocios sostenibles. Journal of Cleaner Production. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.126655.

Kono, N. (2024). Brundtland commission (world commission on environment and development). In Encyclopedia of quality of life and well-being research (pp. 517-519). Cham: Springer International Publishing.

Kortabarria, N. A., Omil, B. G., & Sánchez, M. J. M. (2022). Ciudades circulares, cohesivas y creativas: Por un desarrollo humano sostenible integral. Los Libros de la Catarata.

Mabkhot, M., Ferreira, P., Maffei, A., Podržaj, P., Mądziel, M., Antonelli, D., Lanzetta, M., Barata, J., Boffa, E., Finžgar, M., Paśko, Ł., Minetola, P., Chelli, R., Nikghadam-Hojjati, S., Wang, X., Priarone, P., Lupi, F., Litwin, P., Stadnicka, D., y Lohse, N. (2021). Mapeo de las tecnologías facilitadoras de la Industria 4.0 en los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. Sostenibilidad. https://doi.org/10.3390/SU13052560.

Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G. 2681-P/Rev.

Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas. https://www.un.org/es/global-issues.

Oyebanji, M., Castanho, R., Genç, S., y Kırıkkaleli, D. (2022). Patentes sobre tecnologías y sostenibilidad medioambientales en España. Sustainability. https://doi.org/10.3390/su14116670.

Plan de Acción para la implementación de la Agenda 2030. https://www.mdsocialesa2030.gob.es/

Pimenta, C. C. D. C. (2022). Responsabilidad Social Corporativa y tejido empresarial latinoamericano: ¿filosofía de transparencia o herramienta de marketing?. YACHANA Revista Científica, 11(2), 149-163.

Principado de Asturias. Objetivos de Desarrollo Sostenible. https://www.asturias.es/general/-/categories/572365

Ramírez Sánchez-Maroto, C. (2023). "Apuntes sobre el impulso ambiental en la nueva estrategia para una minería sostenible en andalucía 2030". Actualidad Jurídica Ambiental, (138).

Roopa, M., Siriram, R. y Coetzee, R. (2024). Exploración del conocimiento de la ingeniería industrial y la sostenibilidad ambiental. Sustentabilidad. https://doi.org/10.3390/su16177392.

Rweyendela, A. (2021). Acercándose al ODS 12: incorporando principios de ecología industrial en la evaluación de impacto ambiental de proyectos. Journal of Environmental Planning and Management, 65, 953-974. https://doi.org/10.1080/09640568.2021.1974361.

Sachs, J. D., Lafortune, G., Fuller, G., & Drumm, E. (2023). Sustainable development report 2023: Implementing the SDG Stimulus.

Sánchez-Carracedo, F., Sureda, B., Moreno-Pino, F., y Romero-Portillo, D. (2021). Educación para el Desarrollo Sostenible en las ingenierías españolas. Estudio de caso. Journal of Cleaner Production, 294, 126322. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.126322.

Trianni, A., Cagno, E., y Neri, A. (2017). Modelado de barreras para la adopción de medidas de sostenibilidad industrial. Journal of Cleaner Production, 168, 1482-1504. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2017.07.244.

Vrchota, J., Pech, M., Rolínek, L. y Bednář, J. (2020). Resultados de sostenibilidad de los procesos ecológicos en relación con la industria 4.0 en la fabricación: revisión sistemática. Sustainability, 12, 5968. https://doi.org/10.3390/su12155968.