

# Empresa y **sociedad:** perspectivas para el desarrollo **sostenible**

## EDITORES

Gabriel Garcia Martínez  
Ester Gujarro Tarradellas  
María del Mar Marín Sánchez  
Elies Seguí Mas



**esSMART**  
UPV

*Dykinson, S.L.*



---

# Empresa y sociedad: Perspectivas para el desarrollo sostenible

---

Gabriel García Martínez  
Ester Guijarro Tarradellas  
María del Mar Marín-Sánchez  
Elíes Seguí Mas  
(Editores)

**eSMART**  
UPV

**Esta obra está bajo una licencia  
Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional**



© Los autores

Editorial DYKINSON, S.L. Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid  
Teléfono (+34) 91 544 28 46 - (+34) 91 544 28 69  
e-mail: [info@dykinson.com](mailto:info@dykinson.com)  
<http://www.dykinson.es>  
<http://www.dykinson.com>

ISBN: 979-13-7047-346-4

*Maquetación:*

Realizada por los autores

# Prólogo

La relación entre empresa y sociedad constituye uno de los debates centrales de nuestro tiempo. En un contexto caracterizado por la intensificación de los riesgos climáticos, la presión sobre los recursos naturales, la transformación de los marcos regulatorios y la creciente demanda de transparencia por parte de los grupos de interés, la sostenibilidad ha dejado de ser una cuestión periférica para convertirse en un eje estratégico de la actividad empresarial. Las organizaciones ya no pueden ser entendidas únicamente como unidades productivas orientadas a la generación de valor económico, sino como agentes sociales cuya actividad incide de manera directa en el entorno ambiental, institucional, cultural y comunitario donde operan.

La presente obra titulada “Empresa y sociedad: Perspectivas para el desarrollo sostenible”, ofrece una contribución rigurosa y plural a esta reflexión. A través de un conjunto de trabajos académicos que combinan aproximaciones teóricas, análisis empíricos y estudios sectoriales, se aborda la sostenibilidad desde una perspectiva amplia, interdisciplinar y aplicada. Muestra claramente que el desarrollo sostenible no puede reducirse a una única dimensión, ni limitarse al cumplimiento formal de indicadores ambientales o sociales. Por el contrario, exige comprender las interdependencias entre regulación, gobernanza, información corporativa, gestión de recursos, innovación, territorio y responsabilidad empresarial.

Los capítulos que integran este libro permiten observar la sostenibilidad en escenarios diversos y complementarios. Algunos trabajos se centran en sectores industriales y productivos, analizando los retos asociados a la sostenibilidad ambiental y económica de las empresas, la economía circular, el uso eficiente de recursos o la divulgación de información no financiera. Otros capítulos amplían el foco hacia ámbitos menos habituales en los estudios empresariales, como la protección del patrimonio arqueológico en la actividad constructora, evidenciando que la sostenibilidad también incorpora dimensiones culturales, históricas y sociales que con frecuencia quedan invisibilizadas en los informes corporativos.

Asimismo, se presta especial atención a los marcos normativos y financieros que están redefiniendo la sostenibilidad empresarial contemporánea. La evolución de la regulación europea en materia ESG, la aplicación de la CSRD, el papel de los bonos sostenibles o las incertidumbres climáticas en el marco de las normas internacionales de información financiera ponen de manifiesto que la sostenibilidad se encuentra en un proceso de institucionalización creciente. No obstante, la búsqueda de mayor transparencia y rendición de cuentas convive con debates sobre proporcionalidad, costes de cumplimiento, riesgos de estandarización y posibles retrocesos regulatorios.

Otro aspecto destacable es la dimensión territorial de la sostenibilidad. Los estudios incluidos muestran que las prácticas empresariales no se desarrollan en

abstracto, sino en contextos geográficos, productivos e institucionales concretos. Desde la región de Hallabat en Jordania hasta el sector agrícola intensivo de Almería, pasando por el análisis de empresas españolas de fertilizantes o por la resiliencia climática urbana, el volumen evidencia que los desafíos del desarrollo sostenible deben interpretarse atendiendo a las especificidades locales y sectoriales. Esta perspectiva resulta especialmente interesante, pues permite vincular los grandes debates globales con realidades empresariales concretas.

En conjunto, esta contribución invita a superar una visión meramente instrumental de la sostenibilidad. La empresa sostenible no es únicamente aquella que reporta indicadores, reduce emisiones o se adapta a nuevas exigencias normativas, sino aquella que incorpora en su estrategia una comprensión profunda de su impacto económico, ambiental y social. Ello requiere sistemas de medición adecuados, marcos de gobernanza responsables, capacidad de aprendizaje organizativo y una orientación real hacia la creación de valor compartido.

En sus páginas se encuentra un conjunto de aportaciones que contribuyen tanto al debate académico como a la reflexión práctica sobre el papel de la empresa en la transición hacia modelos de desarrollo más sostenibles. La diversidad de enfoques, metodologías y objetos de estudio enriquece su alcance y se aproxima a la sostenibilidad empresarial como un campo dinámico, complejo y necesariamente interdisciplinar.

En un momento en el que empresas, administraciones públicas, instituciones académicas y sociedad civil están llamadas a repensar sus responsabilidades, esta monografía aporta conocimiento, evidencia y reflexión crítica. Su lectura permite comprender mejor los retos presentes y futuros de la sostenibilidad, así como la necesidad de avanzar hacia modelos empresariales capaces de integrar competitividad, responsabilidad y compromiso con las generaciones venideras.

Gabriel García Martínez

Ester Guijarro Tarradellas

María del Mar Marín-Sánchez

Elies Seguí Mas

# Índice

**ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SUSTAINABILITY OF INDUSTRIAL COMPANIES IN THE HALLABAT REGION (JORDAN) ..... 1**

AHMAD ABABNE; ALICIA MATEOS-RONCO, ALAA ABABNEH

**CUANDO EL PATRIMONIO NO CUENTA: ARQUEOLOGÍA PREVENTIVA E INFORMACIÓN NO FINANCIERA EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS ESPAÑOLAS .....14**

IRMA ASÓN-VIDAL, MARÍA DEL MAR MARÍN-SÁNCHEZ

**DEL CLASIFICADOR AL AGENTE: IA GENERATIVA Y SISTEMAS AGÉNTICOS EN EL ANÁLISIS DEL PITCH EMPRENDEDOR .....22**

HÉCTOR BOROBIA, ELIES SEGUÍ-MAS, GUILLERMINA TORMO-CARBÓ

**ENVIRONMENTAL RESOURCE MANAGEMENT IN GREENHOUSE AGRICULTURE: IMPLICATIONS FOR BUSINESS SUSTAINABILITY .....32**

VÍCTOR CORREA-PORCEL, LAURA PIEDRA-MUÑOZ, EMILIO GALDEANO-GÓMEZ

**BEYOND FINANCING: ESG BONDS AND CORPORATE SUSTAINABILITY .....44**

RUBEN ORDONEZ-BORRALLO, JAVIER DELGADO-CEBALLOS, AMBRA GALEAZZO, NATALIA ORTIZ-DE-MANDOJANA

**INCERTIDUMBRES CLIMÁTICAS Y APLICACIÓN DEL MARCO NIIF: ANÁLISIS DE LOS EJEMPLOS ILUSTRATIVOS DEL IASB (2023–2025) .....53**

ANGÉLICA MARÍA FRANCO RICUARTE, FERNANDO POLO GARRIDO

**ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS DEL SECTOR ESPAÑOL DE LOS FERTILIZANTES INORGÁNICOS A PARTIR DE LOS INFORMES DE INFORMACIÓN NO FINANCIERA .....63**

MARÍA MAGANTO-SEGURA, GABRIEL GARCÍA-MARTÍNEZ, LUIS PORCUNA-ENGUIX, HELENA MARÍA BOLLAS-ARAYA

**COOPERATIVE VALUE AS YARDSTICK: RETHINKING ESG UNDER THE CSRD .....72**

JON OLAIZOLA ALBERDI, JULEN BOLLAIN

**ÓMNIBUS 2025: REDEFINIENDO EL MARCO ESG EUROPEO ENTRE EL PRAGMATISMO REGULATORIO Y EL RIESGO DE DESREGULACIÓN.....83**

ELIES SEGUÍ-MAS, GUILLERMINA TORMO-CARBÓ, SERGIO MARÍ-VIDAL

**GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y REDES COLABORATIVAS PARA FORTALECER LA  
RESILIENCIA CLIMÁTICA URBANA .....94**

EDURNE ZUBIRIA-FERRIOLS, TERESA MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, LUIS CUNI-MONSERRAT

# ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC SUSTAINABILITY OF INDUSTRIAL COMPANIES IN THE HALLABAT REGION (JORDAN)

**Ahmad Ababneh<sup>1</sup>; Alicia Mateos-Ronco<sup>2</sup>, Alaa Ababneh<sup>3</sup>**

*Doctoral Student in Business Management and Administration<sup>1</sup>*

*eSMART Research Center for Entrepreneurship, Sustainability, Marketing, Accounting, Corporate Responsibility, and Digital Technology<sup>2</sup>*

*Universitat Politècnica de València<sup>1,2</sup>*

*Universitat Autònoma de Barcelona<sup>3</sup>*

ORCID: 0000-0002-1185-1885<sup>2</sup>, 0000-0002-7281-7373<sup>3</sup>

**Abstract:** This research aims to establish a scope that analyses the environmental and economic sustainability of industrial companies operating in the Hallabat area. The study's significance lies in its focus on these industrial companies, which are major players with a significant market share in Jordan. The approach was based on the Population, Concept, and Context (PCC) framework, which served as a blueprint for developing the scope review methodology and a foundation for exploring current gaps and future trends. This study is among the first to address this topic within the Jordanian context and the Hallabat region. The commitment of companies in this region to the pillars of sustainability and the principles of the circular economy poses a major challenge, as most of these companies are not listed on the Amman Stock Exchange and are family owned. Convincing these companies to adopt the pillars of sustainability and the principles of the circular economy requires governmental and local legislation that compels them to implement sustainability plans and plans that implement the principles of the circular economy. The most important recommendations in this study were the need for cooperation between local government and businesses for the implementation of sustainable programs and the mandatory disclosure of sustainability reports to improve transparency.

**Keywords:** sustainability; environmental sustainability; economic sustainability; industrial companies; Hallabat region; sustainability reports; annual reports.

## 1. INTRODUCTION AND OBJECTIVES

The concept of sustainability refers to the ability to maintain the ecological, social, and economic systems over time, and to achieve a balance between these three pillars. Environmental sustainability is achieved by reducing waste and pollution, conserving resources, and protecting biodiversity and ecosystems (Khan et al., 2021). Economic sustainability refers to the ability of an economic system to support the well-being of its members over time. It ensures that resources are used in a way that increases long-term economic growth, while ensuring that the benefits of economic activity are distributed fairly across society. Economic sustainability is achieved by encouraging innovation, investing in education and infrastructure, and creating a supportive business environment (Van Niekerk, 2020). The "circular" economy is a concept that involves closing, slowing, and narrowing the loop of material flows. The concept of a circular economy consists of two components: "circular," which focuses on the technical cycle of materials, and "economic," which provides new opportunities and directions for the economy and society (Nikolaou & Tsagarakis, 2021).

Industrial establishments in Jordan constitute 20% of small and medium enterprises in Jordan, and the industrial sector generates 24% of Jordan's gross domestic product. There are 18,000 industrial facilities in Jordan and about 240,000 workers. Therefore, the industrial sector is considered one of the most important sectors in Jordan (Abu Kwaik et al., 2023; Shqair & Altarazi, 2022). Jordan's industrial sector is highly complex, consisting of a heterogeneous mix of manufacturing and transformation activities. These activities range from those that convert raw materials into finished products, such as phosphates, cement, plastics, and glass, to those that produce high-quality end products, such as food and chemical industries (Al-Ghandoor et al., 2008). Qualified industrial cities play a major role in attracting investment and productivity, providing a suitable and attractive investment environment. There are currently 10 industrial zones distributed across Jordan, including the Hallabat region (Bataineh et al. 2016).

In the Jordanian context, industrial sustainability is crucial because the industrial sector contributes significantly to Jordan's economic development. The Hallabat region in particular plays a vital role in this growth, being a major industrial area and home to numerous large companies. Current studies indicate that sustainability research in the industrial sector has not focused on the Jordanian context, and its focus on the broader economic context is relatively limited. There is a clear lack of studies addressing specific geographic areas, such as the Hallabat region or Qualified Industrial Zones.

The significance of this research lies in its systematic and comprehensive review of the literature on sustainability in the industrial sector, with a particular focus on the Jordanian context and the Hallabat region. Theoretically, this research fills a significant gap in the literature by highlighting the scarcity of studies specifically addressing this geographic context.

## 2. LITERATURE REVIEW

Issuing sustainability reports plays a crucial role in enhancing transparency (Mohammadi et al., 2018). Companies use annual reports to present their social and environmental information, in addition to financial information. A sustainability report is

typically prepared within the annual report or separately. This sustainability report demonstrates how the company applies the three dimensions of sustainability: economic, social, and environmental (Sebrina et al., 2023). Research by Pérez Estébanez and Sevillano Martín (2025) showed that companies that prioritize sustainability are more likely to achieve better financial results, providing a strong argument for corporate management to be more encouraged to implement sustainable business models and publish sustainability reports.

Industrial companies still have limited disclosure regarding sustainability (Hassan et al., 2020). Sustainability-related disclosures for industrial companies in Middle Eastern countries are mostly limited to listing information about the board of directors, and there is an absence of environmental and energy information (Abdulla AlNaimi et al., 2012). Company size is a crucial factor in sustainability reporting, as larger companies are more likely to publish sustainability reports than smaller ones. Manufacturing companies tend to publish more sustainability reports than those in other sectors (Kuzey & Uyar, 2017).

The establishment of an industrial zone in a region can have both positive and negative impacts on the environment and the local economy. While industrial companies can contribute to economic growth, job creation, and increased revenue for the government, industrial activities can also result in environmental degradation, pollution, and health hazards for nearby communities (Montgomery & Perry, 2010). Hallabat city in Jordan has experienced rapid urbanization and industrialization in recent years, and the industrial zone in the area has become an important source of revenue (Alnabulsi et al., 2023). In the context of the Hallabat region, the presence of the industrial zone has significant implications for the surrounding area's environmental and economic sustainability (Abdulraheem & Alikabi, 2023).

Industrial activities in Hallabat can lead to environmental degradation, including air, water, and soil pollution. Pollutants released into the environment can damage the natural ecosystems surrounding the Hallabat Palace archaeological site, resulting in biodiversity loss and damage to historical structures. Mining activities also have a negative impact, and these harmful practices can contaminate groundwater. To mitigate the effects of these pollutants, it is important to implement pollution control measures and promote sustainable practices that reduce emissions and utilize treated wastewater (Al-Hamadeen & Badran, 2014; Haddad et al., 2017; Ugwu et al., 2022, Al-Khashman & Shawabkeh, 2006, Saidan et al., 2020).

It is worth noting that the region is a hub for the food industry (dairy and meat). Industrial companies in the region can offer effective solutions that contribute to pollution reduction, such as lowering energy consumption, using environmentally friendly products/suppliers, recycling materials, and purifying factory air (Singh et al., 2016; Abbasi & Abbassi, 2004). (Abobaker & Gunardi, 2023) argued that providing incentives, such as tax breaks or offering industrial facilities at reduced rents, and educating managers about the importance of sustainability, helps encourage industrial companies in industrial clusters to engage in environmentally and economically sustainable activities.

There are many industrial companies operating in the Hallabat region, some of which are listed on the Amman Stock Exchange and some of which are not. Most of these companies operate in the mining, food processing, veterinary pharmaceutical, fertilizer, and cement sectors, 13 factories within the Qualified Industrial Zone (QIZ), in addition to 22 other factories outside the industrial zone (Government of Jordan, Dolail Municipality,

2025; Jordan Chamber of Industry, 2025). These companies' disclosures were limited, focusing primarily on environmental areas such as reducing overall emissions, water recycling, waste recycling, and the use of solar energy. While some companies disclosed some social activities, others indicated they do not engage in any sustainable activities whatsoever.

### 3. METHODOLOGY

Scope reviews are a type of systematic literature review. They are exploratory in nature, aiming to define the nature and scope of research on a particular topic. They can be used to identify gaps in the literature, synthesizing existing knowledge and providing a comprehensive overview of the research topic. This systematic process involves mapping existing research on a given subject and identifying key ideas and sources (Christou et al., 2025). This study and its methodology were primarily based on the scope review.

#### 3.1. Research Question and Framework

The main research question was: What is the reality of environmental and economic sustainability of industrial companies in the Hallabat region? The framework was built based on this question.

The approach was based on the Population, Concept, Context (PCC) framework, where Population is industrial companies, Concept is environmental sustainability, circular economy, and economic sustainability, and Context is the geographical Context (Jordan - Hallabat region). After building the framework, we conducted an initial database search based on the framework's components and found it necessary to expand the search to include Jordan, not just the Hallabat region.

#### 3.2. Search Methods

In this study, we followed the PRISMA guidelines, a set of evidence-based recommendations designed primarily to encourage transparent and complete reporting of systematic reviews. These reviews encompass various knowledge-gathering methods, such as systematic reviews and scope reviews (Sarkis-Onofre et al., 2021). The basic guidelines for PRISMA, as presented by (Rethlefsen et al., 2021), include describing all information sources such as databases; providing a complete electronic search strategy for each database so that it can be replicated; and stating the number of studies that were examined, assessed for eligibility, and included in the review, along with the reasons for exclusion at each stage.

To build the scoping review, the keywords were used to build these search strings: "Jordan AND industrial sector AND company sustainability", "Jordan AND industrial sector AND environmental sustainability", "Jordan AND industrial sector AND economic sustainability", "Jordan AND industrial sector AND sustainability reports", "Jordan AND industrial sector AND sustainability disclosure", "Jordan AND industrial sector AND sustainability challenges", "Jordan AND industrial sector AND social responsibility", "Jordan AND industrial sector AND environmental governance", "Jordan AND industrial sector AND economic performance", "Jordan AND industrial sector AND circular economy".

Using the Scopus and Web of Science databases and the publisher's website, Science Direct, the search results were as shown in the table 1.

**Table 1**  
**Search results in databases using search strings**

Database	Search results	Filters
Scopus	71	Document type: Article, (inclusion) Subject area: Business, Management and Accounting, Environmental Science, Social Sciences, Economics, Econometrics and Finance, Energy, Engineering, Language: English.
Web of Science	527	Document Types: Article, (The following fields have been excluded) Web of Science Categories: Engineering Environmental, Hospitality Leisure Sport Tourism, Regional Urban Planning, Sociology, Engineering Mechanical, Education Educational Research, Engineering Chemical, Geography, Multidisciplinary Sciences, Engineering Civil, Engineering Mechanical, Statistics Probability, Religion, Law, Communication, Psychology Applied, Ethics, Medical Ethics, International Relations, Political Science, Health Policy Services, Transportation, Asian Studies, Mathematics. Chemistry Multidisciplinary, Computer Science Cybernetics, Computer Science Interdisciplinary Applications, Mathematics Interdisciplinary Applications, Urban Studies, ( inclusion) Languages: English.
Science Direct	350	Article type: Review articles, Research articles, Subject areas: Social Sciences, Business, Management and Accounting, Energy, Environmental Science, Economics, Econometrics and Finance, Engineering.

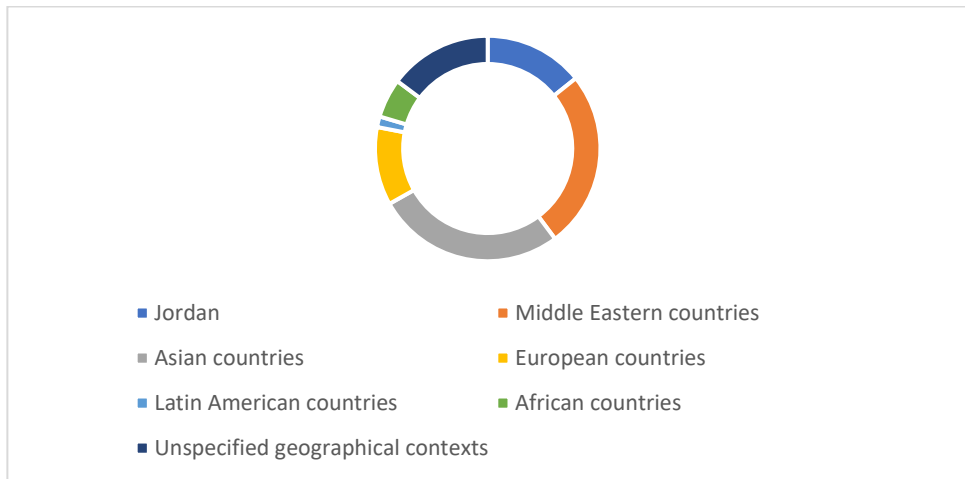
The number of articles extracted from the searches was 948. We removed duplicates from the search results, leaving 668 articles. We then reviewed the articles by title and then by abstract. Titles related to agriculture, banking, trade, and management, and any article discussing an irrelevant topic, were excluded. After reviewing the article titles and abstracts,

497 articles remained. The methodology of the articles was also reviewed. Any articles whose methodology was not related to industry or the industrial sector were excluded, and only articles whose methodology included quantitative or qualitative analysis related to the industrial sector were retained, leaving 263 articles. Finally, we reviewed the articles based on results, discussion, and conclusions. Articles that contained limited or indirect results that did not support our analysis were excluded. We excluded articles that fell outside the scope of environmental sustainability, the circular economy, and economic sustainability, leaving 196 articles.

#### 4. DESCRIPTIVE ANALYSIS AND RESULTS

The geographical contexts of economic and environmental sustainability practices and the circular economy were analysed to understand research trends and identify knowledge gaps. Studies were categorized according to their geographical focus, including Jordan and the Hallabat region, as well as international contexts. This categorization provides a descriptive overview of the literature's focus areas and reveals a lack of studies addressing industrial companies in the Hallabat region, highlighting a significant research gap that warrants further investigation (Figure 1).

**Figure 1**  
**The geographical contexts of the literature**

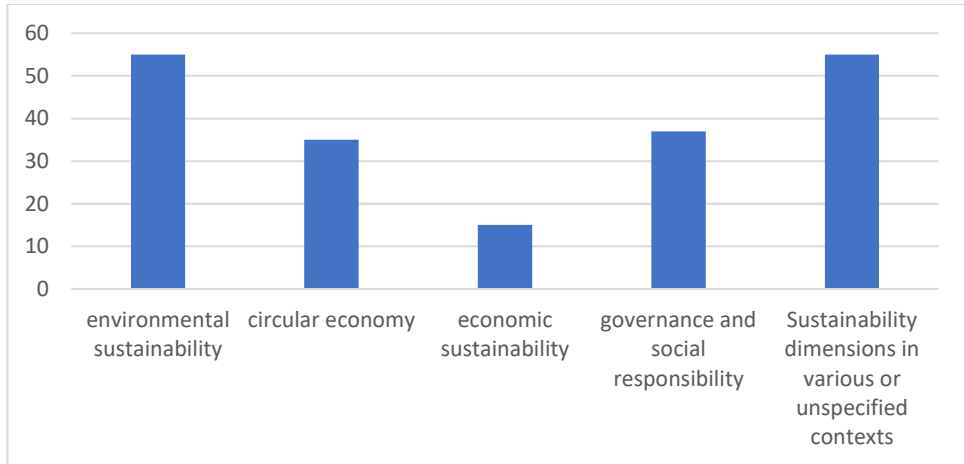


**Source:** Own elaboration

The geographical contexts of the publications in this scope review were concentrated in Asian countries, specifically India, Pakistan, Bangladesh, Malaysia, and Indonesia. In the Middle East, the contexts were concentrated in Saudi Arabia, Egypt, Turkey, Iran, and the United Arab Emirates. In Europe, the research focused on Romania, Italy, and Spain. Publications belonging to Jordan constituted 14.2% of the total articles. Although the search strings included the word "Jordan," the related publications were limited, and there were no

publications related to the Hallabat region. The articles were also classified according to thematic or conceptual context (Figure 2).

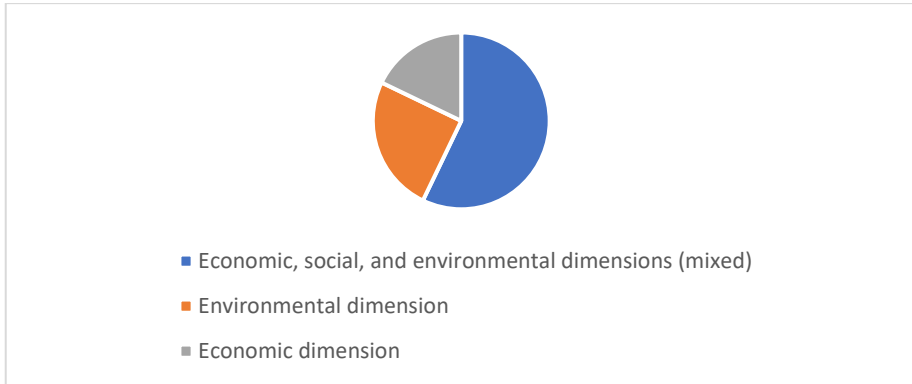
**Figure 2**  
**Scope review article classification (number of articles)**



**Source:** Own elaboration

In analysing the Jordanian context, 61% of articles focused on industrial companies listed on the Amman Stock Exchange. The articles were classified as quantitative, qualitative, and mixed. Jordanian researchers focused primarily on quantitative articles, comprising 24 out of 28. Their quantitative methodology relied on statistical analysis, distributing questionnaires to employees in Jordanian industrial sectors and examining the current state of sustainability within these companies. Figure 3 illustrates the focus on analysing all dimensions of sustainability in articles that discussed the Jordanian context, because of the limited application of sustainability dimensions in Jordanian industrial companies, which makes analysing only one dimension difficult.

**Figure 3**  
**Type of articles – Jordanian context**



**Source:** Own elaboration

The articles lacked a discussion of the geographical context of sustainability, such as sustainability in a specific region. None of the articles discussed sustainability in the Hallabat region. Furthermore, the articles that discussed sustainability in the Jordanian context mostly presented quantitative data. Jordanian researchers did not use a literature review or systematic review methodology. This is due to the limited number of published studies on sustainability in Jordan, which makes building a literature review a difficult task.

We conducted a content analysis of some of the findings of articles in the Jordanian context. (Haddad et al., 2017) argued that disclosure practices through annual reports are the most important mechanism used by Jordanian industrial companies to disseminate information to the public. Omar & Zallom (2016), affirm that the absence of regulations and laws makes sustainability disclosure inherently optional. Omar & Alkayed (2021) and AlKayed & Omar (2023), argued that the issuance of regulations and laws in the period following 2015 led to an improvement in the quality of disclosure and the content of sustainability reports compared to the previous period. Argued Taha et al. (2023), that sustainability practices and sustainability disclosure positively impact profitability, as increased productivity, reduced legal and compliance costs, and enhanced employee morale lead to improved financial performance.

Al-Majali (2025) argued that achieving a delicate balance between environmental protection and economic development in Jordan is a pressing necessity. Emphasized the importance of adopting environmentally sustainable practices such as renewable energy and clean transportation technologies, providing incentives and financial facilities for companies and investors in environmental fields, supporting research and development in environmental technologies, and promoting innovation in this area by providing financial resources and assistance in introducing new technologies. Also stressed the need to enact effective environmental laws and regulations that promote sustainable practices and reduce pollution, while monitoring compliance with these laws. Furthermore, advocated for integrating environmental sustainability into national economic policies and encouraging investment in green and sustainable industries.

Among the positive effects of Jordanian industrial companies adopting such environmental practices is the enhancement of their export performance and expansion into consumer markets that value environmental performance, thus boosting the profitability of these companies (Al-Ghwayeen & Abdallah, 2018).

Farah Freihat & Al-Hiyari (2025) affirm that government ownership significantly enhances corporate sustainability disclosure. They also noted the low level of sustainability disclosure among Jordanian industrial companies, attributing this to weak enforcement of regulations and limited participation in sustainability initiatives. Argued Jaradat et al. (2025) that integrating technology into industrial activities is essential for achieving sustainability.

Al-Hawatmah & Samih Shaban (2018) showed that 73% of industrial companies in Jordan disclose their sustainability activities in their annual reports. The study also revealed that 50% of these companies use board reports as their primary channel for disclosing their sustainability activities, while 36% use a sustainability report. Bani-Khalid (2019) argued that industrial companies listed on the Amman Stock Exchange disclose various aspects of their sustainability performance in their reports as a strategy to enhance their legitimacy.

## 5. CONCLUSIONS

The main gap in the literature related to this research area is the lack of information about companies operating in the Hallabat region. There are no details about the steps taken by companies operating in the region towards achieving environmental sustainability or economic and social sustainability. The articles included within the scope review did not refer to the geographical context, did not address the problems in the region, and did not refer to the adoption of sustainability pillars by companies in the region. Likewise, the companies' annual reports, or their websites, did not extensively refer to any steps that include the principles of sustainability or the circular economy. The companies did not mention recycling, using damaged materials, or switching to the use of renewable energy from solar energy. In general, the literature lacks discussion of such plans. The field of industrial sustainability also lacks research and publications, as these are rare and suffer from theoretical and practical limitations (Feil et al., 2019).

This review revealed that foreign companies are the most committed to sustainability disclosure. The companies least committed to sustainability were mining companies and companies owned by families (not public joint stock companies). This aligns with the review findings, which indicated that a company's ownership structure, nationality, and capital size positively influence sustainability disclosure.

Among the recommendations we present in this research is the necessity of cooperation between the municipality and companies to enhance the concept of sustainability and force companies to commit to implementing sustainable programs in addition to setting legislation by the government and the Ministry of Tourism (since the area is a tourist) that obligates companies operating in the area to implement sustainable and circular programs and plans. The review emphasized the importance of laws and regulations that obligate companies to implement sustainability and the circular economy, as voluntary disclosure cannot be relied upon indefinitely. Shahwan et al. (2022) also made recommendations, including imposing conditions on industrial companies to participate in tenders, bids, and government tenders, requiring the company to adhere to sustainability disclosures, reducing taxes imposed on companies to incentivize them to publish

sustainability disclosures, and updating regulations, instructions, and laws related to sustainability disclosures.

The study indicates that industry poses a challenge to sustainable development, placing immense pressure on resources such as water, electricity, and the environment, despite its economic benefits to the population, such as job creation. The study also revealed a near-total absence of research focusing on the Hallabat region. This limited disclosure of sustainability practices necessitates that regulatory bodies, such as the Companies Control Department, the municipality, and the Amman Stock Exchange, enact legislation mandating that companies operating in the region publish sustainability reports. Furthermore, a literature review reveals that the level of disclosure regarding sustainability practices in industrial companies has not received specific research attention. Most studies have focused on publicly listed companies; however, the sustainability contexts of unlisted companies, which constitute most companies in the Hallabat region, have not been discussed in the literature.

## REFERENCES

- Abbasi, G. Y., & Abbassi, B. E. (2004). Environmental assessment for paper and cardboard industry in Jordan—A cleaner production concept. *Journal of Cleaner Production*, 12(4), 321–326. [https://doi.org/10.1016/S0959-6526\(02\)00047-1](https://doi.org/10.1016/S0959-6526(02)00047-1)
- Abdulla AlNaimi, H., Hossain, M., & Ahmed Momin, M. (2012). Corporate social responsibility reporting in Qatar: A descriptive analysis. *Social Responsibility Journal*, 8(4), 511–526. <https://doi.org/10.1108/17471111211272093>
- Abdulraheem, A. B. H., & Alrikabi, N. K. (2023). The new industrial cities and resources sustainability—Case study: Industrial zone in Ramady city. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1129(1), Article 012023. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1129/1/012023>
- Abobaker, A. G. E., & Gunardi, A. (2023). Commitment to applying green accounting in industrial companies in the Kingdom of Saudi Arabia to achieve the dimensions of sustainable development. *Indonesian Journal of Sustainability Accounting and Management*, 7(2), 317–328. <https://doi.org/10.28992/ijSAM.v7i2.760>
- Abu Kwaik, N., Sweis, R., Allan, B., & Sweis, G. (2023). Factors affecting risk management in industrial companies in Jordan. *Administrative Sciences*, 13(5), Article 132. <https://doi.org/10.3390/admsci13050132>
- Al-Ghandour, A., Al-Hinti, I., Jaber, J. O., & Sawalha, S. A. (2008). Electricity consumption and associated GHG emissions of the Jordanian industrial sector: Empirical analysis and future projection. *Energy Policy*, 36(1), 258–267. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.09.020>
- Al-Ghwayeen, W. S., & Abdallah, A. B. (2018). Green supply chain management and export performance: The mediating role of environmental performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 29(7), 1233–1252. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0079>
- Al-Hamadeen, R., & Badran, S. (2014). Nature and determinants of CSR disclosure: Experience of the Jordanian public shareholding companies. *European Journal of Business and Management*, 6(13).

Al-Hawatmah, Z., & Shaban, O. S. (2018). Social accounting & social responsibility reporting in the Jordanian industrial companies listed in Amman Stock Exchange Market. *Ekonomski Pregled*, 69(4), 459–471. <https://doi.org/10.32910/ep.69.4.69>

Alkayed, H., & Omar, B. F. (2023). Determinants of the extent and quality of corporate social responsibility disclosure in the industrial and services sectors: The case of Jordan. *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 21(5), 1206–1245. <https://doi.org/10.1108/JFRA-05-2021-0133>

Al-Khashman, O. A., & Shawabkeh, R. A. (2006). Metals distribution in soils around the cement factory in southern Jordan. *Environmental Pollution*, 140(3), 387–394. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2005.08.023>

Al-Majali, A. A. (2025). Estimation of green total factor productivity and green efficiency in Jordan based on the Super-SBM model. *Journal of Economic Studies*, 52(6), 1113–1122. <https://doi.org/10.1108/JES-04-2024-0236>

Alnabulsi, Z. H., Alrawashdeh, S. T., Abkal, A. M. M., Salameh, R. S., & Lutfi, K. M. (2023). Measuring the impact of renewable energy consumption on economic growth in Jordan during the period 1990–2020. *Uncertain Supply Chain Management*, 11(2), 565–572. <https://doi.org/10.5267/j.uscm.2023.2.008>

Bani-Khalid, T. (2019). Examining the quantity and quality of online sustainability disclosure within the Jordanian industrial sector: A test of GRI guidelines. *Problems and Perspectives in Management*, 17(4), 141–152. [https://doi.org/10.21511/ppm.17\(4\).2019.12](https://doi.org/10.21511/ppm.17(4).2019.12)

Bataineh, T. M., Aligah, K. M. A., & Alawneh, A. M. (2016). The economic impact of the qualifying industrial estates in Jordan on the Jordanian economic activity: A case study on Al-Hassan Industrial Estate, Jordan, (2000–2014). *International Business Research*, 9(10), 169–175. <https://doi.org/10.5539/ibr.v9n10p169>

Christou, E., Parmaxi, A., & Zaphiris, P. (2025). A systematic exploration of scoping and mapping literature reviews. *Universal Access in the Information Society*, 24(1), 941–951. <https://doi.org/10.1007/s10209-024-01120-3>

Farah Freihat, A., & Al-Hiyari, R. (2025). Government ownership as a catalyst: Corporate governance and corporate social responsibility in Jordan's industrial sector. *Journal of Risk and Financial Management*, 18(5), Article 260. <https://doi.org/10.3390/jrfm18050260>

Feil, A. A., Schreiber, D., Haetinger, C., Strasburg, V. J., & Barkert, C. L. (2019). Sustainability indicators for industrial organizations: Systematic review of literature. *Sustainability*, 11(3), Article 854. <https://doi.org/10.3390/su11030854>

Government of Jordan. (2025). *Economic sector—Industry and trade*. Dolail. <https://www.dolail.gov.jo/economic-sector-industry-and-trade/>

Haddad, A. E., Sbeiti, W. M., & Qasim, A. (2017). Accounting legislation, corporate governance codes and disclosure in Jordan: A review. *International Journal of Law and Management*, 59(1), 147–176. <https://doi.org/10.1108/IJLMA-07-2016-0064>

Hassan, N. S., Lee, K. E., Mokhtar, M., & Goh, C. T. (2020). Correlating corporate social responsibilities of chemical industries in Malaysia toward sustainable development. In K. E. Lee (Ed.), *Concepts and approaches for sustainability management* (pp. 41–54). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-34568-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-34568-6_3)

Jordan Chamber of Industry. (2025). *Studies and strategies*. <https://jci.org.jo/en/studies-strategies/>

Jaradat, Z., Al-Hawamleh, A. M., & Altarawneh, M. (2025). Investigating the impact of technological orientation and innovation orientation on the sustainability and development the industrial sector. *Competitiveness Review: An International Business Journal*, 35(2), 409–433. <https://doi.org/10.1108/CR-11-2023-0303>

Khan, S. A. R., Yu, Z., & Umar, M. (2021). How environmental awareness and corporate social responsibility practices benefit the enterprise? An empirical study in the context of emerging economy. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 32(5), 863–885. <https://doi.org/10.1108/MEQ-08-2020-0178>

Kuzey, C., & Uyar, A. (2017). Determinants of sustainability reporting and its impact on firm value: Evidence from the emerging market of Turkey. *Journal of Cleaner Production*, 143, 27–39. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.153>

Mohammadi, M. A. D., Mardani, A., Ali Khan, M. N. A., & Streimikiene, D. (2018). Corporate sustainability disclosure and market valuation in a Middle Eastern nation: Evidence from listed firms on the Tehran Stock Exchange: Sensitive industries versus non-sensitive industries. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 31(1), 1488–1511. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2018.1486722>

Montgomery, R., & Perry, M. A. (2010). The social and cultural implications of violence at Qasr Hallabat. *American Journal of Physical Anthropology*, 171–171.

Nikolaou, I. E., & Tsagarakis, K. P. (2021). An introduction to circular economy and sustainability: Some existing lessons and future directions. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 600–609. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.017>

Omar, B. F., & Alkayed, H. (2021). Corporate social responsibility extent and quality: Evidence from Jordan. *Social Responsibility Journal*, 17(8), 1193–1212. <https://doi.org/10.1108/SRJ-01-2020-0009>

Omar, B. F., & Zallom, N. O. (2016). Corporate social responsibility and market value: Evidence from Jordan. *Journal of Financial Reporting and Accounting*, 14(1), 2–29. <https://doi.org/10.1108/JFRA-11-2014-0084>

Pérez Estébanez, R., & Sevillano Martín, F. J. (2025). Business sustainability and its effect on performance measures: A comprehensive analysis. *Sustainability*, 17(1), Article 297. <https://doi.org/10.3390/su17010297>

Rethlefsen, M. L., Kirtley, S., Waffenschmidt, S., Ayala, A. P., Moher, D., Page, M. J., Koffel, J. B., & PRISMA-S Group. (2021). PRISMA-S: An extension to the PRISMA statement for reporting literature searches in systematic reviews. *Systematic Reviews*, 10, Article 39. <https://doi.org/10.1186/s13643-020-01542-z>

Saidan, M. N., Al-Addous, M., Al-Weshah, R. A., Obada, I., Alkasrawi, M., & Barbana, N. (2020). Wastewater reclamation in major Jordanian industries: A viable component of a circular economy. *Water*, 12(5), Article 1276. <https://doi.org/10.3390/w12051276>

Sarkis-Onofre, R., Catalá-López, F., Aromataris, E., & Lockwood, C. (2021). How to properly use the PRISMA Statement. *Systematic Reviews*, 10, Article 117. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01671-z>

Sebrina, N., Taqwa, S., Afriyenti, M., & Septiari, D. (2023). Analysis of sustainability reporting quality and corporate social responsibility on companies listed on the Indonesia Stock Exchange. *Cogent Business & Management*, 10(1), Article 2157975. <https://doi.org/10.1080/23311975.2022.2157975>

Shahwan, Y., Hamza, M., Al-Fasfus, F., Al-Ramahi, N., & Almubaydeen, T. H. (2022). Social responsibility accounting, disclosure and real practice: Evidence from Jordan. *Asian Economic and Financial Review*, 12(3), 164–182. <https://doi.org/10.55493/5002.v12i3.4441>

Shqair, M. I., & Altarazi, S. A. (2022). Evaluating the status of SMEs in Jordan with respect to Industry 4.0: A pilot study. *Logistics*, 6(4), Article 69. <https://doi.org/10.3390/logistics6040069>

Singh, N., Jain, S., & Sharma, P. (2016). Environmental benchmarking practices in Indian industries: Evidences from an empirical study. *Benchmarking: An International Journal*, 23(5), 1132–1146. <https://doi.org/10.1108/BIJ-08-2014-0079>

Taha, R., Al-Omush, A., & Al-Nimer, M. (2023). Corporate sustainability performance and profitability: The moderating role of liquidity and stock price volatility—Evidence from Jordan. *Cogent Business & Management*, 10(1), Article 2162685. <https://doi.org/10.1080/23311975.2022.2162685>

Ugwu, S. N., Harding, K., & Enweremadu, C. C. (2022). Comparative life cycle assessment of enhanced anaerobic digestion of agro-industrial waste for biogas production. *Journal of Cleaner Production*, 345, Article 131178. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131178>

Van Niekerk, A. J. (2020). Inclusive economic sustainability: SDGs and global inequality. *Sustainability*, 12(13), Article 5427. <https://doi.org/10.3390/su12135427>.

# CUANDO EL PATRIMONIO NO CUENTA: ARQUEOLOGÍA PREVENTIVA E INFORMACIÓN NO FINANCIERA EN EMPRESAS CONSTRUCTORAS ESPAÑOLAS

**Irma Asón-Vidal<sup>1</sup>, María del Mar Marín-Sánchez<sup>2</sup>**

*Alumna Programa de doctorado en Administración y Dirección de Empresas<sup>1</sup>;  
eSMART - Research Center for Entrepreneurship, Sustainability, Marketing, Accounting,  
Corporate Responsibility, and Digital Technology<sup>2</sup>  
Universitat Politècnica de València<sup>1, 2</sup>  
ORCID: 0000 0002 1507 1798<sup>2</sup>*

Resumen: España posee un rico patrimonio arqueológico aún por descubrir cuya preservación es responsabilidad del Estado. El modelo de gestión español obliga a las empresas constructoras a contar con arqueólogos profesionales para llevar a cabo una intervención arqueológica supervisada por la Administración Pública. El objetivo de este trabajo es analizar el valor que las empresas constructoras dan al patrimonio arqueológico que deben preservar. Para ello se estudia el Estado de información No Financiera (EINF) de una muestra de empresas, incluidas en el IBEX 35, en 2023, con un gran volumen de facturación, para evaluar el reflejo que estas actuaciones tienen en su sostenibilidad. Asimismo, se analiza, utilizando la metodología Delphi, cual es el valor de la Memoria Científica derivada de estas actuaciones para todas las partes implicadas en el modelo de gestión español. Para ello se cuenta con un grupo de 25 expertos, pertenecientes al ámbito académico, la administración y arqueólogos comerciales. Este grupo concluye, a través de dos rondas de preguntas, que para la empresa constructora el rescate arqueológico supone un coste añadido que no genera valor. Esta conclusión se ve apoyada por la nula presencia en los EINF de estas empresas de menciones a estos trabajos.

Palabras Clave: Arqueología preventiva, sostenibilidad, empresas constructoras, Delphi.

## 1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En España, a partir de la década de 1980, tuvo lugar un fenómeno de expansión urbana que conllevó la destrucción de una gran cantidad de patrimonio arqueológico en las ciudades. Conscientes del problema y con el fin de proteger, conservar y gestionar los bienes del país, en 1985 se redactó la Ley de Patrimonio Histórico Español. Esta ley sigue las directrices europeas establecidas por el Convenio Europeo para la Protección del Patrimonio Arqueológico, firmado en 1969 y ratificado por España en 1975.

Con el establecimiento del modelo democrático en España tuvo lugar un proceso de descentralización que dio lugar al Estado de las Autonomías. A través de este modelo, la responsabilidad de la gestión del patrimonio se delega en las comunidades autónomas. Bajo un marco jurídico común —la Constitución de 1978, la Ley de Patrimonio Histórico Español de 1985 y el correspondiente Estatuto de Autonomía— cada región desarrolla distintos modelos de gestión patrimonial y publica normativas que generan un tratamiento legislativo diverso del patrimonio arqueológico en cada comunidad autónoma.

Como resultado de este cambio normativo, se crea una nueva demanda en los sectores de la ingeniería civil y la construcción, asociada a los cambios en el uso del suelo promovidos por distintos sectores: público, privado o mixto. La aplicación de las leyes de impacto ambiental y de Patrimonio Histórico/Cultural, que exige la realización de trabajos arqueológicos, genera nueva actividad económica (Parga-Dans, 2009), la Arqueología comercial.

Asimismo, la legislación actual en Sostenibilidad y Responsabilidad Social Corporativa (RSC) en España ha avanzado significativamente en la integración de la conservación del patrimonio arqueológico como parte de los compromisos sociales y ambientales de las empresas. Las normas y guías internacionales, así como las directrices europeas, han promovido la protección y restauración del patrimonio cultural y natural como eje estratégico de la sostenibilidad empresarial, alineando la gestión corporativa con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, donde la preservación del legado y el entorno resulta fundamental.

Se exige que antes de iniciar cualquier intervención en el territorio, como obras o instalaciones, las empresas realicen prospecciones arqueológicas y diseñen sus proyectos para minimizar el impacto sobre bienes históricos y culturales. Además, el seguimiento y supervisión por arqueólogos durante la ejecución de proyectos se ha convertido en una práctica habitual que responde tanto a normas directas como a compromisos voluntarios derivados de la RSC.

De cara a la administración pública, el marco legislativo actual obliga a la elaboración de planes especiales de protección para zonas históricas, arqueológicas o paleontológicas declaradas, y atribuye a los ayuntamientos la responsabilidad de garantizar su conservación y recuperación.

Las acciones de restauración, conservación y difusión del patrimonio arqueológico, junto con la promoción de iniciativas de digitalización y musealización, se consideran dentro del impacto positivo de la empresa en su entorno. El fomento de la colaboración público-privada y el desarrollo de campañas educativas y divulgativas son también herramientas recogidas por la ley y la práctica corporativa para asegurar que el patrimonio no solo se protege, sino que se pone en valor socialmente.

Para verificar este impacto positivo en la sostenibilidad de la actuación de las empresas constructoras en España, se plantea como objetivo de este trabajo analizar la valoración que las mismas hacen del patrimonio arqueológico descubierto o pendiente de descubrir.

Para ello se procede a seguir dos vías. Por un lado, el análisis de la parte más formal de la información que hacen pública como son los Informes de Información no financiera de las principales empresas constructoras en España, presentes en el IBEX 35, buscando las acciones realizadas para proteger el patrimonio arqueológico y la implicación de estos agentes en la salvaguarda de este patrimonio de incalculable valor. Y, por otro lado, a través de la encuesta de un grupo de expertos, identificar el valor social que las empresas constructoras reconocen a la Memoria Científica resultante de la actuación de la arqueología preventiva, según los expertos de la Arqueología privados, Administración Pública, así como miembros de la academia.

## 2. LA ARQUEOLOGÍA COMERCIAL Y LAS EMPRESAS CONSTRUCTORAS: LA PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

La arqueología comercial, también denominada arqueología preventiva o de gestión, es una modalidad de intervención arqueológica que se desarrolla en el marco de proyectos de desarrollo urbano, infraestructuras o cualquier tipo de obra civil que implique una posible alteración del patrimonio arqueológico. Su objetivo principal es identificar, documentar, evaluar y, en su caso, preservar los restos arqueológicos existentes en los terrenos afectados por dichas actuaciones, conforme a la normativa legal vigente en materia de patrimonio cultural.

Esta práctica se inscribe en el ámbito de la arqueología aplicada y responde a una lógica contractual, en la que empresas especializadas prestan sus servicios a promotores públicos o privados, generalmente como requisito legal previo a la concesión de licencias de obra. En este contexto, la actividad arqueológica se articula como una obligación legal derivada de la protección del patrimonio, siendo regulada por las administraciones competentes, que supervisan y autorizan las intervenciones, así como la validación de los resultados mediante informes técnicos.

Aunque su finalidad principal es garantizar la salvaguarda del patrimonio arqueológico frente a procesos de transformación del territorio, la arqueología comercial también constituye una fuente relevante de generación de conocimiento científico. Sin embargo, la tensión entre los intereses comerciales de los promotores y los objetivos de la investigación arqueológica ha suscitado debates en torno a la calidad de los estudios realizados, la difusión del conocimiento generado y el valor social atribuido a estos hallazgos

Tanto el producto principal, el informe vinculante favorable, como el subproducto, la Memoria Científica donde se plasma el conocimiento generado, son considerados bienes intangibles (García-Merino et al., 2010). No obstante, estos productos suelen estar infravalorados a pesar de constituir un elemento esencial de la actividad. La generación de conocimiento, como parte del proceso productivo de la arqueología comercial, representa una forma de retorno social que compensa, al menos en parte, la "pérdida" de una porción del patrimonio cultural común en favor de un único promotor (Joyner, 2002).

El conocimiento derivado de una excavación arqueológica constituye un valor intangible cuyo beneficiario es la sociedad en su conjunto. Si los clientes de la arqueología comercial valoraran adecuadamente este aspecto, podría mejorar su visibilidad.

### 3. METODOLOGÍA

En el presente trabajo, hemos llevado a cabo, en primer lugar, una revisión bibliográfica sistemática cualitativa. Para ello, se realizó una búsqueda bibliométrica en diferentes bases de datos nacionales e internacionales, siguiendo las directrices del Manual Cochrane para Revisiones Sistemáticas de Intervenciones. En particular, se han utilizado la Web of Knowledge y Persée (programa de publicación en línea de revistas científicas especializadas en ciencias humanas y sociales en Francia).

A partir de la investigación realizada, se puede confirmar que existe muy poca literatura que relacione la responsabilidad de las empresas constructoras con la conservación del patrimonio arqueológico.

En segundo lugar, el análisis de la información con impacto medioambiental de las empresas constructoras del IBEX 35 para identificar si sus medidas ambientales incluyen acciones para la protección y puesta en valor del patrimonio arqueológico descubierto como consecuencia de su actividad. Para ello se han seleccionado las empresas del sector de la construcción, presentes en el IBEX 35 a 31 de diciembre de 2023, último ejercicio con información completa. Se trata de seis grandes empresas.

En tercer lugar, se realizan entrevistas a un conjunto de expertos mediante la aplicación de la metodología Delphi, para evaluar cual es el valor social que las empresas constructoras atribuyen al principal producto de la Arqueología preventiva, la memoria científica

#### **3.1. Datos analizados en la información publicada por las empresas estudiadas**

Se ha analizado la existencia de referencias al tratamiento, actuación, conservación, valorización o cualquier mención relativa al patrimonio arqueológico descubierto como resultado de su actividad, en su Estado de Información No Financiera (EINF), teniendo en cuenta los indicadores derivados de la Ley 11/2018 sobre información no financiera y diversidad.

Para ello, se ha constatado que la mayoría de las empresas utilizan, en la elaboración del Estado de Información No Financiera principalmente los Indicadores Globales de la Iniciativa de Reporte (GRI), para así dar cumplimiento a los requerimientos de la ley 11/2018. GRI es una organización internacional independiente que ayuda a empresas, gobiernos y otras organizaciones a comprender y comunicar el impacto de sus negocios en cuestiones críticas de sostenibilidad, como el cambio climático, los derechos humanos, la corrupción y muchas otras. Sin embargo, no incluye ningún indicador que muestre de modo inequívoco el efecto de la actividad de la empresa en el patrimonio arqueológico preexistente, ni el volumen de Informes Científicos Arqueológicos generados a partir de su actividad.

### 3.2. Aplicación del Método Delphi

El objeto del método Delphi es *"obtener el consenso de opinión más fidedigno de un grupo de expertos"* (Dalkey y Helmer, 1963) si bien autores como Landeta opinan que actualmente, dadas las diversas aplicaciones del método sería más adecuado hablar de *"opinión fidedigna a partir de un conjunto de expertos"* (Landeta, 1999).

Para la composición del panel de expertos se determinó contactar con tres perfiles de especialistas en arqueología: los profesionales liberales, arqueólogos emprendedores de arqueología preventiva, funcionarios de las administraciones públicas competentes en materia de cultura, unidades de inspección territorial de arqueología y servicios arqueológicos de diputaciones y profesores universitarios de departamentos de arqueología. En un principio se lanzaron 70 invitaciones de participación en todo el ámbito territorial español. Finalmente, la primera ronda contó con 25 participantes de los cuales 17 se mantuvieron en la segunda. Este número es estadísticamente significativo, tal y como reconocen los principales autores.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Resultados derivados del análisis de los Estados de Información No Financiera de las empresas del sector construcción del IBEX 35

En este trabajo, el análisis en las 6 empresas objeto de estudio, se ha realizado mediante la búsqueda de palabras clave: tratamiento, actuación, conservación del patrimonio arqueológico, arqueología preventiva; servicios arqueología.

Los resultados en el Estado de Información No Financiera son nulos. No aparece ninguna de las palabras clave empleadas. Si analizamos los indicadores que utilizan en la dimensión medioambiental, procedentes del GRI, ninguno se refiere o puede asimilarse a las actuaciones, conservación o puesta en valor o destrucción del patrimonio arqueológico o la elaboración de la Memoria Científica.

No obstante, ampliando la búsqueda a sus páginas webs, sí que aparece en 3 de las empresas referencias al patrimonio arqueológico descubierto (Parés, 2021), preservación del patrimonio arqueológico (Sacyr. 2021), y de forma indirecta al apoyo al patrimonio cultural a través de Fundaciones, como es el caso de ACS.

### 4.2. Resultados del análisis Delphi

El cuestionario contestado por los 25 expertos se ha estructurado en varias partes para evaluar el modelo de gestión del patrimonio arqueológico en su conjunto. En el presente estudio, analizamos los resultados de una de sus partes, que se refiere al papel de las empresas constructoras y de la Administración Pública en el modelo.

La respuesta del grupo de expertos que se toma es la mediana, siguiendo la metodología Delphi.

En este estudio se realizaron 2 rondas, llegándose a un consenso, por lo que no fue necesario realizar una tercera ronda.

Los resultados alcanzados se describen a continuación.

Así, con respecto a la opinión de las empresas constructoras sobre la Memoria Científica y su valor, los expertos consideran que los clientes de la Arqueología Preventiva no tienen un especial interés en la calidad del servicio prestado ni el producto científico resultante del servicio.

Al tratarse de una obligación legal, en su opinión, al cliente sólo le interesa solventar el trámite administrativo, por lo que no se trata de una actividad que las empresas constructoras valoren por su resultado científico. No consideran que aporte un valor añadido a su actividad.

En este sentido, a través del estudio Delphi, se constata que los expertos se lamentan de que se considere un mero trámite administrativo y no se le dé la importancia debida. La opinión es unánime en este sentido.

Esta falta de interés en esta actividad se refleja en la financiación del servicio de arqueología preventiva. En el caso español, el coste lo asume la empresa constructora, lo ejecuta una empresa de arqueología preventiva y es supervisado por la Administración Pública que es el depositario de la Memoria Científica y de todos los restos descubiertos que se consideren relevantes.

Preguntados sobre los principales retos del modelo de gestión español, los expertos señalan como una de las principales amenazas la escasez de medios públicos que supervisen la actividad, concretamente la escasez de funcionarios con la debida cualificación que velen por el patrimonio arqueológico todavía por descubrir.

Relacionado con lo anterior, los expertos ponen de manifiesto también la falta de control sobre la calidad de la Memoria Científica, así como sobre la intervención arqueológica, lo cual redundo en una percepción claramente negativa sobre el funcionamiento del sistema y sobre la consecución del objetivo de proteger el patrimonio arqueológico.

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados ponen de manifiesto la escasa consideración que actualmente tiene la arqueología preventiva dentro de los marcos de sostenibilidad empresarial, así como las debilidades estructurales del modelo español de gestión del patrimonio arqueológico.

En primer lugar, los Estados de Información No Financiera analizados muestran un vacío total respecto al tratamiento, la actuación, la conservación o la puesta en valor del patrimonio arqueológico descubierto o por descubrir. Ninguna de las seis empresas estudiadas incorpora en sus informes anuales términos relacionados con la arqueología preventiva o los servicios arqueológicos. Asimismo, los indicadores de sostenibilidad medioambiental empleados, en su mayoría alineados con los estándares del Global Reporting Initiative (GRI), no contemplan ninguna métrica que pueda asimilarse a la protección del patrimonio arqueológico o a la generación de conocimiento científico derivado de las intervenciones. Este hallazgo revela una carencia notable en la concepción de la sostenibilidad empresarial, que se centra en variables ambientales tangibles como emisiones, gestión de residuos o consumo energético, dejando fuera aspectos culturales y patrimoniales igualmente esenciales para el desarrollo sostenible de su actividad.

No obstante, al ampliar la búsqueda a las páginas web corporativas, se observan algunas referencias puntuales al patrimonio arqueológico en tres de las empresas analizadas.

Estas menciones, aunque positivas, carecen de sistematicidad y no se reflejan en los reportes oficiales de sostenibilidad, lo cual evidencia una disonancia entre la comunicación corporativa y la rendición de cuentas formal. En este sentido, puede afirmarse que las empresas del sector muestran una aproximación meramente instrumental, en la que la gestión del patrimonio arqueológico no se integra de manera estratégica ni constituye un eje de legitimidad social ante los grupos de interés.

Los resultados obtenidos a través del estudio Delphi refuerzan esta interpretación. El consenso alcanzado por el grupo de 25 expertos pone de manifiesto que las empresas constructoras consideran la arqueología preventiva y la elaboración de la Memoria Científica como un trámite administrativo, carente de valor añadido para su actividad principal. En opinión de los expertos, los clientes de este servicio, es decir, las empresas promotoras y constructoras, no manifiestan interés en la calidad del producto científico ni en la contribución a la conservación del patrimonio arqueológico. El cumplimiento de la obligación legal se erige como el único motor de su participación en este ámbito, lo que genera una visión utilitarista y reduccionista del proceso.

Esta situación tiene implicaciones directas en la financiación y desarrollo de las intervenciones arqueológicas. El modelo español, en el cual el coste de la arqueología preventiva recae sobre la empresa constructora, genera tensiones entre la necesidad de cumplir con la normativa y la voluntad de minimizar costes, lo que repercute negativamente en la calidad del servicio. La Administración Pública, en su rol de supervisora y depositaria de la Memoria Científica y de los hallazgos relevantes, se enfrenta a limitaciones estructurales que dificultan el control efectivo del proceso. Los expertos destacan especialmente la insuficiencia de medios humanos y materiales en los organismos públicos responsables, señalando la escasez de funcionarios cualificados como una amenaza significativa para la protección del patrimonio arqueológico aún no descubierto.

Otro aspecto crítico señalado por los participantes del Delphi es la ausencia de mecanismos sólidos de control de calidad sobre la Memoria Científica y las intervenciones arqueológicas. Esta deficiencia provoca que el sistema funcione de manera fragmentada, con un bajo nivel de supervisión y, en consecuencia, con un riesgo elevado de pérdida de información valiosa sobre el patrimonio cultural. La percepción generalizada entre los expertos es que el modelo actual no garantiza la consecución de su objetivo principal: la adecuada conservación y puesta en valor del patrimonio arqueológico en el marco de los proyectos constructivos.

En conjunto, los hallazgos permiten afirmar que existe una desconexión estructural entre la sostenibilidad empresarial, tal y como se refleja en los EINF, y la protección del patrimonio arqueológico como parte del capital cultural. Si bien el marco normativo impone obligaciones mínimas, la falta de integración estratégica, la escasa valoración empresarial y las limitaciones en la supervisión pública generan un modelo de gestión insuficiente y poco efectivo. En este sentido, resulta urgente replantear la manera en que las empresas constructoras reportan sus impactos no financieros, incorporando indicadores específicos sobre patrimonio cultural y arqueológico, alineados con una visión más holística de la sostenibilidad.

Finalmente, el estudio pone de relieve la necesidad de reforzar la actuación de la Administración Pública mediante la dotación de recursos técnicos y humanos adecuados, que permitan garantizar la calidad y el rigor de los procesos arqueológicos. Solo a través de

un modelo en el que la empresa, la administración y la sociedad civil reconozcan el valor del patrimonio arqueológico será posible avanzar hacia una gestión sostenible que trascienda el mero cumplimiento normativo y contribuya al conocimiento, la preservación y la transmisión de la herencia cultural a las generaciones futuras.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Caddy, I. (2000). Intellectual capital: Recognizing both assets and liabilities. *Journal of Intellectual Capital*, 1(2), 129–146. <https://doi.org/10.1108/14691930010377469>

Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi method to the use of experts. *Management Science*, 9(3), 458–467. <https://doi.org/10.1287/mnsc.9.3.458>

García-Merino, J. D., Arregui Ayastuy, G., Rodríguez Castellanos, A., & Vallejo Alonso, B. (2010). Motivos “externos” e “internos” para la valoración financiera de los intangibles: Antecedentes y consecuentes. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 16(3), 145–171. [https://doi.org/10.1016/S1135-2523\(12\)60039-2](https://doi.org/10.1016/S1135-2523(12)60039-2)

Joyner, B. E., & Payne, D. (2002). Evolution and implementation: A study of values, business ethics and corporate social responsibility. *Journal of Business Ethics*, 41(4), 297–311. <https://doi.org/10.1023/A:1021237420663>

Landeta, J. (1999). *El método Delphi: Una técnica de previsión para la incertidumbre*. Ariel.

Parés Ral, R. (2021, 24 de mayo). *El día que encontramos un yacimiento paleontológico en un proyecto*. Ferrovial Blog. <https://blog.ferrovial.com/es/2021/05/el-dia-que-encontramos-un-yacimiento-paleontologico-en-un-proyecto/>

Parga-Dans, E. (2009). El mercado del patrimonio: Nacimiento, estructura y desarrollo de las empresas que gestionan el patrimonio arqueológico. *CAPA: Cuadernos de Arqueología e Patrimonio*, 21, 1–45.

Sacyr. (2021). *Preservamos el patrimonio arqueológico en Colombia*. <https://sacyr.com/-/preservamos-el-patrimonio-arqueologico-en-colombia>

# DEL CLASIFICADOR AL AGENTE: IA GENERATIVA Y SISTEMAS AGÉNTICOS EN EL ANÁLISIS DEL PITCH EMPRENDEDOR

Héctor Borobia<sup>1</sup>, Elies Seguí-Mas<sup>2</sup>, Guillermina Tormo-Carbó<sup>3</sup>

*eSMART Research Center,  
Universitat Politècnica de València*

ORCID: 0009-0009-9460-4967<sup>1</sup>, 0000-0001-6985-4758<sup>2</sup>, 0000-0001-5865-9631<sup>3</sup>,

Resumen: El pitch emprendedor, presentación breve mediante la cual un fundador comunica su proyecto a inversores potenciales, constituye un fenómeno comunicativo multimodal en el que lenguaje, voz e imagen operan simultáneamente. La investigación en emprendimiento lo ha abordado tradicionalmente desde la teoría de la señalización y el *thin-slicing*, pero las herramientas computacionales para analizarlo de forma integrada estaban hasta hace poco fuera del alcance del investigador medio. La irrupción de los modelos generativos multimodales y, sobre todo, su evolución reciente hacia sistemas agénticos capaces de razonar, recuperar evidencia y planificar acciones, permite analizar el pitch no solo como un conjunto de rasgos predictivos, sino como un objeto de inferencia multimodal trazable. Este capítulo revisa el estado del arte de las arquitecturas multimodales aplicables al pitch, examina sus componentes técnicos por canal (lenguaje, voz, vídeo) y articula el paso del paradigma predictivo clásico al paradigma agéntico que se consolida en 2025–2026, estructurado en torno a la taxonomía *reason, act, interact* propuesta por Plaat et al. (2025). Se discuten también las tensiones metodológicas que el giro agentic reformula: la elección entre *fine-tuning* y *retrieval-augmented generation*, la lógica de fusión multimodal y el equilibrio entre representaciones interpretables y *embeddings* densos. Se examinan asimismo las implicaciones éticas que introducen los sistemas agentic, particularmente sensibles en un dominio donde las decisiones tienen consecuencias económicas reales para fundadores frecuentemente noveles. El capítulo concluye con una agenda de investigación que articula cuatro líneas: escalado de corpus, modelos sensibles a la dinámica temporal del discurso, transición del clasificador binario al agente informador, y auditoría sistemática de sesgos por género, fenotipo, acento y lengua.

Palabras Clave: Pitch emprendedor; señalización; IA generativa multimodal; sistemas agénticos; modelos de lenguaje; *retrieval-augmented generation*.

## 1. INTRODUCCIÓN

El pitch emprendedor es el momento en que un fundador, ante un inversor o un jurado, intenta convertir una idea en una decisión de capital. Pocos episodios concentran tanta información en tan poco tiempo. Hay un texto: el guion, los argumentos, las cifras. Hay una voz: el ritmo, la entonación, las micropausas. Y hay una imagen: la postura, la mirada, los gestos, el contacto visual con el comité. Décadas de investigación en comunicación interpersonal han mostrado que estos tres canales no son redundantes: la voz y la imagen pueden contradecir el contenido declarativo del discurso, y los receptores integran las tres vías de forma no aditiva (Ambady y Rosenthal, 1992). En el caso específico del pitch, Tsay (2021) sostiene incluso que el canal visual domina las decisiones de inversión, y Allison et al. (2022) muestran que las expresiones vocales modulan la percepción de pasión y preparación de forma independiente al contenido transmitido.

Pese a esta evidencia, la investigación cuantitativa sobre el pitch ha trabajado durante años con representaciones empobrecidas. El análisis textual se ha realizado sobre transcripciones manuales, el análisis acústico sobre rasgos prosódicos descriptivos, y el análisis visual ha quedado prácticamente ausente por la dificultad técnica de extraer señales fiables de vídeos heterogéneos. Esta brecha entre la riqueza del fenómeno y la pobreza de las herramientas comenzó a estrecharse con el aprendizaje profundo multimodal (Baltrušaitis et al., 2019), pero el cambio más relevante aparece con la incorporación de los modelos fundacionales generativos. Más que los modelos en sí, lo que ha transformado el campo es el patrón de uso que emerge alrededor de ellos: un desplazamiento desde la lógica del clasificador supervisado hacia la lógica del agente, es decir, hacia sistemas que razonan paso a paso, recuperan evidencia comparable y producen explicaciones trazables (Plaat et al., 2025).

Este capítulo es una revisión teórica. No presenta resultados empíricos propios ni propone una arquitectura cerrada; revisa la literatura sobre el pitch como objeto multimodal, sobre las arquitecturas que se han aplicado a su análisis y sobre el giro agentic que se consolida en 2025–2026. La pregunta de fondo es qué cambia, conceptual y metodológicamente, cuando el investigador en emprendimiento dispone de agentes capaces de razonar sobre la inferencia, y no solamente de modelos que la producen.

## 2. EL PITCH COMO FENÓMENO MULTIMODAL: ANCLAJES TEÓRICOS

Caracterizar el pitch exclusivamente por su contenido informativo equivale a confundir el mensaje con el medio. Décadas de investigación sobre comunicación interpersonal han mostrado que la formación de impresiones se nutre de múltiples canales que operan simultáneamente y, con frecuencia, de forma no aditiva (Ambady y Rosenthal, 1992). El inversor no procesa secuencialmente un argumento, una voz y una imagen; integra señales redundantes y contradictorias en juicios holísticos que la teoría del *thin-slicing* muestra notablemente estables incluso con exposiciones inferiores a un minuto (Carnes et al., 2019).

Desde la teoría de la señalización (Spence, 1973; Bafera y Kleinert, 2023), el pitch es un instrumento de reducción de asimetría informativa: el fundador emite señales observables como la tracción, el mercado, el equipo, la competencia o el modelo de negocio (Kaminski y Hopp, 2020), para separar su empresa de las de menor calidad. Sin embargo, en mercados saturados y entrenados, los contenidos canónicos han devenido homogéneos,

lo que erosiona su valor discriminativo. Esto desplaza el peso señalizador hacia dimensiones más difíciles de imitar: la fluidez vocal, la modulación afectiva y la coherencia narrativa (Allison et al., 2022).

El canal acústico ha emergido como una vía con propiedades señalizadoras especialmente atractivas. La voz integra marcadores de competencia (velocidad del habla; Yang et al., 2022), de autoridad (intensidad; Wang et al., 2021) y de regulación emocional (variabilidad de pitch, micropausas; Liebrechts et al., 2020). El modelo bidimensional del afecto (Russell, 2003) interpreta estas señales en términos de valencia y arousal, dimensiones cuya interacción explica buena parte de las atribuciones de pasión y preparación realizadas por los inversores (Chen et al., 2009). El canal visual añade una capa adicional, ya que Tsay (2021) sostiene que la información visual domina las decisiones sobre pitches, pero operacionalizar postura, contacto visual o calidad gráfica de los slides en vídeos heterogéneos es muy difícil, lo que ha impulsado el uso de *transformers* preentrenados que codifican dinámicas implícitas a cambio de menor interpretabilidad (Hu y Ma, 2025; Stoitsas et al., 2022).

Concebir el pitch como fenómeno multimodal implica asumir tres compromisos metodológicos. El primero es justificar la cobertura modal, dado que ninguna modalidad agota por sí sola la varianza relevante: la información que se pierde al silenciar la voz o al desactivar el vídeo no es marginal, sino constitutiva del fenómeno. El segundo es explicitar la estrategia de fusión, porque la integración temprana presupone interacciones aprendibles que en muestras pequeñas rara vez se sostienen, mientras que la fusión tardía preserva interpretabilidad por canal (Baltrušaitis et al., 2019). El tercero es reconocer que cada decisión de representación, alineación y fusión codifica un supuesto teórico sobre cómo se configura la persuasión emprendedora. Ningún sistema de análisis es, por tanto, metodológicamente neutro.

### 3. ARQUITECTURAS MULTIMODALES: ESTADO DEL ARTE Y APLICACIONES AL PITCH

La literatura general de aprendizaje multimodal se ha organizado en torno a un conjunto de decisiones canónicas: cómo representar cada canal, cómo alinear representaciones de modalidades heterogéneas y cómo fusionar la información a lo largo del proceso. El survey de Baltrušaitis et al. (2019) sintetiza estas decisiones en cinco retos (representación, traducción, alineación, fusión y *co-learning*) que continúan siendo el marco de referencia. Cinco años después, el panorama ha mutado: las representaciones se obtienen ya casi siempre de modelos fundacionales preentrenados, la alineación cross-modal se aprende con grandes corpus contrastivos (Radford et al., 2021), y la fusión es una opción arquitectónica más que un problema irresuelto. La revisión de Li et al. (2025) sobre modelos de razonamiento multimodal documenta cómo el campo ha evolucionado de tuberías modulares orientadas a la percepción a marcos unificados centrados en el lenguaje, en los que el razonamiento ocurre dentro de un único modelo capaz de procesar texto, imagen, audio y vídeo de forma integrada.

En el dominio específico del pitch emprendedor, la transferencia ha sido más tímida. La tradición empírica está dominada por estudios unimodales: análisis lingüísticos del guion (Cunningham, 2010; Mahmood y Yeganegi, 2025), modelos prosódicos de la voz (Allison et al., 2022; Yang et al., 2022) o estudios experimentales sobre el canal visual (Tsay, 2021;

Clarke et al., 2019). Los intentos verdaderamente multimodales son aún escasos. Stoitsas et al. (2022) integran señales no verbales con auto-reportes para predecir evaluaciones de pitches; Goossens et al. (2023) usan comportamiento vocal para anticipar decisiones de inversores. Más allá del pitch propiamente dicho, fenómenos afines como el *audio mining* en *crowdfunding* (Wang et al., 2021; Yang et al., 2022) o los estudios de vídeo para inferir credibilidad de directivos (Hu y Ma, 2025) ofrecen evidencia convergente: las modalidades no verbales contienen información predictiva que el análisis textual aislado no captura.

La sistematización más reciente para investigación en emprendimiento la ofrecen Shrestha y He (2025), que articulan principios sobre cómo integrar datos multimodales con aprendizaje automático en el campo. Su contribución principal no es algorítmica sino epistemológica: explicitan que las decisiones de representación, alineación e interpretación son, en investigación organizativa, decisiones teóricas que requieren justificación, no opciones técnicas opacas.

#### 4. COMPONENTES TÉCNICOS: REVISIÓN POR CANAL

##### 4.1. Lenguaje: del guion a los embeddings semánticos

La vía textual reconstruye lo que el inversor procesa como contenido proposicional del pitch. La transcripción automática mediante modelos como Whisper resuelve la entrada, aunque introduce ruido sistemático especialmente sensible a acentos y lenguas minoritarias, y abre dos rutas analíticas complementarias. Por un lado, las variables interpretables capturan dimensiones estilísticas con anclaje teórico: la categoría nosotros/yo (Pennebaker, 2011), la complejidad léxica (Mahmood y Yeganegi, 2025) o la estructura argumentativa (Clarke et al., 2019; van Werven et al., 2019). Por otro, los *embeddings* semánticos densos generados por modelos preentrenados condensan dimensiones que la ingeniería manual no anticiparía y que, según muestran Shrestha y He (2025), preservan información relevante incluso tras fuerte reducción dimensional. La elección entre ambas rutas no es solo técnica: codifica una posición sobre qué cuenta como explicación legítima en investigación organizativa.

##### 4.3. Voz: prosodia clásica y representaciones autosupervisadas

La vía acústica reconstruye lo que la transcripción descarta: timbre, ritmo, micropausas y patrones de énfasis. Las características interpretables derivan del modelo bidimensional del afecto: pitch medio y desviación típica (Wang et al., 2021), velocidad del habla (Yang et al., 2022), intensidad y variabilidad de loudness (Barnes, 2024), valencia y arousal vocales (Allison et al., 2022) y ratio de silencio (Liebregts et al., 2020). El componente más informativo, sin embargo, son los *embeddings* autosupervisados extraídos con Wav2Vec 2.0 (Baeviski et al., 2020), que preservan la estructura espectro-temporal del habla a una resolución suficiente para capturar regularidad rítmica, micropausas estratégicas y modulaciones afectivas sutiles. Pepino et al. (2021) demuestran que estos *embeddings* alcanzan rendimiento competitivo en reconocimiento emocional sin ingeniería manual de rasgos, lo que los convierte en el sustrato natural para análisis acústico del pitch.

#### 4.4. Vídeo: del rasgo manual al transformer visual

La vía visual ha sido históricamente la más reacia al análisis sistemático en este dominio por la heterogeneidad del material (vídeos con planos variables, calidad desigual y encuadres oblicuos) y por la dificultad de operacionalizar constructos como contacto visual o postura. El estado actual del arte combina dos enfoques. Los modelos de *Vision Transformer* como CLIP (Radford et al., 2021) generan *embeddings* contrastivos alineados con texto, lo que permite consultas semánticas sobre el contenido visual. Los modelos basados en *masked autoencoders* como VideoMAE (Tong et al., 2022) capturan dinámicas temporales con eficiencia muestral. Para el pitch, donde el corpus rara vez supera unos centenares de vídeos, las representaciones congeladas extraídas de estos modelos resultan preferibles al entrenamiento desde cero.

### 5. DEL CLASIFICADOR AL AGENTE: EL GIRO AGENTIC

La diferencia entre el paradigma clásico de aprendizaje supervisado y el paradigma agentic que se consolida en 2025–2026 es cualitativa, no meramente de escala. Un clasificador multimodal aprende una función que mapea un vector de entrada a una etiqueta de salida: convierte vídeo + audio + texto en probabilidad de éxito, sin más explicación que la ofrecida por técnicas posteriores de interpretabilidad. Un agente, por el contrario, opera iterativamente: razona en pasos explícitos, decide qué información recuperar, qué herramientas invocar y cuándo detenerse. La taxonomía de Plaat et al. (2025) organiza el campo en torno a tres ejes (*reason, act, interact*) que sintetizan adecuadamente las capacidades que un sistema agentic incorpora respecto al clasificador clásico.

La capacidad de **razonamiento** explícito se materializó con el *chain-of-thought* (Wei et al., 2022), técnica de *prompting* que muestra cómo los modelos de lenguaje suficientemente grandes mejoran su rendimiento en tareas complejas cuando generan pasos intermedios explícitos. El razonamiento estructurado dejó de ser un artefacto de evaluación y se convirtió en una capacidad central: los modelos comerciales actuales, como GPT-5.5 (OpenAI, 2026), Claude Opus 4.7 (Anthropic, 2026) o Gemini 2.5 (Comanici et al., 2025), integran modos de razonamiento extendido que producen trazas auditables sobre por qué se ha llegado a una conclusión. Aplicado al pitch, esto significa que un sistema puede acompañar la predicción con su justificación: qué señales del canal acústico le parecen discriminantes, qué inconsistencias detecta entre el contenido y la modulación afectiva, qué comparables relevantes recupera de un corpus histórico.

La dimensión de **acción** se observa con claridad en ReAct (Yao et al., 2022), que intercala trazas de razonamiento con acciones concretas sobre el entorno: consultas a APIs, búsquedas en bases documentales o invocaciones de herramientas externas. En el análisis del pitch esto habilita una arquitectura muy distinta de la tubería clasificadora: un agente puede ejecutar transcripción con Whisper, recuperar *embeddings* acústicos con Wav2Vec, comparar el vídeo con casos análogos almacenados en una base vectorial, consultar la trayectoria de la startup en bases externas y sintetizar todo en un informe estructurado. Cada paso queda registrado, lo que produce trazabilidad por construcción y no como añadido posterior.

La pieza que articula este segundo eje con la dimensión informativa es la *retrieval-augmented generation* (Lewis et al., 2020). RAG permite que un modelo fundacional opere

sobre un corpus externo (pitches previos, criterios de jurado, casos comparables) sin tener que memorizarlo en sus parámetros. La síntesis de Gao et al. (2023) documenta cómo esta técnica reduce alucinaciones, actualiza el conocimiento del modelo sin reentrenarlo y, sobre todo, produce respuestas citables: cada afirmación puede vincularse a un fragmento documental concreto. Para investigación en emprendimiento, donde la trazabilidad de la evidencia es requisito metodológico, RAG resulta preferible al *fine-tuning* en la mayoría de los casos: el ajuste fino fija un sesgo en los parámetros, RAG mantiene la evidencia separada del razonamiento.

La dimensión de **interacción**, finalmente, abre el horizonte de los sistemas multiagente: varios agentes especializados, cada uno enfocado en una dimensión distinta (señales lingüísticas, prosodia, vídeo o coordinación del juicio sintético), colaboran en una evaluación distribuida. Esta arquitectura es todavía emergente en investigación organizativa, pero las propiedades de los sistemas autoevolutivos descritas por Fang et al. (2025) sugieren que los agentes pueden adaptarse iterativamente al feedback del entorno, incorporando juicios expertos a lo largo del tiempo sin requerir reentrenamiento completo. Aplicado al pitch, esto implicaría agentes que afinan su criterio a medida que reciben retroalimentación de inversores reales, pero que mantienen separada la representación del entorno (qué pitches han ocurrido, qué decisiones se tomaron) de la política del agente (cómo razonar sobre ellos).

## 6. TENSIONES METODOLÓGICAS: FT, RAG Y FUSIÓN

El giro agentic no resuelve, sino que reformula, las tensiones metodológicas clásicas del aprendizaje multimodal. La primera tensión es la elección entre *fine-tuning* y RAG. El *fine-tuning* especializa los parámetros de un modelo fundacional sobre un dominio concreto; RAG mantiene los parámetros congelados y aporta el conocimiento específico vía recuperación documental. En investigación en emprendimiento, donde los corpus son típicamente pequeños y la heterogeneidad sectorial es alta, RAG ofrece ventajas claras: evita el sobreajuste característico del *fine-tuning* en muestras reducidas, permite auditar qué evidencia ha guiado cada conclusión y facilita actualizar el corpus sin reentrenar. El *fine-tuning* se justifica solo cuando el dominio exige un vocabulario muy específico que el modelo base no maneja, como en ámbitos jurídicos, médicos o técnicos altamente especializados, o cuando se requiere alinear el modelo a un juicio experto particular mediante técnicas de preferencia como DPO (Rafailov et al., 2023). Para corpus de pitches pequeños y heterogéneos, RAG parece la opción metodológicamente más defendible.

La segunda tensión es la fusión. En el paradigma clasificador, fusión temprana y tardía compiten como decisiones arquitectónicas: la primera concatena vectores y deja al modelo descubrir interacciones; la segunda entrena modelos base por modalidad y combina sus predicciones mediante *stacking*, preservando interpretabilidad por canal. En el paradigma agentic, la fusión deja de ser una operación implícita y se vuelve una decisión del agente: el sistema puede examinar primero el canal acústico, luego el textual, contrastar ambos contra comparables visuales recuperados de la base documental y emitir un juicio sintético acompañado de las evidencias parciales. La fusión ocurre en el razonamiento, no en los pesos del modelo, y queda inspeccionable.

La tercera tensión es la elección entre representaciones interpretables y *embeddings* densos. Las primeras (velocidad del habla, pitch medio, complejidad léxica, ratio de contacto

visual) ofrecen anclaje teórico inmediato pero pueden ser miopes ante configuraciones complejas. Los segundos capturan información que la ingeniería manual no anticiparía, a cambio de una opacidad sustancial. En arquitecturas agénticas, esta tensión se atenúa: un agente puede operar sobre ambos tipos de representación simultáneamente, usando *embeddings* para la comparación con casos análogos y rasgos interpretables para la justificación expuesta al investigador. La trazabilidad del agente compensa, hasta cierto punto, la opacidad de los *embeddings* subyacentes.

## 7. IMPLICACIONES PARA LA INVESTIGACIÓN EN EMPRENDIMIENTO Y AGENDA FUTURA

El giro agentic tiene implicaciones que exceden lo técnico. La primera afecta a la naturaleza misma de la contribución empírica: en una investigación basada en agentes, el objeto de análisis incluye tanto la salida del modelo como el rastro de razonamiento que la produce. Esto desplaza el foco metodológico desde el rendimiento predictivo (¿qué AUC alcanza el clasificador?) hacia la calidad de la inferencia (¿qué evidencia recupera el agente, qué comparables selecciona, qué inconsistencias detecta?). El análisis cualitativo de las trazas se convierte en una fuente de datos en sí misma, complementaria a la evaluación cuantitativa.

La segunda implicación es ética. Como advierten Qi et al. (2026), los sistemas agentic introducen nuevos modos de fallo: alucinaciones encadenadas en trazas largas, vulnerabilidad a inyecciones de instrucciones en los documentos recuperados, opacidad acumulada en razonamientos extensos. En aplicaciones al pitch emprendedor, dominio donde las decisiones tienen consecuencias económicas reales para fundadores frecuentemente noveles, estas vulnerabilidades exigen auditoría sistemática. Las modalidades acústica y visual son particularmente delicadas: pueden capturar señales predictivas, pero también codificar desigualdades sociales (acentos, género, fenotipo, familiaridad con normas comunicativas dominantes) que el sistema reforzaría si se desplegara sin examen crítico. La arquitectura debe entenderse como sistema de apoyo a la investigación y no como mecanismo automatizado de decisión inversora.

La tercera implicación abre la agenda futura. El campo del análisis computacional del pitch tiene ante sí cuatro líneas de trabajo. La primera es el escalado: los corpus actuales rara vez superan unos centenares de vídeos, lo que reduce la capacidad de detectar señales sutiles y la robustez de las arquitecturas multiagente. La segunda es la incorporación de modelos sensibles a la dinámica temporal del discurso: el pitch no es una imagen estática, sino una trayectoria, y los modelos de razonamiento multimodal nativos descritos por Li et al. (2025) abren la posibilidad de capturar arcos narrativos completos. La tercera es la transición desde el clasificador binario hacia agentes que produzcan informes estructurados, con citas concretas y comparables explícitos, alineados con juicios de inversores expertos mediante técnicas de preferencia como DPO o GRPO. La cuarta es la auditoría sistemática de sesgos por género, fenotipo, acento y lengua, requisito ineludible en cualquier aplicación con implicaciones inversoras. Una validación empírica de varias de estas decisiones de diseño está actualmente en curso (Borobia et al., 2026).

El pitch no es solo un episodio comunicativo: es el momento en que muchas startups se vuelven viables o desaparecen. Que la investigación disponga ahora de instrumentos para analizarlo con rigor multimodal y trazabilidad agéntica no sustituye el juicio del inversor, sino que lo complementa con una capa de análisis cuantitativo trazable. Por ello, las

decisiones de modelado, como qué canal incorporar, qué *embeddings* utilizar, cómo integrar, cuándo ajustar y cuándo recuperar evidencia, deben justificarse en términos teóricos y metodológicos, no tratarse como elecciones puramente técnicas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allison, T. H., Warnick, B. J., Davis, B. C., y Cardon, M. S. (2022). Can you hear me now? Engendering passion and preparedness perceptions with vocal expressions in crowdfunding pitches. *Journal of Business Venturing*, 37(3), 106193.

Ambady, N., y Rosenthal, R. (1992). Thin slices of expressive behavior as predictors of interpersonal consequences: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 111(2), 256-274.

Anthropic (2026). *System Card: Claude Opus 4.7*. Anthropic. <https://anthropic.com/claude-opus-4-7-system-card>

Baevski, A., Zhou, Y., Mohamed, A., y Auli, M. (2020). wav2vec 2.0: A framework for self-supervised learning of speech representations. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 12449-12460.

Bafera, J., y Kleinert, S. (2023). Signaling theory in entrepreneurship research: A systematic review and research agenda. *Entrepreneurship Theory and Practice*, 47(6), 2419-2464.

Baltrušaitis, T., Ahuja, C., y Morency, L.-P. (2019). Multimodal machine learning: A survey and taxonomy. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 41(2), 423-443.

Barnes, S. J. (2024). Smooth talking and fast music: Understanding the importance of voice and music in travel and tourism ads via acoustic analytics. *Journal of Travel Research*, 63(5), 1070-1085.

Borobia, H., Seguí-Mas, E., y Tormo-Carbó, G. (2026). What matters in the pitch? A multimodal machine learning comparison of textual, acoustic, and visual signals. En XXXV *ACEDE International Conference Proceedings*, Santander.

Carnes, A. M., Knotts, K. G., Munyon, T. P., Heames, J. T., y Houghton, J. D. (2019). Think fast: The role of thin slices of behavior in employee selection decisions. *International Journal of Selection and Assessment*, 27(4), 357-370.

Chen, X.-P., Yao, X., y Kotha, S. (2009). Entrepreneur passion and preparedness in business plan presentations: A persuasion analysis of venture capitalists' funding decisions. *Academy of Management Journal*, 52(1), 199-214.

Clarke, J. S., Cornelissen, J. P., y Healey, M. P. (2019). Actions speak louder than words: How figurative language and gesturing in entrepreneurial pitches influences investment judgments. *Academy of Management Journal*, 62(2), 335-360.

Comanici, G., et al. (2025). *Gemini 2.5: Pushing the frontier with advanced reasoning, multimodality, long context, and next generation agentic capabilities*. arXiv:2507.06261.

Cunningham, L. (2010). *A linguistic analysis of the entrepreneurial pitch* (Master's thesis). Clemson University.

Fang, J., Peng, Y., Zhang, X., Wang, Y., Yi, X., Zhang, G., et al. (2025). A comprehensive survey of self-evolving AI agents: A new paradigm bridging foundation models and lifelong agentic systems. arXiv:2508.07407.

Gao, Y., Xiong, Y., Gao, X., Jia, K., Pan, J., Bi, Y., et al. (2023). Retrieval-augmented generation for large language models: A survey. arXiv:2312.10997.

Goossens, I., Jung, M. M., Liebrechts, W., y Önal Ertuğrul, I. (2023). To invest or not to invest: Using vocal behavior to predict decisions of investors in an entrepreneurial context. En J.-J. Rousseau y B. Kapralos (eds.), *Pattern Recognition, Computer Vision, and Image Processing. ICPR 2022 International Workshops and Challenges*. Lecture Notes in Computer Science, vol. 13643, pp. 273-286. Springer.

Hu, A., y Ma, S. (2025). Persuading investors: A video-based study. *The Journal of Finance*, 80(5), 2639-2688.

Kaminski, J. C., y Hopp, C. (2020). Predicting outcomes in crowdfunding campaigns with textual, visual, and linguistic signals. *Small Business Economics*, 55, 627-649.

Lewis, P., Perez, E., Piktus, A., Petroni, F., Karpukhin, V., Goyal, N., Küttler, H., Lewis, M., Yih, W., Rocktäschel, T., Riedel, S., y Kiela, D. (2020). Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 9459-9474.

Li, Y., Liu, Z., Li, Z., Zhang, X., Xu, Z., Chen, X., et al. (2025). Perception, reason, think, and plan: A survey on large multimodal reasoning models. arXiv:2505.04921.

Liebrechts, W., Darnihamedani, P., Postma, E., y Atzmueller, M. (2020). The promise of social signal processing for research on decision-making in entrepreneurial contexts. *Small Business Economics*, 55, 589-605.

Mahmood, A., y Yeganegi, S. (2025). Lexical sophistication and crowdfunding outcomes. *Venture Capital*, 27(2), 171-202.

OpenAI (2026). *GPT-5.5 System Card*. OpenAI. <https://openai.com/index/gpt-5-5-system-card/>

Pennebaker, J. W. (2011). *The secret life of pronouns: What our words say about us*. Bloomsbury Press, New York.

Pepino, L., Riera, P., y Ferrer, L. (2021). Emotion recognition from speech using wav2vec 2.0 embeddings. En *Proceedings of Interspeech 2021*, pp. 3400-3404. arXiv:2104.03502.

Plaat, A., van Duijn, M., van Stein, N., Preuss, M., van der Putten, P., y Batenburg, K. J. (2025). Agentic large language models, a survey. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 84. <https://doi.org/10.1613/jair.1.18675>

Qi, J., Li, M., Liu, J., Shu, Y., Yu, D., Ma, S., et al. (2026). Towards trustworthy agentic AI: A comprehensive survey of safety, robustness, privacy, and system security. *Academia AI and Applications*, 2(2). <https://doi.org/10.20935/AcadAI8260>

Radford, A., Kim, J. W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., Sastry, G., Askell, A., Mishkin, P., Clark, J., Krueger, G., y Sutskever, I. (2021). Learning transferable

visual models from natural language supervision. En *Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning*, PMLR 139, pp. 8748-8763.

Rafailov, R., Sharma, A., Mitchell, E., Ermon, S., Manning, C. D., y Finn, C. (2023). Direct preference optimization: Your language model is secretly a reward model. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 36. arXiv:2305.18290.

Russell, J. A. (2003). Core affect and the psychological construction of emotion. *Psychological Review*, 110(1), 145-172.

Shrestha, Y. R., y He, V. F. (2025). Integrating multimodal data and machine learning for entrepreneurship research. *Strategic Entrepreneurship Journal*, 1-38.

Spence, M. (1973). Job market signaling. *Quarterly Journal of Economics*, 87(3), 355-374.

Stoitsas, K., Önal Ertuğrul, I., Liebrechts, W., y Jung, M. M. (2022). Predicting evaluations of entrepreneurial pitches based on multimodal nonverbal behavioral cues and self-reported characteristics. En *Companion Publication of the 2022 International Conference on Multimodal Interaction (ICMI '22 Companion)*, pp. 121-126. ACM.

Tong, Z., Song, Y., Wang, J., y Wang, L. (2022). VideoMAE: Masked autoencoders are data-efficient learners for self-supervised video pre-training. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 35, 10078-10093.

Tsay, C. J. (2021). Visuals dominate investor decisions about entrepreneurial pitches. *Academy of Management Discoveries*, 7(3), 343-366.

van Werven, R., Bouwmeester, O., y Cornelissen, J. P. (2019). Pitching a business idea to investors: How new venture founders use micro-level rhetoric to achieve narrative plausibility and resonance. *International Small Business Journal*, 37(3), 193-214.

Wang, X. S., Lu, S., Li, X., Khamitov, M., y Bendle, N. (2021). Audio mining: The role of vocal tone in persuasion. *Journal of Consumer Research*, 48(2), 189-211.

Wei, J., Wang, X., Schuurmans, D., Bosma, M., Ichter, B., Xia, F., Chi, E., Le, Q., y Zhou, D. (2022). Chain-of-thought prompting elicits reasoning in large language models. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 35. arXiv:2201.11903.

Yang, C., Yang, Z., y Zhou, W. (2022). Modulating your speech rate: The effect of speech rate on crowdfunding performance. *Electronic Commerce Research and Applications*, 56, 101211.

Yao, S., Zhao, J., Yu, D., Du, N., Shafran, I., Narasimhan, K., y Cao, Y. (2022). ReAct: Synergizing reasoning and acting in language models. arXiv:2210.03629.

# ENVIRONMENTAL RESOURCE MANAGEMENT IN GREENHOUSE AGRICULTURE: IMPLICATIONS FOR BUSINESS SUSTAINABILITY

**Víctor Correa-Porcel<sup>1</sup>, Laura Piedra-Muñoz<sup>2</sup>, Emilio Galdeano-Gómez<sup>3</sup>**

*Department of Economics and Business*

*Mediterranean Research Center on Economics and Sustainable Development (CIMEDES)*

*ceiA3, University of Almería*

ORCID: 0000-0001-9196-2659<sup>1</sup>, 0000-0002-5281-698X<sup>2</sup>, 0000-0001-5414-4331<sup>3</sup>

**Abstract:** Greenhouse horticulture operates under increasing pressure to reconcile productive efficiency with the responsible management of natural resources. In this context, business sustainability depends not only on maintaining output and profitability, but also on improving the use of water and energy within increasingly demanding environmental and market conditions. This chapter examines the role of environmental resource management in strengthening business sustainability in greenhouse agriculture, with particular reference to the case of Almería. Drawing on the SEWEF Nexus perspective, the chapter adopts an integrated analytical approach that combines water, energy, productive, and socio-economic dimensions in order to provide a broader understanding of sustainability in resource-intensive agri-food systems. Rather than focusing exclusively on technical efficiency, the discussion emphasises the strategic relevance of resource management for competitiveness, resilience, and long-term decision-making. Particular attention is given to greenhouse horticulture as a highly specialised and export-oriented production model, as well as to the need for analytical tools capable of supporting more coherent sustainability strategies. The chapter argues that strengthening business sustainability in greenhouse agriculture requires moving beyond fragmented assessments and towards integrated approaches that capture the interdependence between environmental performance, productive capacity, and socio-economic value creation.

**Keywords:** agri-food sector, business sustainability, environmental resource management, greenhouse agriculture, water–energy–food nexus

## 1. INTRODUCTION

Current global dynamics and environmental challenges—such as climate change, biodiversity loss, urbanisation, population growth, the depletion of natural resources, evolving societal demands, and increasing pollution—are intensifying the pressure on essential resources, particularly water, energy, and food (IPBES, 2019; Di Martino *et al.*, 2023; IPCC, 2023). At the same time, these processes are contributing to a decline in resource availability and quality (Hurtado *et al.*, 2024). In parallel with the continued expansion of the global economy, these trends are expected to significantly increase future resource requirements, with global demand for water, energy, and food projected to rise by approximately 30%, 50%, and 50%, respectively, by 2030 (Chen *et al.*, 2020).

Irrigated agriculture is widely recognised as a key adaptive strategy to sustain crop production under increasing environmental pressures and evolving global challenges (ROIDT and Avellán, 2019). However, the expansion of irrigation practices entails not only a proportional rise in water use, but also a significant increase in energy consumption and associated greenhouse gas emissions, thereby creating potential trade-offs between adaptation and mitigation objectives (IPCC, 2021; Castillo-Díaz *et al.*, 2025). In this context, greenhouse-based production systems have emerged as a viable alternative to enhance the productive capacity of agricultural systems, largely due to their ability to achieve high yield levels (Castillo-Díaz *et al.*, 2023). From a business perspective, their efficiency has been widely recognised at the international level, particularly as a result of the adoption of advanced technologies aimed at optimising resource use and improving production performance (Baudoin *et al.*, 2017).

The greenhouse horticulture system in Almería is frequently highlighted for its high levels of resource efficiency and productivity. In particular, its water use in irrigation is considerably lower than the Spanish average, with consumption levels of approximately 5,090.91 m<sup>3</sup> per hectare compared to 7,135.28 m<sup>3</sup> per hectare in other agricultural systems (Piedra-Muñoz *et al.*, 2016). This performance is largely supported by the widespread adoption of drip irrigation technologies, as well as advanced practices related to water treatment, recycling, and reuse (Galdeano-Gómez *et al.*, 2016). Despite representing only 0.02% of the European Union's agricultural area, greenhouse agriculture in Almería generates around 0.6% of total agricultural output, reflecting productivity levels significantly above the European average (Egea *et al.*, 2018). From an economic perspective, the sector plays a central role in regional development, accounting for between 35% and 40% of GDP and exporting a substantial share of its production—approximately 2,864 thousand tonnes valued at €3.7 billion—to more than thirty countries (Cajamar Caja Rural, 2025). However, the intensive nature of this production model also raises concerns regarding the pressure exerted on water resources. At the same time, the sector has incorporated a wide range of agroecological practices, such as integrated pest and disease management, biological control, grafting, and solarisation, which contribute to reducing energy requirements compared to other European greenhouse systems (Vanthoor *et al.*, 2012; Belmonte-Ureña *et al.*, 2020).

Within this context, the Water–Energy–Food (WEF) Nexus has become a key analytical framework for addressing the growing interdependencies between resource systems, particularly since the 2007–2008 food and energy crisis highlighted the need for more integrated resource governance (World Economic Forum Water Initiative, 2011; Correa-Porcel *et al.*, 2021). This approach enables a more comprehensive understanding of

the trade-offs and synergies linking water, energy, and food, supporting more coherent and cross-sectoral decision-making. However, important challenges remain, especially regarding the availability of quantitative tools capable of jointly capturing both biophysical and socio-economic dimensions, which are particularly relevant in intensive systems such as greenhouse horticulture in Almería. In response, the Socio-Economic and Water–Energy–Food (SEWEF) framework provides an integrated perspective that incorporates resource use, production dynamics, and value generation within agricultural systems (Correa-Porcel *et al.*, 2025). Building on this approach, the present chapter adopts a synthetic and operational perspective to examine resource management and its implications for business sustainability in greenhouse agriculture, contributing to a better understanding of decision-making processes in resource-intensive agri-food systems.

## 2. OBJECTIVES

The main objective of this chapter is to examine the role of environmental resource management in strengthening business sustainability within greenhouse agriculture, with particular attention to intensive horticultural systems. More specifically, the chapter seeks to explore how the management of key resources, especially water and energy, shapes the environmental and economic performance of production systems operating under conditions of high resource intensity.

In line with this general aim, three specific objectives are addressed. First, the chapter analyses the strategic importance of water and energy management in greenhouse production systems. Second, it examines the extent to which resource efficiency can contribute to improving business sustainability and reinforcing the competitive position of agri-food businesses. Third, it assesses the value of an integrated analytical perspective for supporting decision-making processes and promoting the long-term sustainability of intensive agricultural systems.

## 3. METHODOLOGY

This chapter adopts a quantitative approach based on the construction of a composite indicator, the SEWEF Nexus Index (SEWEFNI), designed to provide an integrated assessment of sustainability performance in greenhouse agriculture. By combining a set of environmental and socio-economic indicators, the index generates comparable sustainability scores for each crop and production season, thereby allowing performance patterns to be examined over time. In addition, inferential statistical techniques are applied to assess whether the observed differences among crops are statistically significant, thus strengthening the analytical value of the results and supporting decision-making in resource-intensive production systems.

Early contributions to the water footprint literature pointed to the limited availability of reliable data needed to produce robust estimations, particularly with regard to the actual use of water by specific crops and across different regions (Hoekstra *et al.*, 2011). These authors also stressed the value of examining water use in conjunction with energy requirements and of assessing their evolution over time. In response to these challenges, the present study draws on detailed and consistent data to support a more accurate assessment of resource use in greenhouse agriculture. The analysis covers the period from the

2010/2011 growing season to the 2020/2021 growing season, thereby providing updated evidence on irrigated agriculture in Spain. In doing so, it extends earlier applications of environmental efficiency footprint approaches, which were largely limited to data up to 2011 and focused mainly on the most representative open-field irrigated crops at the national level (Willaarts *et al.*, 2016, 2020). Moreover, as noted by Willaarts *et al.* (2016), while broad-scale assessments remain relevant, more localised analyses offer greater analytical precision and a clearer understanding of sustainability dynamics, which is particularly valuable for decision-making in resource-intensive production systems.

Following the framework proposed by Correa-Porcel *et al.* (2025), this chapter applies an integrated analytical approach that combines the biophysical and productive dimensions traditionally associated with the WEF Nexus with a complementary socio-economic perspective. Under the SEWEF framework, water and energy footprint measures are examined alongside a set of production and socio-economic indicators in order to assess resource efficiency in greenhouse agriculture. The analysis focuses on the eight main greenhouse crops cultivated in Almería—aubergine, courgette, cucumber, green bean, melon, pepper, tomato, and watermelon—which represent the core of the province’s horticultural production system (Estación Experimental Las Palmerillas, 2005; Observatorio de Precios y Mercados, 2025). Given the widespread adoption of drip irrigation across greenhouse farms in the area, this production model offers a particularly relevant setting for examining resource management practices (Mendoza-Fernández *et al.*, 2021). The indicators selected for the study are presented in Table 1.

**Table 1**  
**Indicators selected under the SEWEF framework**

Indicator	Formula	Unit	Data sources and notes
<b>Water footprint (WF)</b>	$WF_i (m^3/t) = WF_{f,irr} + WF_{blue}$		$PROD$ (t or kg) and $S_{irr}$ (ha); Observatorio de Precios y Mercados (2025).
	Greenhouse crops: $WF_i (m^3/t) = WF_{blue} (m^3/t) = CWU_{blue}/Y_i$	$m^3/t$	$ET_c$ (mm/day); Estación Experimental Las Palmerillas (2005).
	$CWU_{blue} (m^3/ha) = 10 \times \sum_{t=0}^{T_{irr}} ET_{blue}(t)$		$P_{eff}$ (expressed in the same units as $ET_c$ ); excluded from the present analysis.
	$ET_{blue} = \max\{0, ET_c - P_{eff}\}$ [length/time; in this study, expressed in mm/day]		A conversion factor of 10 is applied to express water depth measured in $l/m^2$ as $m^3/ha$ .
<b>Energy footprint (EF)</b>	$EF_i (KWh/t) = ENU_i / PROD_i$		
	$ENU_i (KWh) = CENU_i \times S_{irr}$		Electricity as the primary energy source: Coninstita (2010).
	$CENU_i (KWh/ha) = 15.60 \text{ KW/ha} \times T_{irr}$	KWh/t	KW/motor and motors/ha; Observatorio de Precios y Mercados (2015).
	$KW/motor \times \text{motors/ha} = 7.80 \text{ KW/motor} \times 2 \text{ motors/ha} = 15.60 \text{ KW/ha}$ $T_{irr} (h) = ET_{blue}(31/h \times 2 \text{ drippers/m}^2)$		$T_{irr}$ ; Estación Experimental Las Palmerillas (2005).
<b>Yield (Y)</b>	$Y_i (t/ha) = PROD_i / S_{irr}$	t/ha	
<b>Monetary water production (MWP)</b>	$MWP_i (\text{€}/m^3) = MP_i / WU_i$	$\text{€}/m^3$	$p$ (€/kg); Observatorio de Precios y Mercados (2025).
	$MP_i (\text{€}) = p_i \times PROD_i$		
<b>Human water consumption at origin (HWC)</b>	$HWC_i (m^3) = (WF_i / 1,000) \times HC_i$	$m^3$	$HC_i$ (kg/inhab.); MAPA (2025). The value is divided by 1,000 to convert it from $m^3/t$ to $m^3/kg$ .
	$HC_i (kg) = HC_{pc} \times INH_i$		$INH$ (estimate); INE (2025).
<b>Exported water (EXPW)</b>	$EXPW_i (m^3) = (WF_i / 1,000) \times EXP_i$	$m^3$	An export-oriented province: Cajamar Caja Rural (2025) and Observatorio de Precios y Mercados (2025).
	$EXP_i (kg) = PROD_i - HC_i$		
<b>External population (EP)</b>	$EP_i (10^6 \text{ inhab.}) = (EXP_i / HC_{pc}) / 1,000,000$	$10^6 \text{ inhab.}$	

Notes:  $i$  = growing season,  $j$  = crop,  $CWU_{blue}$  = crop blue water use,  $PROD$  = production,  $S_{irr}$  = irrigated farmland,  $ET_{blue}$  = blue water evapotranspiration,  $ET_c$  = total crop evapotranspiration or crop water requirements ( $CWR$ ),  $P_{eff}$  = effective precipitation,  $ENU$  = energy use,  $CENU$  = crop energy use,  $T_{irr}$  = irrigation time,  $MP$  = monetary production,  $WU$  = water use,  $p$  = prices at origin,  $HC$  = human consumption at origin,  $HC_{pc}$  =  $HC$  per capita at origin,  $INH$  = number of inhabitants,  $EXP$  = production exported outside Almería.



combines high productivity with a more efficient use of key resources (Galera-Quiles *et al.*, 2023). At the same time, agricultural management practices can have a direct influence on the quality of final outputs, which reinforces the importance of incorporating this dimension into SEWEF Nexus assessments (Ma *et al.*, 2021). This is particularly relevant in light of the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), which emphasise the need to improve the nutritional quality of food in order to tackle hunger and strengthen food security worldwide (UN, 2015). Consequently, a broader and more coherent approach to sustainability assessment is required, one that also recognises the strategic value of product quality.

Although the agri-food literature has previously examined the WEF Nexus from a footprint-based perspective, including applications beyond the Spanish context (Daccache *et al.*, 2014; Zhai *et al.*, 2021), the SEWEF framework has so far been fully implemented in only one study (Correa-Porcel *et al.*, 2025). Even so, its use as the basis for a composite index built through weighting and aggregation procedures had not yet been explored. The absence of integrative tools capable of assessing the physical, economic, and social dimensions of sustainability simultaneously restricts the ability of local stakeholders to make well-informed decisions (Martinez-Valderrama *et al.*, 2024). In addition, none of the existing contributions within this line of research has focused specifically on greenhouse crops. As a result, previous studies remain largely confined to the conventional WEF dimension and do not provide a sufficiently comprehensive basis for the evaluation of greenhouse-based production systems.

Assessing indicators individually makes it possible to identify specific pressure points and performance weaknesses within agricultural systems with a high degree of precision. By contrast, combining them into a composite indicator provides a more integrated view of sustainability outcomes, making it easier to interpret complex interrelations across environmental, productive, and socio-economic dimensions (OECD and JRC, 2008; Endo *et al.*, 2017; Malefaki *et al.*, 2025). From a managerial perspective, this integrated approach is especially valuable when comparing products or production systems, as it offers both public and private decision-makers a more robust basis for prioritising actions and designing continuous improvement strategies. In addition, it helps reflect the structural complexity of agri-food systems more effectively, while contributing to a better understanding of trade-offs and potential synergies among the actors involved.

In Spain, composite indicators have increasingly been used as practical tools for assessing sustainability performance across production contexts. Within the agricultural field, Sinisterra-Solís *et al.* (2024) develop a composite sustainability indicator to rank agricultural performance across Spanish regions, highlighting the value of multicriteria aggregation for capturing trade-offs between economic, social, and environmental dimensions, while also stressing the sensitivity of results to weighting and aggregation choices. Beyond the agri-food sphere, Entrena-Barbero *et al.* (2023) propose a WEF Nexus-based methodological framework for 100 dairy farms in Spain, combining greenhouse gas emissions, water demand, energy requirements, and milk yield into a single synthetic index. Their study further strengthens the usefulness of composite measures by complementing the index with a clustering analysis that identifies farms with less favourable sustainability profiles.

Beyond Spain, within the agri-food field, Ershadfath *et al.* (2024) develop a WEFNG index for a region in north-eastern Iran based on eight indicators related to water and energy use, CO<sub>2</sub>-equivalent emissions, and different measures of physical and economic productivity. However, the economic and productivity dimensions are not fully embedded within the nexus structure, which reduces the overall degree of integration achieved by the index. Outside the agri-food domain, Hametner and Kostetckaia (2020) propose a broader approach for monitoring progress towards sustainable development over time, using a methodology derived from Eurostat's SDG reporting framework. Based mainly on the compound annual growth rate (CAGR), their approach makes it possible to assess temporal progress even in the absence of quantified targets and to compare the relative performance of EU Member States across the different goals.

#### **4.2. The SEWENI as a Reflection of Greenhouse Agriculture in Almería**

The so-called “Almería miracle” (Mignon, 1982; Fradejas-García *et al.*, 2023) reflects a striking development pattern: one of Europe's driest regions has succeeded in building an intensive and technologically advanced agricultural industry centred on greenhouse production. Over time, the area moved from a family-based farming model rooted in traditional practices to a highly specialised and modern production system. As a result, Almería has consolidated one of the most profitable horticultural models in Spain, with a strong export orientation and the capacity to supply European markets at times when the availability of certain products is limited elsewhere.

As Almería is a province with a strong export orientation and a production structure closely linked to international agricultural markets (Cajamar Caja Rural, 2025; Observatorio de Precios y Mercados, 2025), the performance of its horticultural sector depends not only on productive efficiency but also on its organisational and commercial capacity. In this context, the social foundations of the sector extend beyond the adoption of modern production techniques. They also include the availability of both domestic and foreign labour, a strong entrepreneurial culture, and a financing model supported by a well-established cooperative network operating in both production and credit activities (López-Felices *et al.*, 2023). Together, these factors have played a decisive role in Almería's remarkable economic expansion over recent decades and continue to underpin its capacity for future growth and resilience.

Although increasing attention has been paid to the benefits associated with improving water-use efficiency, the literature on irrigation in greenhouse horticulture remains limited to a small number of specific case studies, such as those focused on tomato production in Spanish greenhouses (Irabien and Darton, 2016) and protected agriculture in Almería (Pérez-Neira *et al.*, 2018), without adopting a broader WEF Nexus perspective. In this respect, the present study advances previous contributions by drawing on a more extensive and detailed dataset—including information on crop types, production, soil conditions, water and energy use, and demographic variables—which allows for a more comprehensive assessment of resource use patterns and their interactions over time.

In Almería, biological control has been widely implemented since 2009 across almost all greenhouse crops, with pepper standing out as one of the most representative cases (Castillo-Díaz *et al.*, 2023). This feature may help to explain the comparatively low

SEWEFNI scores obtained by this crop in the present study. On the other hand, the relatively modest performance of green bean is consistent with its weaker commercial position, as it is the only horticultural product in the province whose trade balance is characterised by a greater weight of imports than exports (Cajamar Caja Rural, 2025; Observatorio de Precios y Mercados, 2025).

## 5. CONCLUSIONS

The growing pressure on water and energy resources in intensive agricultural systems reinforces the importance of adopting integrated approaches capable of supporting more informed and forward-looking decision-making. In the case of greenhouse agriculture, sustainability can no longer be understood solely in terms of production levels or economic profitability. It also depends on the capacity of production systems to manage natural resources efficiently, respond to environmental constraints, and maintain their long-term viability within increasingly demanding market conditions. From this perspective, the SEWEF approach offers a useful analytical basis for understanding the interactions between productive performance, resource use, and socio-economic dynamics.

In business terms, the relevance of this type of framework lies in its ability to support strategic decision-making in environments characterised by high resource intensity and growing uncertainty. Greenhouse-based horticulture operates under conditions in which water scarcity, energy costs, regulatory pressures, and changing consumer expectations can all affect competitiveness. As a result, improving environmental resource management is not simply a technical matter, but a strategic issue with direct implications for business sustainability, resilience, and market positioning. Approaches that integrate environmental, productive, and socio-economic dimensions can therefore help firms, cooperatives, and sectoral organisations identify priority areas for improvement and strengthen their adaptive capacity.

This is particularly relevant in the case of Almería, where the greenhouse sector has achieved a high degree of productive specialisation and export orientation. The long-term sustainability of this model depends not only on maintaining high levels of output, but also on its ability to continue generating value under conditions of growing ecological and economic pressure. In this regard, integrated assessment tools can contribute to a better understanding of the strengths and vulnerabilities of the system, while also informing more coherent strategies in relation to innovation, certification, resource efficiency, and environmental governance.

## REFERENCES

- Baudoin, W., Nersisyan, A., Shamilov, A., Hodder, A., Gutierrez, D., de Pascale, S., Nicola, S., Gruda, N., Urban, L., and Tany, J. (2017). *Good Agricultural Practices for Greenhouse Vegetable Production in the South East European Countries*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Belmonte-Ureña, L. J., Garrido-Cardenas, J. A., and Camacho-Ferre, F. (2020). Analysis of World Research on Grafting in Horticultural Plants. *HortScience*, 55(1), 112–120. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14533-19>.

Cajamar Caja Rural. (2025). *Análisis de la campaña hortofrutícola de Almería*, series 2010/2011–2020/2021. <https://publicacionescajamar.es/series-tematicas/informes-coyuntura-analisis-de-campana/> (accessed on 03 April 2025).

Castillo-Díaz, F. J., Belmonte-Ureña, L. J., Batlles-delaFuente, A., and Camacho-Ferre, F. (2023). Impact of environmental policies on the profitability of greenhouse agriculture in southeastern Spain. *Sustainable Development*, 31(5), 3639–3656. <https://doi.org/10.1002/sd.2616>.

Castillo-Díaz, F. J., Belmonte-Ureña, L. J., Martín-Navarro, C., and Camacho-Ferre, F. (2025). Balancing agricultural sustainability and conservation: Strategies for resource intensive systems in Spain and beyond. *Global Ecology and Conservation*, 60, e03633. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2025.e03633>.

Chen, J., Zhou, Z., Chen, L., and Ding, T. (2020). Optimization of Regional Water-Energy-Food Systems Based on Interval Number Multi-Objective Programming: A Case Study of Ordos, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(20), 7508. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207508>.

Corominas, J. (2010). Agua y energía en el riego, en la época de la sostenibilidad. *Ingeniería del Agua*, 17(3), 219–233.

Correa-Porcel, V., Piedra-Muñoz, L., and Galdeano-Gómez, E. (2021). Water–Energy–Food Nexus in the Agri-Food Sector: Research Trends and Innovating Practices. *International Journal of Environmental Research Public Health*, 18(24), 12966. <https://doi.org/10.3390/ijerph182412966>.

Correa-Porcel, V., Piedra-Muñoz, L., and Galdeano-Gómez, E. (2025). Sustainability of Intensive Agri-Food Systems: A Socio-Economic and WEF Nexus Perspective from Southeast Spain. *Water Economics and Policy*, advance online publication. <https://doi.org/10.1142/S2382624X2540017X>.

Daccache, A., Ciurana, J. S., Rodriguez Diaz, J. A., and Knox, J. W. (2014). Water and energy footprint of irrigated agriculture in the Mediterranean region. *Environmental Research Letters*, 9, 124014. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/9/12/124014>.

Di-Martino, M., Linke, P., and Pistikopoulos, E. N. (2023). A comprehensive classification of food–energy–water nexus optimization studies: State of the art. *Journal of Cleaner Production*, 420, 138293. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138293>.

Diakoulaki, D., Mavrotas, G., and Papayannakis, L. (1995). Determining objective weights in multiple criteria problems: The CRITIC method. *Computers & Operations Research*, 22(7), 763–770. [https://doi.org/10.1016/0305-0548\(94\)00059-H](https://doi.org/10.1016/0305-0548(94)00059-H).

Egea, F. J., Torrente, R. G., and Aguilar, A. (2018). An efficient agro-industrial complex in Almería (Spain): Towards an integrated and sustainable bioeconomy model. *New Biotechnology*, 40(Part A), 103–112. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.06.009>.

Endo, A., Tsurita, I., Burnett, K., and Orencio, P. M. (2017). A review of the current state of research on the water, energy, and food nexus. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 11, 20–30. <https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.11.010>.

Entrena-Barbero, E., Rebolledo-Leiva, R., Vásquez-Ibarra, L., Fernández, M., Feijoo, G., González-García, S., and Moreira, M. T. (2023). Water-Energy-Food nexus index

proposal as a sustainability criterion on dairy farms. *Science of The Total Environment*, 874, 162507. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162507>.

Ershadfath, F., Shahnazari, A., Sarjaz, M. R., Moghadasi, O. A., Soheilifard, F., Andaryani, S., Khosravi, R., Ebrahimi, R., Hashemi, F., Trolle, D., and Olesen, J. E. (2024). Water-energy-food-greenhouse gas nexus: An approach to solutions for water scarcity in agriculture of a semi-arid region. *Agricultural System*, 219, 104040. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2024.104040>.

Estación Experimental Las Palmerillas. (2005). *Dosis de riego para los cultivos hortícolas bajo invernadero en Almería (2ª edición)*. Cajamar Caja Rural.

Fishburn, P. C. (1967). Additive Utilities with Incomplete Product Sets: Application to Priorities and Assignments. *Operations Research*, 15(3), 537–542.

Fradejas-García, I., Molina, J. L., and Lubbers, M. J. (2023). Migrant entrepreneurs in the ‘Farm of Europe’: the role of transnational structures. *Globalizations*, 21(3), 453–470. <https://doi.org/10.1080/14747731.2023.2178806>.

Fukase, E., and Martin, W. (2020). Economic growth, convergence, and world food demand and supply. *World Development*, 132, 104954. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.104954>.

Galdeano-Gómez, E., Pérez-Mesa, J. C., and Godoy-Durán, Á. (2016). The social dimension as a driver of sustainable development: the case of family farms in southeast Spain. *Sustainability Science*, 11, 349–362. <https://doi.org/10.1007/s11625-015-0318-4>.

Galera-Quiles, M. C., Piedra-Muñoz, L., Galdeano-Gómez, E., and Carreño-Ortega, A. (2023). Analysing export performance in Spanish agro-food auxiliary companies: the role of eco-innovation. *New Medit*, 22(3), 67–84. <https://doi.org/10.30682/nm2303d>.

Hametner, M., and Kostetckaia, M. (2020). Frontrunners and laggards: How fast are the EU member states progressing towards the sustainable development goals? *Ecological Economics*, 177, 106775. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106775>.

Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., and Mekonnen, M. M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. Earthscan, London.

Hurtado, J., Velázquez, E., Lassaletta, L., Guardia, G., Aguilera, E., and Sanz-Cobena, A. (2024). Drivers of ammonia volatilization in Mediterranean climate cropping systems. *Environmental Pollution*, 341, 122814. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.122814>.

Instituto Nacional de Estadística (INE). (2025). *Almería: Población por municipios y sexo, series 2010–2021*. <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=2857> (accessed on 01 September 2025).

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). (2019). *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. IPBES secretariat, Bonn, Germany.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2021). *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Geneva, Switzerland.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Sections. In: *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, H. Lee and J.

Romero (eds)], pp. 35–115. IPCC, Geneva, Switzerland. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.

Irabien, A., and Darton, R. C. (2016). Energy–water–food nexus in the Spanish greenhouse tomato production. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 18, 1307–1316. <https://doi.org/10.1007/s10098-015-1076-9>.

Lin, L., Xia, Y., and Wu, D. (2020). A hybrid fuzzy multiple criteria decision-making approach for comprehensive performance evaluation of tunnel boring machine disc cutter. *Computers & Industrial Engineering*, 149, 106793. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106793>.

López-Felices, B., Aznar-Sánchez, J. A., Velasco-Muñoz, J. F., and Mesa-Vázquez, E. (2023). Examining the perceptions and behaviours of farmers regarding the installation of covers over irrigation ponds: Evidence from South-east Spain. *Agricultural Water Management*, 275, 107999. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2022.107999>.

Ma, M.M., Li, Y. C., Xue, C., Xiong, W., Peng, Z. P., Han, X., Ju, H., and He, Y. (2021). Current Situation and Key Parameters for Improving Wheat Quality in China. *Frontiers in Plants Science*, 12, 638525. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.638525>.

Malefaki, S., Markatos, D., Filippatos, A., and Pantelakis, S. (2025). A Comparative Analysis of Multi-Criteria Decision-Making Methods and Normalization Techniques in Holistic Sustainability Assessment for Engineering Applications. *Aerospace*, 12(2), 100. <https://doi.org/10.3390/aerospace12020100>.

Martínez-Valderrama, J., Gartzia, R., Olcina, J., Guirado, E., Ibáñez, J., and Maestre, F. T. (2024). Uberizing Agriculture in Drylands: A Few Enriched, Everyone Endangered. *Water Resources Management*, 38, 193–214. <https://doi.org/10.1007/s11269-023-03663-1>.

Mendoza-Fernández, A. J., Peña-Fernández, A., Molina, L., and Aguilera, P. A. (2021). The Role of Technology in Greenhouse Agriculture: Towards a Sustainable Intensification in Campo de Dalías (Almería, Spain). *Agronomy*, 11(1), 101. <https://doi.org/10.3390/agronomy11010101>.

Mignon, C. (1982). *Campos y Campesinos de la Andalucía Mediterránea*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). (2025). *Base de datos de consumo en hogares*, series 2010/2011–2020/2021. <https://www.mapa.gob.es/app/consumo-en-hogares/consulta.asp> (accessed on 06 August 2025).

Observatorio de Precios y Mercados. (2015). *Caracterización de las explotaciones de invernadero de Andalucía: Campo de Dalías (Almería)*. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía.

Observatorio de Precios y Mercados. (2025). *Análisis de Campaña de Hortícolas Protegidos, Almería. Datos básicos del producto*. Consejería de Agricultura, Pesca, Agua y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. <https://ws142.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/observatorio/servlet/FrontController?action=Static&subsector=20&url=subsector.jsp> (accessed on 17 July 2025).

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and Joint Research Centre (JRC). (2008). *Handbook on Constructing Composite Indicators: Methodology and User Guide*. OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264043466-en>.

Pérez-Neira, D., Soler-Montiel, S., Delgado-Cabeza, M., and Reigada, A. (2018). Energy use and carbon footprint of the tomato production in heated multi-tunnel greenhouses in Almeria within an exporting agri-food system context. *Science of the Total Environment*, 628–629, 1627–1636. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.02.127>.

Piedra-Muñoz, L., Vega-López, L., Galdeano-Gómez, E., and Zepeda-Zepeda, J. (2016). Drivers for efficient water use in agriculture: An empirical analysis of family farms in Almería, Spain. *Experimental Agriculture*, 54(1), 31–44. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000661>.

Roidt, M., and Avellán, T. (2019). Learning from integrated management approaches to implement the Nexus. *Journal of Environmental Management*, 237, 609–616. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.02.106>.

Sinisterra-Solís, N. K., Sanjuán, N., Ribal, J., Estruch, V., Clemente, G., and Rozakis, S. (2024). Developing a composite indicator to assess agricultural sustainability: Influence of some critical choices. *Ecological Indicators*, 161, 111934. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111934>.

United Nations (UN). (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. General Assembly. <https://sdgs.un.org/2030agenda>.

Vanthoor, B. H. E., Stigter, J. D., van Henten, E. J., Stanghellini, C., de Visser, P. H. B., and Hemming, S. (2012). A methodology for model-based greenhouse design: Part 5, greenhouse design optimisation for southern-Spanish and Dutch conditions. *Biosystems Engineering*, 111(4), 350–368. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2012.01.005>.

Willaarts, B. A., Garrido-Colmenero, A., de-la-Rúa, C., Cabal, H., Lechón, Y., Ruiz-Fernández, J., and Witkin, M. (2016). *El Nexo Agua-Tierra-Energía en España*. Fundación Canal Isabel II, Madrid.

Willaarts, B. A., Lechón, Y., Mayor, B., de-la-Rúa, C., and Garrido, A. (2020). Cross-sectoral implications of the implementation of irrigation water use efficiency policies in Spain: A nexus footprint approach. *Ecological Indicators*, 109, 105795. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105795>.

World Economic Forum Water Initiative. (2011). *Water Security: The Water-Food-Energy-Climate Nexus*. Island Press, Washington, DC.

Zhai, Y., Zhang, T., Bai, Y., Ji, C., Ma, X., Shen, X., and Hong, J. (2021). Energy and water footprints of cereal production in China. *Resources, Conservation and Recycling*, 164, 105150. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105150>.

## BEYOND FINANCING: ESG BONDS AND CORPORATE SUSTAINABILITY

Ruben Ordonez-Borrillo<sup>1</sup>, Javier Delgado-Ceballos<sup>2</sup>, Ambra Galeazzo<sup>3</sup>, Natalia Ortiz-de-Mandojana<sup>4</sup>

*Universidad de Granada*

ORCID: 0000-0002-0314-2739<sup>1</sup>, 0000-0001-7037-5543<sup>2</sup>, 0000-0003-2780-7982<sup>3</sup>,  
ORCID: 0000-0002-2020-0443<sup>4</sup>

**Abstract:** This chapter examines ESG bonds as instruments of sustainable finance within the broader context of corporate sustainability. It reviews their main types and discusses how differences in their design and verification influence their interpretation by stakeholders. Building on signaling theory, the chapter develops a conceptual perspective that frames ESG bond issuances as observable corporate actions that communicate sustainability-related commitments under conditions of information asymmetry. Their implications, however, depend on factors such as prior organizational practices, the quality and transparency of the instrument, and the diversity of stakeholder interpretations. Overall, ESG bonds are presented as part of a broader set of mechanisms through which firms engage with corporate sustainability beyond their purely financial role.

**Keywords:** corporate sustainability; ESG bonds; signaling theory; corporate reputation

## 1. INTRODUCTION

Corporate sustainability has become a central element of corporate strategy, shaping how firms interact with stakeholders and allocate resources in increasingly complex environments. In parallel, sustainable finance has emerged as a framework that integrates environmental, social, and governance (ESG) considerations into investment and financing decisions in support of corporate sustainability. Within this context, ESG bonds have gained particular relevance as instruments that connect capital raising with corporate sustainability objectives in ways that are visible and interpretable for stakeholders (ICMA, 2020a, 2020b, 2020c; Reboredo, 2018).

In addition to their rapid growth, ESG bonds have become increasingly relevant due to the institutionalization of sustainability standards and the growing demand for transparency and accountability (Norheim-Hansen, 2015). Regulatory developments, such as the emergence of taxonomies and disclosure frameworks, have contributed to structuring the market and reducing uncertainty regarding what constitutes sustainable activity. At the same time, investors and other stakeholders have become more attentive to the credibility of sustainability-related claims, placing greater emphasis on verification mechanisms, reporting practices, and the alignment between corporate commitments and observable outcomes. In this evolving context, ESG bonds are not only financial instruments, but also mechanisms through which firms make their sustainability commitments visible and subject to external evaluation. This increasing visibility amplifies both the potential benefits and the risks associated with their issuance, as stakeholders scrutinize not only the existence of the signal but also its consistency with the firm's broader sustainability trajectory.

This category encompasses different types of instruments including green, social, sustainability, and sustainability-linked bonds, which vary in their use of proceeds, the specificity of their objectives, and the mechanisms used to assess performance (Arévalo et al., 2024; Ordonez et al., 2026). The rapid expansion of this market, growing from relatively niche volumes to nearly one trillion USD in annual issuance, reflects both increasing investor demand and the growing importance of corporate sustainability in financial decision-making (Environmental Finance, 2025). Beyond their financial function, ESG bonds have attracted attention as instruments that may contribute to how firms position themselves in relation to corporate sustainability. By making sustainability-related commitments visible and subject to external scrutiny, these instruments may play a role in shaping how organizations are perceived by different stakeholders. From this perspective, understanding ESG bonds requires going beyond their financial characteristics and examining their broader implications within corporate sustainability.

## 2. OBJECTIVES

The main objective of this chapter is to develop a conceptual explanation of ESG bonds as instruments of sustainable finance with broader implications for corporate sustainability. In particular, it seeks to show that their relevance extends beyond capital raising and that their issuance can be interpreted as a corporate signal of sustainability commitment. To achieve this objective, the chapter pursues four related goals. First, it defines ESG bonds conceptually and distinguishes their main types. Second, it reviews the existing literature on their financial effects and their relationship with sustainability

performance. Third, it draws on signaling theory to explain the conditions under which these issuances may function as credible signals. Fourth, it identifies the factors that may strengthen or weaken their credibility and shape their implications for corporate reputation. Overall, the chapter contributes by offering an integrated conceptual perspective on the role of ESG bonds within corporate sustainability.

### 3. METHODOLOGY

This chapter adopts a theoretical approach based on the review and integration of the existing literature. The objective is to develop a coherent interpretive framework that brings together research on ESG bonds, sustainable finance, signaling theory, and corporate reputation. The review is organized around two main axes. The first focuses on ESG bonds, their main types, and the debates surrounding their financial effects and their relationship with sustainability performance. The second connects this literature with signaling theory and research on corporate reputation, allowing ESG bond issuance to be interpreted not only as a financial decision but also as a form of strategic communication under conditions of information asymmetry. The literature review is guided by key concepts related to ESG bonds and corporate sustainability, ensuring a broad and integrative perspective across relevant research streams.

### 4. THEORETICAL BACKGROUND

#### 4.1. ESG bonds in Sustainable Finance

ESG bonds occupy a central place in sustainable finance because they transform sustainability objectives into explicit financial commitments. Compared with other financial instruments, they offer a distinctive advantage by formalizing the relationship between capital and a sustainable purpose, either through the allocation of funds to specific projects or by linking the cost of financing to the achievement of ESG objectives (ICMA, 2020a, 2020b, 2020c). The typology of these instruments is not a minor detail, since each has its own specific characteristics. Green bonds finance projects with environmental benefits, such as renewable energy or energy efficiency (Barua & Chiesa, 2019; Benlemlih et al., 2023; Shi et al., 2023); social bonds are directed toward projects related to inclusion, health, or education (Gonzalez-Ruiz et al., 2024; Intonti et al., 2025); sustainability bonds combine environmental and social objectives (Mathew & Sivaprasad, 2024; Mocanu et al., 2021; Schumacher et al., 2020); and sustainability-linked bonds introduce financial incentives associated with the achievement of ESG indicators (Feldhütter et al., 2024). This difference directly affects the strength of the signal issued by the firm.

The more precise the use of proceeds and the more clearly defined the objectives, the easier it is for stakeholders to assess whether the commitment has been fulfilled. By contrast, when the bond offers greater flexibility in the use of funds (sustainability-linked bonds), the signal may become more ambiguous and depend more heavily on the issuer's prior credibility, the quality of the indicators, and the rigor of external verification. Therefore, the design of the financial instrument conditions its ability to convey seriousness and to support the interpretation that the firm is assuming a genuine commitment to sustainability.

The first major line of research on ESG bonds has focused on their potential direct financial benefits. In this area, a recurring issue has been the existence of the so-called greenium, or issuance premium, that is, the possibility that investors may accept lower yields in exchange for holding assets linked to ESG purposes. However, the evidence has been mixed. Some studies have identified small issuance premiums, whereas others find no differences between the yields of ESG bonds and those of comparable conventional bonds (Larcker & Watts, 2020; Tang & Zhang, 2020; Flammer, 2021; Lau et al., 2022). This heterogeneity suggests that ESG bonds are not issued simply because of their economic cost. Even when there are regulatory incentives, tax benefits, or improvements in demand from certain investors, these factors do not always offset the additional costs associated with labeling, verification, monitoring, and periodic disclosure.

The second line of research has examined their relationship with sustainability performance. Here, the intuitive expectation is that raising resources through ESG bonds facilitates improvements in sustainability performance. However, the evidence is also heterogeneous. Some studies find improvements, whereas others emphasize that these effects depend on the nature of the issuance, external verification, the type of project financed, and the firm's internal capabilities (Fatica & Panzica, 2021; Flammer, 2021; Ordonez et al., 2024). Therefore, the issuance of the bond does not, in itself, guarantee improvements in sustainability performance. Precisely for this reason, a third line of research has emerged, arguing that the issuance of ESG bonds can also be understood as a strategic decision with potential returns that are less immediate and more closely linked to intangible assets, among them corporate reputation.

### **7.1. ESG Bonds as Signals in Corporate Sustainability**

Signaling theory offers a useful framework for understanding why ESG bonds may influence corporate reputation. Its starting point is information asymmetry. The firm knows better than stakeholders the depth of its commitment to sustainability, the quality of its projects, and the authenticity of its intentions. To reduce this information asymmetry, the firm emits signals that allow stakeholders to infer information that is not directly observable (Connelly et al., 2011; Ross, 1977; Spence, 1973). Signaling theory holds that a signal will be credible when it is observable and costly. Observability implies that the message can be identified and interpreted. Cost, in turn, requires that the signal be costly to produce, whether in terms of resources, energy, time, or risk; that is, it must entail sacrifices or commitments that discourage opportunistic behavior (Bergh et al., 2014; Connelly et al., 2025; Gomulya et al., 2019). ESG bonds meet both conditions. The first is observability. ESG bond issuances are usually announced publicly, classified according to well-known standards, reported in financial media, recorded in specialized databases, and, in many cases, accompanied by allocation and impact reports that extend their visibility beyond the moment of issuance (ICMA, 2020a, 2020b; Flammer, 2020). The second is cost. Issuing this type of bond requires the design of internal frameworks, the selection of eligible projects or relevant indicators, the assumption of verification processes, and compliance with follow-up expectations that do not necessarily accompany a conventional issuance. In addition, in sustainability-linked bonds, failure to meet certain ESG targets may trigger financial penalties in the form of higher interest rates (Feldhütter et al., 2024; Lau et al., 2022).

However, no signal operates in an empty environment. Its effect depends on who receives it and on the prior expectations held regarding the issuing firm (DesJardine et al., 2021; Park & Patel, 2015). The same issuance may be interpreted either as evidence of authenticity or as an opportunistic maneuver, depending on the firm's prior trajectory and the clarity of the issuance. In the case of ESG bonds, investors may value the reduction of information asymmetries and the demonstration of a long-term commitment to sustainability performance; employees may interpret them as an indication of ethical consistency and organizational purpose; customers and society at large may view them as a promise of verifiable responsibility; and regulators may consider them a signal of early adaptation to future requirements. All these interpretations converge in corporate reputation, even though they do so through different pathways.

From this perspective, signaling processes are closely linked to corporate reputation, as the signals firms emit shape how stakeholders interpret their intentions, capabilities, and commitment to corporate sustainability. Corporate reputation is the overall evaluation that stakeholders make of a firm on the basis of its past behavior, its capabilities, and expectations about its future (Fombrun, 1996). As an intangible asset, it influences customer preference, talent attraction, the quality of stakeholder relationships, and the firm's competitive position (Love & Kraatz, 2009; Roberts & Dowling, 2002). In this context, ESG bonds may contribute to reputational gains by reinforcing an image of responsibility and long-term orientation toward sustainability. Yet these effects are not automatic. Their reputational value depends on the credibility of the signal. In particular, four conditions are especially relevant: consistency with the firm's prior trajectory, the quality of bond design, the heterogeneity of stakeholder audiences, and the greater scrutiny triggered by public commitment.

The first condition is the consistency between the financial instrument issued and the issuing firm's prior track record. When a firm has previously developed recognizable sustainability practices, for example, through strong positions in sustainability rankings, the issuance of ESG bonds may be interpreted as a continuation of its concern for sustainability performance. However, when such support is absent, skepticism increases, as does the possibility that the ESG bond will be perceived as an opportunistic action. The second condition is the quality of the bond's design. The specification of the use of proceeds, the clarity of the indicators, the verifiability of the objectives, and the existence of external reviews strengthen the signal. Hence the importance of the standards promoted by the ICMA, which not only structure the market, but also facilitate the comparability and intelligibility of issuances (ICMA, 2020a, 2020b, 2020c). This standardizing function is complemented, in the European context, by the European Union Taxonomy, which provides a common classification framework for determining which economic activities may be considered sustainable. In particular, this classification requires that the activity make a substantial contribution to at least one of the environmental objectives defined by the European Union, that it do no significant harm to any of the others, that it comply with minimum safeguards, and that it meet the technical screening criteria established by regulation. All of this helps to limit issuers' discretion and to reinforce the credibility of sustainable issuances against the risk of greenwashing.

The third condition is audience heterogeneity. Customers, employees, regulators, investors, and other stakeholders do not interpret the issuance through the same frame of

reference. However, the signaling literature shows that different receivers respond differently to the same signal, depending on their priorities and evaluation criteria (Desjardine et al., 2021). For this reason, ESG bonds may produce asymmetric reputational benefits. In this sense, they may strengthen overall corporate reputation among some audiences while having a more cautious or conditional effect among others. Finally, the visibility of an ESG bond implies a higher level of scrutiny. By making its commitment public, the firm also increases the cost of failing to fulfill it (potential loss of previously earned reputation). In this respect, the reputational signal functions at once as a promise, and if it is not accompanied by results, transparency, and consistency, the issuance may lead to adverse reputational consequences if it is not supported by results, transparency, and consistency and increasing its reputational vulnerability. ESG bonds should therefore not be understood as automatic guarantees of corporate reputation, but rather as powerful signals whose effect depends on the consistency between the message, the design, and its implementation.

## 5. CONCLUSIONS

ESG bonds have become prominent instruments within sustainable finance, yet their relevance extends beyond their role in raising capital. This chapter has shown that they can also be understood as visible corporate actions through which firms communicate sustainability-related commitments to external stakeholders. From this perspective, ESG bond issuance is not merely a financing decision, but also a strategic act that shapes how firms are interpreted within the broader context of corporate sustainability. First, the existing literature on the financial and sustainability-related effects of ESG bonds remains inconclusive. Evidence on financial advantages, such as lower financing costs, as well as on improvements in sustainability performance, is mixed. This suggests that the value of ESG bonds cannot be fully explained by immediate economic outcomes or assumed performance gains. Second, ESG bonds do not constitute a homogeneous category. Differences in their design, objectives, and reporting requirements affect how stakeholders interpret their credibility. Instruments with clearly defined use of proceeds and verifiable commitments tend to facilitate interpretation, whereas more flexible structures rely more heavily on the issuer's prior credibility and the quality of disclosure. Third, signaling theory provides a useful framework for understanding the broader implications of ESG bonds. As observable and costly actions, these issuances can reduce information asymmetries and allow stakeholders to infer commitment, discipline, and long-term orientation toward corporate sustainability. Finally, the reputational implications of ESG bonds are conditional rather than automatic. Their effectiveness depends on the consistency between the firm's prior sustainability trajectory, the design and transparency of the instrument, and the way different stakeholders interpret the signal. ESG bonds should therefore be understood not as guarantees of corporate reputation, but as signals whose value depends on coherence between message, organizational practices, and observable outcomes.

## REFERENCES

- Arévalo, G., González, M., Guzmán, A., & Trujillo, M. A. (2024). The value effect of sustainability: evidence from Latin American ESG bond market. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 14(3), 516-537. <https://doi.org/10.1080/20430795.2024.2344527>
- Barua, S., & Chiesa, M. (2019). Sustainable financing practices through green bonds: what affects the funding size?. *Business Strategy and the Environment*, 28(6), 1131-1147. <https://doi.org/10.1002/bse.2307>
- Benlemlih, M., Jaballah, J., & Kermiche, L. (2023). Does financing strategy accelerate corporate energy transition? Evidence from green bonds. *Business Strategy and the Environment*, 32(1), 878-889. <https://doi.org/10.1002/bse.3180>
- Bergh, D. D., Connelly, B. L., Ketchen Jr, D. J., & Shannon, L. M. (2014). Signalling theory and equilibrium in strategic management research: An assessment and a research agenda. *Journal of Management Studies*, 51(8), 1334-1360. <https://doi.org/10.1111/joms.12097>
- Connelly, B. L., Certo, S. T., Ireland, R. D., & Reutzel, C. R. (2011). Signaling theory: A review and assessment. *Journal of Management*, 37(1), 39-67. <https://doi.org/10.1177/0149206310388419>
- Connelly, B. L., Certo, S. T., Reutzel, C. R., DesJardine, M. R., & Zhou, Y. S. (2025). Signaling theory: State of the theory and its future. *Journal of Management*, 51(1), 24-61. <https://doi.org/10.1177/01492063241268459>
- DesJardine, M. R., Marti, E., & Durand, R. (2021). Why activist hedge funds target socially responsible firms: The reaction costs of signaling corporate social responsibility. *Academy of Management Journal*, 64(3), 851-872. <https://doi.org/10.5465/amj.2019.0238>
- Environmental Finance. (2025). *Database Environmental Finance*. Available at: <http://surl.li/lsebu>.
- Fatica, S., & Panzica, R. (2021). Green bonds as a tool against climate change? *Business Strategy and the Environment*, 30(5), 2688-2701. <https://doi.org/10.1002/bse.2771>
- Feldhütter, P., Halskov, K., & Krebbers, A. (2024). Pricing of sustainability-linked bonds. *Journal of Financial Economics*, 162, 103944. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2024.103944>
- Flammer, C. (2020). Green bonds: Effectiveness and implications for public policy. *Environmental and Energy Policy and the Economy*, 1(1), 95-128. <https://www.journals.uchicago.edu/doi/full/10.1086/706794>
- Flammer, C. (2021). Corporate green bonds. *Journal of Financial Economics*, 142(2), 499-516. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2021.01.010>
- Fombrun, C. J. (1996). *Realizing value from the corporate image*. Harvard Business School Press.
- Gomulya, D., Jin, K., Lee, P. M., & Pollock, T. G. (2019). Crossed wires: Endorsement signals and the effects of IPO firm delistings on venture capitalists' reputations. *Academy of Management Journal*, 62(3), 641-666. <https://doi.org/10.5465/amj.2016.0796IF: 10.5Q1>
- Gonzalez-Ruiz, J. D., Marín-Rodríguez, N. J., & Weber, O. (2024). New insights on social finance research in the sustainable development context. *Business Strategy & Development*, 7(1), e342. <https://doi.org/10.1002/bsd2.342>

ICMA (2020a). Green, social and sustainability bonds: A high-level mapping to the sustainable development goals 2020. Available at: <http://surl.li/ihfnyj> (accessed 18 September 2025).

ICMA (2020b). Sustainability-linked bonds principles. Voluntary process guidelines 2020. Available at: <http://surl.li/hqvsal> (accessed 18 September 2025).

ICMA (2020c). Sustainable Finance High-level definitions. Zürich: International Capital Market Association. Available at: <http://surl.li/fbutms> (accessed 18 September 2025).

Intonti, M., De Leonardis, M., & Bussoli, C. (2025). What drives the Social Bond Premium? Evidence from certification and use of proceeds analysis. *Research in International Business and Finance*, 77, 102955. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2025.102955>

Larcker, D. F., & Watts, E. M. (2020). Where's the greenium?. *Journal of Accounting and Economics*, 69(2-3), 101312. <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2020.101312>

Lau, P., Sze, A., Wan, W., & Wong, A. (2022). The economics of the greenium: How much is the world willing to pay to save the earth? *Environmental and Resource Economics*, 81(2), 379–408.

Love, E. G., & Kraatz, M. (2009). Character, conformity, or the bottom line? How and why downsizing affected corporate reputation. *Academy of Management Journal*, 52(2), 314–335. <https://doi.org/10.5465/amj.2009.37308247>

Mathew, S., & Sivaprasad, S. (2024). An empirical analysis of corporate sustainability bonds. *Business Strategy and the Environment*, 33(4), 3299–3316. <https://doi.org/10.1002/bse.3663>

Mocanu, M., Constantin, L. G., & Cernat-Gruici, B. (2021). Sustainability bonds: An international event study. *Business Economics and Management*, 22(6), 1551-1576. [doi:10.3846/jbem.2021.15372](https://doi.org/10.3846/jbem.2021.15372)

Norheim-Hansen, A. (2015). Are 'green brides' more attractive? An empirical examination of how prospective partners' environmental reputation affects the trust-based mechanism in alliance formation. *Journal of Business Ethics*, 132(4), 813-830. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10551-014-2342-1>

Ordonez-Borrillo, R., Ortiz-de-Mandojana, N., & Delgado-Ceballos, J. (2024). Green bonds and environmental performance: The effect of management attention. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 31(6), 5311–5326. <https://doi.org/10.1002/csr.2858>

Ordonez-Borrillo, R., Ortiz-de-Mandojana, N., & Delgado-Ceballos, J. (2026). Environmental, Social, and Governance Bonds and Stock Market Reactions: An Event Study. *Business Strategy and the Environment*, 35(1), 881-892. <https://doi.org/10.1002/bse.70214>

Park, H. D., & Patel, P. C. (2015). How does ambiguity influence IPO underpricing? The role of the signaling environment. *Journal of Management Studies*, 52(6), 796–818. <https://doi.org/10.1111/joms.12132>

Reboredo, J. C. (2018). Green bond and financial markets: Co-movement, diversification and price spillover effects. *Energy Economics*, 74, 38–50. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.05.030>

Roberts, P. W., & Dowling, G. R. (2002). Corporate reputation and sustained superior financial performance. *Strategic Management Journal*, 23(12), 1077–1093. <https://doi.org/10.1002/smj.274>

Ross, S. A. (1977). The determination of financial structure: The incentive-signaling approach. *The Bell Journal of Economics*, 8(1), 23-40. <https://doi.org/10.2307/3003485>

Schumacher, K., Chenet, H., & Volz, U. (2020). Sustainable finance in Japan. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 10(2), 213-246. <https://doi.org/10.1080/20430795.2020.1735219>

Shi, X., Ma, J., Jiang, A., Wei, S., & Yue, L. (2023). Green bonds: green investments or greenwashing?. *International Review of Financial Analysis*, 90, 102850. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2023.102850>

Spence, M. (1973). Job market signaling. *Quarterly Journal of Economics*, 87, 355–374.

Tang, D. Y., & Zhang, Y. (2020). Do shareholders benefit from green bonds? *Journal of Corporate Finance*, 61, Article 101427. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2018.12.001>

# INCERTIDUMBRES CLIMÁTICAS Y APLICACIÓN DEL MARCO NIIF: ANÁLISIS DE LOS EJEMPLOS ILUSTRATIVOS DEL IASB (2023–2025)

**Angélica María Franco Ricuarte<sup>1</sup>, Fernando Polo Garrido<sup>2</sup>**

*Institución Universitaria Antonio José Camacho, Facultad de Ciencias Empresariales, Cali,  
Colombia, Estudiante de Doctorado de la Universitat <sup>1</sup>,  
eSMART - Research Center for Entrepreneurship, Sustainability, Marketing, Accounting,  
Corporate Responsibility, and Digital Technology,  
Universitat Politècnica de València<sup>2</sup>  
ORCID: 0000-0003-2934-6649<sup>1</sup>, 0000-0003-0158-5736<sup>2</sup>*

Resumen: El cambio climático ha generado presiones normativas y sociales que exigen a las empresas la adecuada divulgación de sus riesgos y el reconocimiento de sus impactos en los estados financieros. Este trabajo tiene como objetivo analizar cómo la iniciativa del IASB sobre incertidumbres relacionadas con el clima (2023-2025) orienta la aplicación de los principios del marco de información NIIF frente a las incertidumbres climáticas mediante el examen de seis ejemplos ilustrativos incluidos en su documento final. A través de un análisis normativo del proyecto IASB/ED/2024/6, basado en la revisión de fuentes primarias, se evidencia que el IASB amplía el alcance práctico de principios como la materialidad, la revelación de incertidumbre y el juicio profesional, integrando riesgos climáticos prospectivos sin introducir nuevos requerimientos de reconocimiento o medición. Los resultados revelan que, aunque el marco NIIF es suficiente para reflejar estos efectos, persiste una brecha entre la capacidad normativa y su aplicación práctica actual por las empresas.

Palabras Clave: Cambio climático, NIIF, revelación, materialidad, sostenibilidad

## 1. INTRODUCCIÓN

El cambio climático constituye un desafío ambiental y socioeconómico de gran alcance, caracterizado por alteraciones en los patrones climáticos y un incremento sostenido de las temperaturas globales. Aunque puede deberse a factores naturales, desde el siglo XIX la acción humana ha sido el principal desencadenante de este fenómeno, debido a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), el dióxido de carbono y el metano, entre otras (Aleixandre-Benavent et al., 2017). Actividades como la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la expansión industrial han intensificado sus efectos, impactando sectores estratégicos como la energía, el transporte y la agricultura. Los sectores extractivos, además de contribuir a las emisiones, enfrentan riesgos de transición derivados de políticas ambientales, cambios en la demanda energética y presiones del mercado, lo que ha llevado a reconocer deterioros contables en algunos recursos (Baboukardos et al., 2021).

La literatura académica y los reportes especializados destacan la necesidad de integrar estos riesgos en los procesos contables y de reporte financiero para garantizar transparencia y utilidad a los usuarios de la información (Alam & Costa, 2025). Inversionistas, reguladores y otros grupos de interés han incrementado la presión para que las organizaciones divulguen su impacto ambiental y asuman responsabilidades en la reducción de los efectos del cambio climático (Daradkeh et al., 2023; Guo et al., 2022; Setiawan et al., 2023; Linnenluecke et al., 2015). Estas demandas incluyen información sobre riesgos físicos, como desastres naturales, y riesgos de transición, relacionados con cambios regulatorios o tecnológicos, que afectan la valoración de activos, la vida útil de recursos productivos y el reconocimiento de pasivos contingentes.

En respuesta, la Securities and Exchange Commission (SEC) de Estados Unidos adoptó en 2024 nuevas reglas que obligan a las empresas que cotizan en bolsa a divulgar riesgos climáticos materiales en sus informes anuales y estados financieros auditados. Estas regulaciones abarcan la gobernanza de riesgos, las estrategias de transición, el uso de escenarios climáticos y la fijación de metas y objetivos ambientales, con el propósito de avanzar hacia la transparencia y la comparabilidad de la información (SEC, 2022). Sin embargo, estudios recientes evidencian que muchas organizaciones aún no incorporan estos riesgos en sus estimaciones contables, generando inconsistencias entre la información financiera y no financiera (Baboukardos et al., 2021). En consecuencia, la European Securities and Markets Authority (ESMA, 2023) ha insistido en que las incertidumbres relacionadas con el clima se reflejen en juicios contables clave, como deterioro de activos, provisiones y evaluación de contingencias.

En este contexto, las incertidumbres relacionadas con el clima son un factor crítico en la elaboración y presentación de los estados financieros, siendo fundamental su adecuada identificación, medición y revelación para reflejar fielmente la situación financiera de las empresas (Müller et al., 2024). Sin embargo, la evidencia internacional muestra que la información divulgada sigue siendo genérica y poco específica, lo que limita su utilidad y refuerza la necesidad de guías más claras (Li & Lee, 2023).

En respuesta a estos desafíos, en 2023 el Consejo de Normas Internacionales de Contabilidad - IASB incorporó en su agenda una iniciativa para mejorar la aplicación de las normas frente a las incertidumbres climáticas, mediante un proceso participativo que fortaleció la legitimidad regulatoria al alinearse con las expectativas de los grupos de interés

(Larson, 2007; Durocher et al., 2007; Bamber y McMeeking, 2016; Richardson y Eberlein, 2011).

En los últimos años se han producido avances como el proyecto *Climate-related and Other Uncertainties in the Financial Statements (2023–2025)* y la creación del ISSB con los estándares IFRS S1 e IFRS S2, los cuales complementan el marco contable sin modificarlo directamente (Müller et al., 2024). Este proceso culminó con la publicación en noviembre de 2025 de un documento sobre la aplicación de las NIIF en la divulgación de incertidumbres climáticas.

En este contexto, el presente documento tiene como objetivo analizar cómo la iniciativa del IASB sobre incertidumbres relacionadas con el clima (2023–2025) orienta la aplicación de los principios del marco NIIF, mediante el análisis de los ejemplos ilustrativos incluidos en su documento final, con el fin de evidenciar su impacto en la incorporación de riesgos climáticos en los estados financieros. A partir de la revisión de los ejemplos ilustrativos, se sostiene que el IASB amplía el alcance práctico de principios como la materialidad, la revelación de incertidumbre y el juicio profesional, integrando riesgos climáticos prospectivos sin introducir nuevos requerimientos de reconocimiento o medición.

## 2. METODOLOGÍA

Este trabajo lleva a cabo un análisis normativo y técnico del proyecto IASB/ED/2024/6: *Incertidumbres relacionadas con el Clima y Otras Incertidumbres en los Estados Financieros*. El estudio se fundamenta en la revisión documental de fuentes primarias, incluyendo el *Exposure Draft* del IASB (julio de 2024), el *near-final staff draft* (julio de 2025) y el documento aprobado (noviembre de 2025). Asimismo, se complementa con el análisis del marco normativo de las NIIF, en particular, las IAS 1, IAS 12, IAS 36 e IAS 37, así como con los estándares de información de sostenibilidad IFRS S1 e IFRS S2. Adicionalmente, se incorpora un análisis comparativo con la regulación propuesta por la SEC en 2024, con el fin de contextualizar y contrastar el alcance de las orientaciones del IASB, permitiendo analizar la evolución y convergencia de los requerimientos de información financiera y sostenibilidad frente a los riesgos climáticos.

La metodología se basa en un análisis de los seis ejemplos incluidos en la versión final del documento. Cada caso se examina mediante una matriz estructurada en siete categorías: (i) descripción del ejemplo; (ii) propósito normativo; (iii) normas NIIF aplicables; (iv) tipo de incertidumbre; (v) aplicación del juicio profesional; (vi) interacciones entre normas; y (vii) tipo de efecto contable. Estas categorías, derivadas del documento, permiten un análisis sistemático y comparativo de los casos, enfocado en su aplicación técnica y en los desafíos normativos asociados. Este marco metodológico permite identificar patrones en la aplicación de las normas, analizar su coherencia práctica y detectar posibles ambigüedades. Asimismo, se consultaron fuentes secundarias, como artículos académicos, informes técnicos y documentos institucionales, con el fin de contextualizar el análisis en un marco teórico y regulatorio más amplio.

Finalmente, se realiza sucintamente una comparación con el marco americano elaborado por la Securities and Exchange Commission (SEC).

### 3. DESARROLLO

Desde una perspectiva práctica, el proyecto IASB/ED/2024/6 incluye ejemplos que orientan la aplicación de las normas contables frente a los riesgos climáticos, facilitando la preparación de los estados financieros y la toma de decisiones. Aunque no son vinculantes, cumplen la función de guiar a los preparadores en contexto de incertidumbre (IASB, 2024). Estos ejemplos abordan situaciones como la revisión de la vida útil de activos, el reconocimiento de provisiones, la incorporación de precios del carbono y el deterioro de activos, evidenciando que los principios contables vigentes podrían reflejar los efectos financieros del cambio climático sin necesidad de nuevas normas.

No obstante, su análisis muestra que esta aplicación no es frecuente en la práctica, reflejando una brecha entre lo que las normas permiten y lo que las entidades aplican. Asimismo, se identifican limitaciones asociadas al uso del juicio profesional para determinar la relevancia de los riesgos climáticos, lo que puede generar diferencias en su aplicación y mayor incertidumbre en las estimaciones contables. A esto se suma la poca articulación entre la información financiera y la climática, ya que la integración con estándares como la NIIF S2 no es obligatoria ni sistemática (IASB, 2024).

En este contexto, la estrategia del IASB de utilizar ejemplos ilustrativos, en lugar de requerimientos normativos adicionales, busca evitar una carga regulatoria adicional, aunque plantea la necesidad de lograr una aplicación homogénea. Así, los ejemplos permiten evidenciar las tensiones entre la suficiencia teórica del marco normativo y las limitaciones prácticas en su implementación. A partir de este enfoque, el análisis se organiza en torno al juicio de materialidad y profesional, el tratamiento de la incertidumbre y la coherencia entre información financiera y climática, dando paso al examen detallado de los ejemplos incluidos en el proyecto.

**Tabla 1. Síntesis de los seis ejemplos ilustrativos del IASB sobre incertidumbres climáticas**

Ejemplo	Norma Principal	Efecto Contable	Énfasis en Materialidad
1. Juicios de materialidad	NIIF 18	Revelación	Cualitativa
2. Información desagregada	NIIF 18	Medición + Revelación	Cuantitativa
3. Riesgos específicos	NIIF 18	Revelación	Cualitativa
4. Riesgo crediticio	NIIF 7 y 9	Medición + Revelación	Mixta
5. Hipótesis clave	NIC 36	Revelación	Cualitativa
6. Desmantelamiento	NIC 37	Revelación	Cualitativa

**Fuente:** elaboración propia

#### **Ejemplo 1º: Ejemplo IV-1 Juicios de materialidad aplicando el párrafo 20 de la NIIF 18**

El primer caso ilustrativo analiza la aplicación del juicio de materialidad en contextos de incertidumbre climática a partir de dos escenarios. En el primero, la organización A, expuesta a riesgos de transición, considera material revelar información sobre su plan de

transición, aunque no existan efectos financieros directos. Esta decisión se fundamenta en factores cualitativos, como la relevancia estratégica del plan, la exposición al riesgo y la coherencia con otros informes. En contraste, la organización B, con baja exposición climática, concluye que no es necesaria información adicional, al no esperarse impactos en sus estados financieros.

El ejemplo se apoya en la anterior NIC 1 y actual NIIF 18, que exigen revelar información relevante aun sin efectos cuantitativos. En este caso, el impacto se limita a la divulgación, sin afectar al reconocimiento ni la medición. Asimismo, se evidencia la dependencia del juicio profesional, lo que puede generar diferencias en la aplicación entre entidades.

El análisis del ejemplo evidencia que la materialidad incorpora aspectos cualitativos y prospectivos, lo que dificulta la consistencia y la coherencia de la información financiera, ya que es necesario tener en cuenta no solo información actual sino también las posibles repercusiones futuras derivadas de los riesgos relacionados con el clima. Esto incrementa la dependencia del juicio profesional y exige mayor conectividad entre los datos financieros y no financieros, lo que plantea retos para garantizar la coherencia y la comparabilidad del reporte financiero.

### **Ejemplo 2º. Ejemplo IV-2 Divulgación de información desagregada en las notas de la memoria (IFRS 18)**

El segundo ejemplo ilustra los requerimientos de los párrafos 41-42 y B110 de la NIIF 18, y muestra cómo una entidad debe desagregar la información que proporciona en las notas sobre una clase de propiedades, planta y equipo (PP&E) con características de riesgo diferentes si es necesario para proporcionar información relevante. Este caso trata específicamente sobre una entidad que posee activos de alta y baja emisión que, aunque pertenecen a una misma categoría contable, presentan vulnerabilidades opuestas frente a la transición climática. Lo que se analiza es cómo la agregación de estos elementos puede ocultar riesgos financieros críticos, por lo que la norma exige su separación en notas al observar diferencias significativas en sus vidas útiles, valores residuales y recuperabilidad.

El ejercicio se fundamenta en la articulación con la NIC 16 y la NIC 36 para reflejar diferencias en el riesgo de deterioro, abordando una incertidumbre asociada a factores estimativos, regulatorios y de mercado. En este escenario, el impacto contable se concentra en la presentación y revelación. Asimismo, se resalta la importancia del juicio profesional para determinar el nivel adecuado de detalle y garantizar que la información financiera sea una representación fiel de la realidad económica de los activos.

### **Ejemplo 3º. Párrafo IG22A de la NIIF 7- Divulgación de los efectos de riesgos específicos**

El tercer caso muestra la necesidad de que una entidad divulgue información sobre el riesgo crediticio en contextos donde los riesgos climáticos influyen en la capacidad de los deudores para cumplir con sus obligaciones financieras. El ejemplo se refiere a una institución financiera que posee dos carteras de préstamos distintas, expuestas a riesgos climáticos: los préstamos agrícolas, influidos por fenómenos como las sequías, y los

préstamos inmobiliarios garantizados por activos ubicados en regiones vulnerables a las inundaciones.

El ejemplo analiza la integración del riesgo crediticio asociado a las variables climáticas en las instituciones financieras, en consonancia con las disposiciones de la NIIF 7 y su relación con la NIIF 9. Dado que estos riesgos afectan la capacidad de pago de los deudores y el valor de las garantías, la información se considera material y debe ser revelada.

El marco normativo establece que las entidades deben explicar cómo los riesgos climáticos afectan la exposición crediticia, las prácticas de gestión del riesgo y la estimación de pérdidas crediticias esperadas. En este sentido, la NIIF 7 exige revelar información relevante, mientras que la NIIF 9 incorpora estos factores en la medición del deterioro. Asimismo, la antigua NIC 1 y la actual NIIF 18 refuerzan la necesidad de proporcionar información suficiente para la comprensión de los estados financieros.

El ejemplo evidencia que tanto los riesgos físicos —como sequías o inundaciones— como los riesgos de transición —derivados de cambios regulatorios o tecnológicos— deben ser considerados en la evaluación del riesgo crediticio. Dado que estas exposiciones pueden afectar significativamente los flujos de efectivo futuros, la información asociada se considera material y debe ser revelada en los estados financieros.

En este sentido, la incorporación de riesgos climáticos en los modelos de pérdidas crediticias esperadas incrementa la complejidad de las estimaciones contables, al requerir la integración de variables climáticas en escenarios prospectivos, lo que implica el uso del juicio profesional. De este análisis se desprende que la materialidad en el riesgo crediticio no depende únicamente de impactos cuantitativos actuales, sino también de la relevancia cualitativa y prospectiva de las exposiciones climáticas lo que refuerza la transparencia en la información.

#### **Ejemplo 4º. Ejemplo 6 Divulgación sobre las asunciones - Guía para la implementación de la NIC 8: Base de preparación de los estados financieros**

El cuarto ejemplo incorporado en el ejemplo número 6 de la NIC 8 analiza cómo una entidad determina la necesidad de revelar supuestos clave en contextos de incertidumbre climática, incluso cuando no se reconoce deterioro de activos. La entidad, perteneciente a una industria intensiva en capital y expuesta a riesgos de transición, realiza pruebas de deterioro sin registrar pérdidas; sin embargo, debe divulgar los supuestos relevantes debido a su importancia para los usuarios.

Este enfoque se fundamenta en la antigua NIC 1 (párrafos 125 y 129) y en la actual NIIF 18 (párrafo 20 y 108), que exigen revelar supuestos y fuentes de incertidumbre cuando puedan generar cambios significativos en los valores contables. Los supuestos incluyen variables como la regulación climática, los precios del carbono, la demanda futura y los costes asociados a la transición energética, evidenciando que la incertidumbre trasciende lo financiero e incorpora factores climáticos y de mercado.

El ejemplo evidencia que los riesgos relacionados con el clima introducen cierto grado de incertidumbre en las estimaciones contables, por lo que es necesario revelar información que permita comprender la sensibilidad de los valores contables ante los cambios. En este contexto, la falta de efectos financieros no elimina la necesidad de revelar información cuando sean pertinentes los riesgos futuros.

El proceso de identificar y divulgar los supuestos relacionados con el clima implica un ejercicio de juicio profesional, abarca la selección de los supuestos pertinentes, como la determinación del nivel de detalle requerido. Además, subraya una concepción de la importancia relativa que integra elementos cualitativos y prospectivos, con el objetivo de anticipar los posibles efectos futuros sobre la situación financiera de la entidad.

### **Ejemplo 5°. Ejemplo 10(de la NIC 36) Ejemplo Revelación de hipótesis clave en contextos de incertidumbre**

El ejemplo presenta una entidad expuesta a regulaciones ambientales y altos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero que, al evaluar el deterioro de una unidad generadora de efectivo con plusvalía, concluye que no existe pérdida por deterioro, pero identifica como hipótesis clave los costos futuros de derechos de emisión debido a su alta sensibilidad en la estimación del valor en uso. El propósito normativo del caso es evidenciar que la obligación de revelación no depende del reconocimiento de deterioro, sino de la relevancia de las hipótesis utilizadas, en línea con los requerimientos de los párrafos 134(d)(i)-(ii) y 134(f) de la NIC 36. La incertidumbre es de carácter estimativo y prospectivo, asociada a variables externas como precios de carbono y cambios regulatorios, que afectan directamente los flujos de efectivo futuros.

En este contexto, el juicio profesional resulta determinante para identificar las hipótesis clave, definir supuestos razonables y evaluar su consistencia con información externa; sin embargo, el ejemplo no desarrolla criterios claros para determinar el umbral de “sensibilidad significativa”, lo que puede generar ambigüedad en su aplicación práctica. Asimismo, se observa interacción con la NIC 1 en materia de revelación de estimaciones críticas, aunque la articulación con marcos de sostenibilidad se mantiene implícita.

Desde el enfoque contable, es exclusivamente de revelación, pero con implicaciones potencialmente materiales, ya que variaciones en las hipótesis podrían generar deterioros en periodos futuros. En consecuencia, el ejemplo refuerza la transparencia en contextos de incertidumbre, aunque deja un margen relevante de subjetividad que podría derivar en prácticas heterogéneas entre entidades.

Lo anterior confirma que, para tomar decisiones acertadas, la gerencia debe contar con la información. Identificar estas hipótesis clave no solo cumplen con un fin de revelación externa, sirven como herramienta de gestión interna, de esta forma la gerencia controla sus activos ante posibles cambios en la regulación y esto le permite tomar decisiones acertadas.

### **Ejemplo 6°. Ejemplos: divulgaciones (Guía sobre la implantación de la NIC 37, Provisiones, activos contingentes y pasivos contingentes)- Reconocimiento y revelación de obligaciones de desmantelamiento y rehabilitación.**

El sexto ejemplo desarrolla los requerimientos del párrafo 85 de la NIC 37 sobre una empresa manufacturera con obligaciones de desmantelamiento y restauración ambiental cuyos costos se materializarán en un futuro lejano, por lo que su valor presente resulta inmaterial; sin embargo, los desembolsos esperados son elevados y existe una incertidumbre significativa asociada a un posible cierre anticipado de las instalaciones debido a factores como cambios regulatorios, tecnológicos y de mercado derivados de la transición hacia una economía baja en carbono.

El fondo de la norma, en este caso, es demostrar que la revelación no solo depende de la materialidad cuantitativa, sino de factores cualitativos como la magnitud potencial de las obligaciones, la incertidumbre radica tanto en la fecha de los pagos como en la salida de recursos y la importancia para los usuarios, lo cual está alineado con el párrafo 85 de la NIC 37. Esta disposición interactúa con la NIC 1 en materia de juicios y estimaciones significativas, mientras que la incertidumbre es de carácter estimativo y prospectivo, pues depende de variables externas, como la regulación ambiental y la transición climática.

En esta línea, el juicio profesional permite evaluar la materialidad cualitativa, definir los supuestos y establecer el nivel adecuado de revelación. Asimismo, se pueden identificar interacciones con otras normas respecto de la coherencia en la divulgación de estimaciones, aunque su centro está en las provisiones. El efecto contable es principalmente de revelación, dado que el importe reconocido es inmaterial, aunque con posibles impactos materiales en el futuro. El ejemplo amplía el concepto de materialidad al incorporar factores cualitativos y de incertidumbre, pero no establece criterios operativos claros para su aplicación, lo que puede generar heterogeneidad en la práctica y una alta dependencia del juicio de la administración.

En conjunto, los ejemplos analizados permiten evidenciar una convergencia entre el enfoque propuesto por el IASB y las exigencias regulatorias planteadas por la SEC (2024), en torno a la transparencia climática en la información financiera. Mientras la SEC enfatiza la necesidad de incorporar información cuantitativa detallada sobre los efectos financieros derivados de eventos climáticos, los ejemplos del IASB refuerzan el papel del juicio profesional en la identificación de información material, incorporando dimensiones cualitativas y prospectivas. Esto pone en manifiesto que la revelación de los riesgos climáticos no depende únicamente de su cuantificación, sino también de la coherencia entre las cifras reportadas y los supuestos que sustentan las estimaciones contables esto permite comprender el alcance de la información financiera frente a las incertidumbres climáticas.

#### 4. CONCLUSIONES

Los seis ejemplos incorporados por el IASB en noviembre de 2025, permiten identificar que el marco normativo actual de las NIIF es suficiente para reportar los efectos de las incertidumbres, incluidas las climáticas, sin necesidad de introducir cambios en los requerimientos de reconocimiento o medición. En este sentido, normas como la NIIF 18 (NIC 1), NIC 36, NIC 37 y NIIF 7 pueden aplicarse para incorporar riesgos físicos y de transición en la valoración de activos, provisiones, riesgo crediticio y pruebas de deterioro.

Con esta iniciativa se evidencia la aplicación del concepto de materialidad, ya que no solo depende de información cuantitativa, sino que los ejemplos refuerzan las dimensiones cualitativas y prospectivas, lo que permite considerar también la relevancia estratégica de los riesgos climáticos y su posible impacto futuro, contribuyendo a garantizar la transparencia y la viabilidad de las empresas.

El juicio profesional se establece como un componente fundamental para reflejar las incertidumbres climáticas en los estados financieros, mejorando así el aspecto cualitativo de la información financiera y facilitando la divulgación de los riesgos climáticos y el registro de sus impactos, cuya práctica actual es un área de mejora. Esto permite comprender lo que está pasando o puede pasarle a la empresa y reforzar la transparencia y la utilidad de la información para la toma de decisiones informadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleixandre-Benavent, R., Aleixandre-Tudó, J. L., Castelló-Cogollos, L., & Aleixandre, J. L. (2017). Trends in scientific research on climate change in agriculture and forestry subject areas (2005–2014). *Journal of Cleaner Production*, 147, 406–418. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.112>
- Alam, S. M., & Costa, E. (2025). Climate change disclosure: A conceptual framework and future research avenues. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 32(3), 4019–4034. <https://doi.org/10.1002/csr.3168>
- Baboukardos, D., Dionysiou, D., Slack, R., Tsalavoutas, I., & Tsoligkas, F. (2021). *Climate change risk-related disclosures in extractive industries*. ACCA and Adam Smith Business School. <https://doi.org/10.36399/gla.pubs.234936>
- Bamber, M., & McMeeking, K. (2016). An examination of international accounting standard-setting due process and the implications for legitimacy. *The British Accounting Review*, 48(1), 59–73. <https://doi.org/10.1016/j.bar.2015.03.003>
- Daradkeh, H., Shams, S., Bose, S., & Gunasekarage, A. (2023). Does managerial ability matter for corporate climate change disclosures? *Corporate Governance: An International Review*, 31(1), 83–104. <https://doi.org/10.1111/corg.12436>
- Durocher, S., Fortin, A., & Côté, L. (2007). Users' participation in the accounting standard-setting process: A theory-building study. *Accounting, Organizations and Society*, 32(1–2), 29–59. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2006.03.004>
- European Securities and Markets Authority. (2023). *The beat is on: Disclosures of climate-related matters in the financial statements*. <https://www.esma.europa.eu/document/report-disclosures-climate-related-matters-financial-statements>
- Guo, Y., Zhao, J. J., & Yang, D. C. (2022). Theories applicable to corporate climate change disclosure. *Journal of Corporate Accounting & Finance*, 33(4), 147–157. <https://doi.org/10.1002/jcaf.22572>
- International Accounting Standards Board. (2024). *Climate-related and other uncertainties in the financial statements: Exposure Draft IASB/ED/2024/6*. IFRS Foundation. <https://www.ifrs.org/projects/completed-projects/2025/climate-related-risks-in-the-financial-statements/ed-cl-climate-related-uncertainties-fs/>
- International Accounting Standards Board. (2025). *Climate-related and other uncertainties in the financial statements*. IFRS Foundation. <https://www.ifrs.org/projects/completed-projects/2025/climate-related-risks-in-the-financial-statements/ed-cl-climate-related-uncertainties-fs/>
- Larson, R. K. (2007). Constituent participation and the IASB's International Financial Reporting Interpretations Committee. *Accounting in Europe*, 4(2), 207–254. <https://doi.org/10.1080/17449480701727981>
- Li, A., & Lee, E. C. T. (2023). Commentary: Climate-related risks disclosures in the notes to financial statements: Descriptive evidence from Australia. *Australian Accounting Review*, 33(3), 230–236. <https://doi.org/10.1111/auar.12408>
- Linnenluecke, M. K., Birt, J., & Griffiths, A. (2015). The role of accounting in supporting adaptation to climate change. *Accounting & Finance*, 55(3), 607–625. <https://doi.org/10.1111/acfi.12120>

Müller, M. A., Ormazabal, G., Sellhorn, T., & Wagner, V. (2024). *Climate disclosure in financial statements* (TRR 266 Accounting for Transparency Working Paper Series No. 144). SSRN. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4763140>

Richardson, A. J., & Eberlein, B. (2011). Legitimizing transnational standard-setting: The case of the International Accounting Standards Board. *Journal of Business Ethics*, 98(2), 217–245. <https://doi.org/10.1007/s10551-010-0543-9>

Securities and Exchange Commission. (2022). *The enhancement and standardization of climate-related disclosures for investors: Proposed rule*. *Federal Register*, 87(69), 21334–21473. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2022-04-11/pdf/2022-06342.pdf>

Setiawan, D., Rahmawati, I. P., & Santoso, A. (2023). A bibliometric analysis of evolving trends in climate change and accounting research. *Cogent Business & Management*, 10(3), Article 2267233. <https://doi.org/10.1080/23311975.2023.2267233>

# ANÁLISIS DE LA SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL DE LAS PRINCIPALES EMPRESAS DEL SECTOR ESPAÑOL DE LOS FERTILIZANTES INORGÁNICOS A PARTIR DE LOS INFORMES DE INFORMACIÓN NO FINANCIERA

**María Maganto-Segura<sup>1</sup>, Gabriel García-Martínez<sup>2</sup>, Luis Porcuna-Enguix<sup>3</sup>,  
Helena María Bolas-Araya<sup>4</sup>**

*Egresada Máster de Formación Permanente en Responsabilidad y Sostenibilidad Corporativa<sup>1</sup>.  
eSMART - Research Center for Entrepreneurship, Sustainability, Marketing, Accounting,  
Corporate Responsibility, and Digital Technology<sup>2,3,4</sup>.  
Universitat Politècnica de València.*

ORCID: 0000-0002-4717-5890<sup>2</sup>, 0000-0002-2992-2602<sup>3</sup>, 0000-0001-8266-3622<sup>4</sup>

Resumen: La industria de los fertilizantes inorgánicos ocupa una posición estratégica en la cadena agroalimentaria, pero también se sitúa en el centro de importantes tensiones ambientales relacionadas con las emisiones atmosféricas, la contaminación difusa por nitratos, el consumo intensivo de recursos y la pérdida de biodiversidad. En este contexto, los informes de sostenibilidad y los estados de información no financiera se han convertido en instrumentos clave para evaluar la respuesta empresarial ante tales desafíos. El presente trabajo analiza comparativamente la información divulgada por las principales empresas del sector español de fabricación de fertilizantes inorgánicos con actividad y reporte disponible en 2023: Grupo Fertiberia, Grupo Fertinagro y Timac Agro España. El objetivo es valorar la calidad, comparabilidad y utilidad de la información ambiental comunicada, así como identificar buenas prácticas y áreas de mejora. La metodología se basa en el análisis documental de memorias de sostenibilidad y estados de información no financiera, atendiendo a estándares GRI vinculados con materiales, energía, agua y efluentes, residuos, emisiones y biodiversidad. Los resultados muestran avances significativos en certificación ambiental, eficiencia energética, valorización de subproductos, desarrollo de fertilizantes de menor impacto y alineamiento discursivo con la transición ecológica. Sin embargo, persisten carencias relevantes en homogeneidad metodológica, cobertura de indicadores, verificación de datos, análisis de materialidad y evaluación de impactos aguas abajo. La comparabilidad entre empresas sigue siendo limitada por la diversidad de criterios de reporte. Se concluye que el sector ha iniciado una transición ambiental relevante, aunque todavía insuficiente desde la perspectiva de transparencia y rendición de cuentas. La mejora de la calidad del reporte, la incorporación de métricas de ciclo de vida y una mayor armonización con los marcos europeos de sostenibilidad aparecen como condiciones necesarias para fortalecer la credibilidad del desempeño ambiental del sector.

Palabras Clave: Sostenibilidad Ambiental, Fertilizantes Inorgánicos, Información No Financiera, Sector Agroindustrial, Responsabilidad Social Corporativa.

## 1. INTRODUCCIÓN

La sostenibilidad ambiental de la agricultura europea depende, en buena medida, de cómo se gestione la fertilización. El uso de fertilizantes inorgánicos ha sido decisivo para sostener la productividad agraria, pero también ha contribuido a agravar problemas como las emisiones de amoníaco y óxido nítrico, la contaminación de aguas por nitratos, la degradación del suelo y la pérdida de biodiversidad. La agricultura representó en la Unión Europea aproximadamente el 11 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en 2022, mientras que en España el sector agrario alcanzó el 11,9 % del total nacional ese mismo año. Asimismo, las emisiones de amoníaco procedentes de la agricultura siguen siendo especialmente significativas, y una parte relevante de ellas está asociada al uso de fertilizantes inorgánicos.

Este escenario ha impulsado una intensa respuesta regulatoria. El Pacto Verde Europeo, la estrategia “De la Granja a la Mesa”, la Estrategia de Biodiversidad, la reforma de la Política Agrícola Común y el Real Decreto 1051/2022 sobre nutrición sostenible en suelos agrarios configuran un entorno en el que la reducción del impacto ambiental de la fertilización ya no puede entenderse como una cuestión voluntaria, sino como una exigencia estructural. A ello se suma la evolución del marco de información empresarial sobre sostenibilidad, desde la Directiva 2014/95/UE y la Ley 11/2018 hasta la nueva CSRD, que refuerza las expectativas de transparencia, comparabilidad y verificación de los datos no financieros.

En este contexto, los estados de información no financiera y las memorias de sostenibilidad desempeñan una doble función. Por una parte, son herramientas de rendición de cuentas dirigidas a inversores, administraciones, clientes y sociedad civil. Por otra, actúan como dispositivos de construcción reputacional y estratégica, mediante los cuales las empresas intentan demostrar su capacidad de adaptación a la transición ecológica. Sin embargo, la utilidad real de estos documentos depende de la calidad de la información reportada, de su consistencia metodológica y de su capacidad para reflejar impactos materiales.

El presente trabajo aborda esa cuestión en el ámbito de las principales empresas españolas del sector de fertilizantes inorgánicos. A partir del análisis comparado de Grupo Fertiberia, Grupo Fertinagro y Timac Agro España, se examina hasta qué punto la información no financiera disponible permite conocer con precisión el desempeño ambiental del sector. El estudio se centra en evaluar cómo la sostenibilidad es comunicada, estructurada y justificada en los informes corporativos. Esta aproximación resulta especialmente pertinente en un sector sometido a crecientes exigencias regulatorias y sociales, y en el que la innovación tecnológica convive con una elevada dependencia de recursos finitos y procesos productivos intensivos.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo general de esta contribución es analizar la sostenibilidad ambiental de las principales empresas del sector español de fertilizantes inorgánicos a partir de la información publicada en sus estados de información no financiera y memorias de sostenibilidad.

De este propósito general se derivan cuatro objetivos específicos. En primer lugar, contextualizar los principales desafíos ambientales asociados al uso y producción de fertilizantes inorgánicos en el marco europeo y español. En segundo lugar, identificar las empresas más relevantes del sector que disponen de información pública suficiente para el análisis comparativo. En tercer lugar, examinar la calidad y el grado de detalle de la información reportada en materia de economía circular, cambio climático y biodiversidad. En cuarto lugar, detectar convergencias, divergencias, buenas prácticas y lagunas de reporte entre las compañías seleccionadas.

### 3. METODOLOGÍA

La investigación adopta un diseño cualitativo de análisis documental comparado. La fuente principal está constituida por las memorias de sostenibilidad y los estados de información no financiera correspondientes al ejercicio 2023 de las empresas seleccionadas. El criterio de selección parte de las compañías con mayor facturación dentro del sector de fabricación de fertilizantes minerales y compuestos nitrogenados en España que, además, pertenecen a la Asociación Nacional de Empresas Fabricantes de Fertilizantes y disponen de documentación pública accesible. Bajo tales criterios, el estudio se centra en Grupo Fertiberia, Grupo Fertinagro y Timac Agro España, descartando otras firmas por ausencia de información disponible o por no corresponder su actividad principal a la fabricación de fertilizantes inorgánicos.

El análisis se estructura a partir de los estándares GRI más directamente relacionados con el desempeño ambiental: GRI 301 (materiales), GRI 302 (energía), GRI 303 (agua y efluentes), GRI 304 (biodiversidad), GRI 305 (emisiones) y GRI 306 (residuos). Además, se consideran variables complementarias como adhesión a marcos internacionales, análisis de materialidad, certificaciones ambientales, disponibilidad de verificación externa, políticas ambientales y referencias a taxonomía europea.

Desde el punto de vista analítico, la metodología no pretende auditar la veracidad absoluta de los datos empresariales, sino examinar la estructura, cobertura y coherencia del reporte. Por ello, el criterio principal no es únicamente cuánto informa cada empresa, sino cómo lo hace: qué indicadores utiliza, qué unidades emplea, qué periodos compara, qué impactos incluye y cuáles omite. Esta perspectiva permite valorar tanto el nivel de madurez del reporte como sus límites para el benchmarking sectorial.

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Contexto ambiental y regulatorio del sector

La transición hacia una agricultura más sostenible ha situado a la industria de fertilizantes en una posición ambivalente. Por un lado, se reconoce su papel histórico en la intensificación productiva y en la seguridad alimentaria. Por otro, se le atribuyen impactos significativos derivados tanto de la fabricación como del uso agrícola de sus productos. Se identifican dos problemas principales: las emisiones atmosféricas, especialmente de amoníaco y gases de efecto invernadero, y la contaminación de aguas superficiales y subterráneas por nitratos. A ello se añaden efectos indirectos sobre la calidad del suelo y la biodiversidad.

La respuesta normativa europea se ha orientado hacia una reducción progresiva del uso de fertilizantes y hacia una mejora de su eficiencia. La estrategia “De la Granja a la Mesa” plantea reducir en un 20 % el uso de fertilizantes y disminuir a la mitad las pérdidas de nutrientes en el suelo para 2030. En paralelo, la regulación española sobre nutrición sostenible impone obligaciones concretas de planificación del abonado y de reducción de emisiones, especialmente en el uso de urea y soluciones nitrogenadas ureicas. Estas exigencias desplazan el foco desde la mera producción hacia una gestión integral del ciclo del nutriente.

Desde la óptica empresarial, este entorno regulatorio actúa como incentivo para la innovación. El propio sector ha intensificado sus inversiones en I+D con el fin de desarrollar fertilizantes especiales, productos de liberación eficiente, biofertilizantes y procesos de producción con menor huella ambiental. No obstante, la existencia de innovación técnica no garantiza por sí sola transparencia informativa. El reto consiste en traducir estos avances en indicadores comparables, verificables y materialmente relevantes.

#### **4.2. Perfil de las empresas analizadas**

Las tres empresas seleccionadas concentran una parte sustancial de la actividad del sector en España. Fertiberia lidera en facturación y presenta un perfil de gran multinacional con actividad diversificada en fertilizantes, amoníaco y, de forma destacada, hidrógeno y amoníaco verdes. Fertinagro combina su especialización en nutrición vegetal con una fuerte orientación a la innovación y una estructura empresarial diversificada. Timac Agro España, filial del grupo francés Roullier, se posiciona como actor relevante en fertilización y soluciones agronómicas, con presencia internacional a través de su grupo matriz.

Las diferencias de tamaño, estructura y posicionamiento estratégico condicionan el modo en que estas compañías reportan su sostenibilidad. Fertiberia presenta una narrativa fuertemente vinculada a la descarbonización industrial y a sus proyectos de hidrógeno verde. Fertinagro muestra una comunicación más extensa sobre materiales, circularidad y soluciones agronómicas innovadoras. Timac Agro España, por su parte, enfatiza la mejora de procesos y la orientación a productos diferenciados, aunque con menor densidad de métricas comparables en algunos ámbitos.

#### **4.3. Calidad general del reporte no financiero**

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio es la heterogeneidad de los sistemas de reporte. Ninguna de las tres empresas figura como adherida a GRI, aunque Fertinagro y Timac Agro España sí utilizan estándares GRI en sus informes. Fertiberia no sigue expresamente dichos estándares, pero sí incluye indicadores de taxonomía europea y está adherida al Pacto Mundial de Naciones Unidas. Fertinagro y Timac Agro, aun alineadas con los principios del Pacto Mundial, muestran diferencias en análisis de materialidad, verificación y cobertura. Esta diversidad metodológica dificulta la comparación interempresarial y limita la utilidad sectorial de la información publicada.

El problema no reside solo en la ausencia de un formato único, sino en la inconsistencia de unidades, denominadores y alcances. Algunas empresas expresan consumos energéticos en GWh, otras en MWh o kWh; unas informan sobre consumo total de agua sin detallar origen, mientras otras distinguen red, captación o aguas pluviales; unas

verifican emisiones y otras ofrecen estimaciones no verificadas. El resultado es un paisaje informativo fragmentado, en el que la abundancia aparente de datos no siempre se traduce en comparabilidad efectiva.

#### **4.4. Certificaciones, políticas y sistemas de gestión**

Pese a las limitaciones del reporte, las tres compañías muestran un grado apreciable de institucionalización de la gestión ambiental. Todas disponen de políticas ambientales y análisis de riesgos, y las tres han implantado sistemas ISO 14001 en la totalidad o la mayor parte de sus centros productivos. También aparece, con distinta intensidad, la certificación ISO 50001 para gestión energética y la presencia de certificaciones de insumos aptos para producción ecológica. Fertinagro destaca además por la existencia de un departamento de sostenibilidad y por un mayor uso de declaraciones ambientales de producto en varias instalaciones.

Estas certificaciones constituyen una señal positiva, porque evidencian que la sostenibilidad no se limita al plano discursivo. Sin embargo, su mera existencia no resuelve la necesaria vinculación de los sistemas de gestión con resultados ambientales medibles y comparables. El sector parece avanzar más deprisa en la implantación de mecanismos de control interno que en la estandarización del reporte externo.

#### **4.5. Economía circular en el proceso productivo**

Los resultados sugieren una elevada dependencia de recursos finitos en las tres empresas. Fertiberia y Timac detallan consumos de materias primas clave, como ácido fosfórico, ácido sulfúrico, fosfato de roca, potasa o urea, mientras Fertinagro describe sus principales insumos pero ofrece una información cuantitativa más selectiva. No obstante, Fertinagro sobresale por reportar el porcentaje de materiales renovables y reciclados utilizados, lo que introduce una perspectiva de circularidad más elaborada que la observada en las otras dos compañías.

Las tres empresas afirman reutilizar o valorizar subproductos propios o de terceros, aunque con distinto nivel de detalle. Fertiberia menciona la valorización de subproductos del proceso y materiales como sulfato amónico. Presenta además una narrativa especialmente robusta sobre aprovechamiento de residuos de origen animal y procesos internos sin generación de residuos; Timac indica valorización de subproductos de terceros, pero con menor desarrollo informativo. En conjunto, el sector evidencia una transición desde procesos lineales hacia estrategias de circularidad, aunque todavía persiste una fuerte dependencia de materias primas minerales convencionales.

Respecto a la energía, Fertinagro y Timac muestran reducciones del consumo total, mientras Fertiberia combina una ligera disminución del consumo eléctrico con incremento en el uso de gas natural. No obstante, Fertiberia destaca por sus inversiones en proyectos de energía renovable y optimización energética en tiempo real, y Fertinagro por el aumento del peso de la biomasa, la cogeneración y la energía fotovoltaica. Timac, por su parte, subraya el papel de la biomasa de madera como principal recurso energético en su proceso productivo. El patrón común es claro: la eficiencia energética y la sustitución parcial de combustibles fósiles se están consolidando como ejes centrales del cambio sectorial.

En agua y residuos, los informes vuelven a mostrar contrastes. Las tres empresas informan sobre consumo de agua, pero no todas detallan adecuadamente origen, reutilización y vertidos. Fertinagro ofrece la información más completa, con distinción de fuentes y reducción del consumo total, mientras Fertiberia reporta consumo agregado y Timac combina datos de red y captación con referencias a sistemas cerrados de reutilización. En residuos, todas comunican cantidades generadas, pero solo Fertinagro aporta porcentaje de residuos reciclados. Esta diferencia refuerza la idea de que la densidad informativa no es homogénea y de que la economía circular sigue estando mejor desarrollada en el plano narrativo que en el del indicador comparable.

#### **4.6. Cambio climático y emisiones**

Las emisiones constituyen uno de los núcleos más sensibles del análisis. Las tres empresas reportan emisiones de alcance 1 y 2, pero solo Fertinagro indica que estas están medidas y certificadas en todas sus instalaciones. Fertiberia y Timac presentan estimaciones no verificadas. Los resultados son dispares: Fertinagro y Timac reducen emisiones totales respecto a 2022, mientras Fertiberia registra un aumento. Sin embargo, Fertiberia vincula su estrategia de largo plazo a una reducción del 63 % de emisiones desde 2010 y fija el objetivo de cero emisiones netas en 2035. Fertinagro afirma haber reducido un 49,9 % sus emisiones de alcance 1 y 2 respecto a 2018, superando su meta antes de 2026. Timac reconoce no disponer todavía de objetivos cuantitativos equivalentes, aunque sí mantiene medidas de seguimiento y mitigación.

Un aspecto crítico es la casi ausencia de información robusta sobre alcance 3. Solo Fertinagro indica haber comenzado el análisis de ciclo de vida de sus productos para conocer emisiones indirectas aguas abajo. Este punto es decisivo en un sector donde una parte importante del impacto ambiental se produce durante el uso agrícola del fertilizante y no exclusivamente en fábrica. La falta de métricas estables sobre alcance 3 impide valorar con precisión la contribución neta de los productos a la descarbonización de la agricultura.

También existe heterogeneidad en la comunicación de otras emisiones atmosféricas significativas, como NO<sub>x</sub>, partículas, SO<sub>2</sub>, CO, HCl o NH<sub>3</sub>. Fertinagro ofrece el cuadro más detallado. Fertiberia reporta NO<sub>x</sub> y partículas, mientras que Timac presenta datos de concentración para algunas emisiones. De nuevo, el problema no es la ausencia total de información, sino la imposibilidad de construir un cuadro homogéneo para la comparación sectorial.

#### **4.7. Biodiversidad y localización de impactos**

La biodiversidad es probablemente el ámbito menos desarrollado en los informes. El análisis indica que Fertinagro identifica dos instalaciones ubicadas en zonas de especial protección y afirma, tras estudios ambientales, que su actividad no afecta de forma significativa a la biodiversidad. Timac menciona un proyecto de recuperación paisajística y descontaminación de suelos en el aluvial del Ebro. Fertiberia destaca el proyecto de restauración de las balsas de fosfoyesos en Huelva, de una escala ambiental y reputacional considerable.

A pesar de estas actuaciones, la información sobre biodiversidad sigue siendo escasa, descriptiva y poco estandarizada. Falta una medición más precisa de presiones, impactos,

restauración y resultados ecológicos. En comparación con los apartados de energía o emisiones, la biodiversidad aparece tratada como un ámbito emergente del reporte, todavía subordinado a la lógica del proyecto singular y no a la del indicador sistemático.

#### **4.8. Desarrollo de productos y sostenibilidad aguas abajo**

El análisis del desarrollo de productos introduce un matiz especialmente relevante: la sostenibilidad del sector no depende solo de cómo fabrica, sino también de qué productos pone en el mercado y qué efectos generan en el uso agronómico. En este ámbito, el documento base identifica líneas comunes entre las tres compañías: fertilizantes con inhibidores, insumos aptos para agricultura ecológica, productos basados en microorganismos, biofertilizantes y soluciones de biocontrol. Estas innovaciones contribuyen, al menos en el plano potencial, a reducir pérdidas de nutrientes, disminuir el uso de insumos químicos y mitigar impactos sobre clima, agua y biodiversidad.

Fertinagro vuelve a destacar por un mayor desarrollo del análisis de ciclo de vida y por la comunicación de reducciones medias de emisiones e impactos en comparación con fertilización convencional. Fertiberia y Timac también muestran innovación de producto, pero con menor soporte cuantitativo sobre impactos aguas abajo. La competitividad ambiental futura del sector dependerá cada vez más de la capacidad de demostrar, con evidencia medible, que los productos comercializados reducen efectivamente los impactos del sistema agrario.

### **5. CONCLUSIONES**

El análisis permite concluir que el sector español de fertilizantes inorgánicos se encuentra en una fase de transición ambiental real, aunque todavía desigual e incompleta. Las tres empresas examinadas han incorporado políticas, certificaciones, medidas de eficiencia e innovaciones de producto que reflejan una adaptación progresiva a las demandas regulatorias y sociales de sostenibilidad. Existen avances apreciables en valorización de subproductos, implantación de energías renovables, reducción parcial de emisiones y desarrollo de soluciones agronómicas de menor impacto.

Sin embargo, el principal problema no es la ausencia de iniciativas, sino la limitada comparabilidad de la información publicada. La diversidad de formatos, indicadores, unidades, niveles de verificación y alcances de reporte dificulta construir una visión sectorial consistente. La sostenibilidad se comunica, pero no siempre se demuestra con igual precisión. Esta debilidad reduce la utilidad de los estados de información no financiera como herramienta de benchmarking y como base para la toma de decisiones de inversores, administraciones y otros grupos de interés.

También se evidencia que el proceso productivo está mejor reportado que los impactos aguas abajo. Mientras que materiales, energía o emisiones de fábrica reciben una atención relativamente sistemática, el efecto real del uso de los fertilizantes sobre emisiones agrarias, calidad del agua, salud del suelo y biodiversidad continúa poco desarrollado. En un sector donde buena parte del impacto se desplaza al momento de aplicación en campo, esa carencia resulta especialmente relevante.

Desde una perspectiva crítica, puede afirmarse que el sector ha avanzado más en gestión ambiental que en transparencia ambiental. La entrada en vigor de la CSRD y el

despliegue de los estándares europeos de sostenibilidad representan una oportunidad para corregir esta situación, obligando a las empresas a profundizar en materialidad, trazabilidad y verificación.

En consecuencia, se proponen cuatro líneas de mejora. La primera consiste en armonizar metodologías e indicadores conforme a marcos internacionales y europeos, evitando la actual dispersión. La segunda pasa por reforzar la verificación externa y la trazabilidad de los datos, especialmente en emisiones y uso de recursos. La tercera exige ampliar el análisis de ciclo de vida y los impactos de alcance 3, dado que allí se juega una parte sustancial de la legitimidad ambiental del sector. La cuarta implica desarrollar indicadores más robustos en biodiversidad, ámbito todavía marginal en los informes.

En síntesis, la sostenibilidad ambiental del sector español de fertilizantes inorgánicos no puede evaluarse solo por la existencia de iniciativas verdes o por la retórica corporativa de la innovación. Debe medirse por la calidad de la información, la solidez de las métricas y la capacidad de demostrar reducciones de impacto en toda la cadena de valor. El sector ha iniciado ese recorrido, pero aún no lo ha completado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asociación Nacional de Empresas Fabricantes de Fertilizantes. (2025). *Web corporativa*. <https://www.anffe.com/>

Comisión Nacional del Mercado de Valores. (2025). *Informe sobre la supervisión por la CNMV de la información no financiera del ejercicio de 2023 y principales áreas de revisión del ejercicio siguiente*. [https://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/Informes/EINF\\_2023\\_ES.pdf](https://www.cnmv.es/DocPortal/Publicaciones/Informes/EINF_2023_ES.pdf)

European Environment Agency. (2024). *European Union emission inventory report 1990–2022: Under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (Air Convention) (EEA Report 08/2024)*. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/european-union-emissions-inventory-report-1990-2022>

Eurostat. (2024). *Agri-environmental indicator: Mineral fertiliser consumption*. [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental\\_indicator\\_-\\_mineral\\_fertiliser\\_consumption](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_mineral_fertiliser_consumption)

Fertilizers Europe. (2023). *Fertilizer industry: Facts & figures 2023*. <https://www.fertilizerseurope.com/wp-content/uploads/2023/07/Industry-Facts-and-figures-2023.pdf>

Fertinagro Biotech, S. L. (2024). *Memoria anual de sostenibilidad 2023*. <https://fertinagro.es/images/corporativo/comprometidos-con-la-sostenibilidad/pdf/Memoria-anual-de-sostenibilidad-Fertinagro-Biotech.pdf>

Global Reporting Initiative. (2016). *GRI 301: Materiales 2016*.

Global Reporting Initiative. (2016). *GRI 302: Energía 2016*.

Global Reporting Initiative. (2016). *GRI 304: Biodiversidad 2016*.

Global Reporting Initiative. (2016). *GRI 305: Emisiones 2016*.

Global Reporting Initiative. (2018). *GRI 303: Agua y efluentes 2018*.

Global Reporting Initiative. (2020). *GRI 306: Residuos 2020*.

Grupo Fertiberia. (2024). *Non-financial information report 2023*. [https://www.fertiberia.com/wp-content/uploads/2024/04/2023\\_Fertiberia-non-financial-information-report.pdf](https://www.fertiberia.com/wp-content/uploads/2024/04/2023_Fertiberia-non-financial-information-report.pdf)

Informa D&B, S. A. U. (S.M.E.). (2023). *Ranking de empresas del sector de fabricación de fertilizantes y compuestos nitrogenados según sus ventas* [Base de datos]. <https://ranking-empresas.economista.es/sector-2015.html>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2024). *Informe anual de indicadores: Agricultura, pesca y alimentación 2023*. [https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/serie-indicadores/indicadores\\_semestre](https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/analisis-y-prospectiva/serie-indicadores/indicadores_semestre)

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2022). *Resumen Inventario emisiones nacionales serie 1990–2020*. Sistema Español de Inventario de Emisiones. [https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/resumen\\_inventario\\_contaminantes\\_ed\\_2022\\_tcm30-534395.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/resumen_inventario_contaminantes_ed_2022_tcm30-534395.pdf)

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2023). *Resumen Inventario emisiones nacionales serie 1990–2022*. Sistema Español de Inventario de Emisiones. <https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/Documento-resumen-Inventario-CA-2024.pdf>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). *Inventario nacional interactivo de emisiones y absorciones a la atmósfera de gases de efecto invernadero*. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/interact-inventario-nacional-gei.html>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2024). *Protección de las aguas frente a los nitratos y pesticidas*. <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/proteccion-nitratos-pesticidas/estado-nitratos.html>

Timac Agro España, S. A. (2024). *Estado de información no financiera 2023*. [https://es.timacagro.com/app/uploads/sites/43/2024/12/EINF\\_2023-2.pdf](https://es.timacagro.com/app/uploads/sites/43/2024/12/EINF_2023-2.pdf)

# COOPERATIVE VALUE AS YARDSTICK: RETHINKING ESG UNDER THE CSRD

Jon Olaizola Alberdi, Julen Bollain

*Enpresagintza faculty*

*Mondragon Unibertsitatea*

Abstract: Framed by the United Nations International Year of Cooperatives (2025), this paper critically examines the EU Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD) from a cooperative perspective and offers actionable policy and reporting reforms. Synthesising recent scholarship and EU practice, we identify three structural limitations: (1) technocratic standardisation and complexity that close down deliberation and homogenise accountability; (2) incremental, decontextualised indicators that fail to assess performance against ecological and social thresholds; and (3) an ESG imbalance—privileging “E” over “S” and “G”—that obscures cooperative strengths. We advance three integrated recommendations: shift from uniform standardisation to harmonisation via a two-tier architecture (a common European core plus a stakeholder co-designed contextual layer); transform indicator design toward context-based, threshold-anchored metrics with fair allocations and documented trajectories; and use cooperative value as a yardstick in the social and governance pillars (economic democracy, equitable distribution, community embeddedness, resilience). Policy implications include targeted updates to ESRS guidance, proportionate implementation, capacity-building for smaller entities, and pilot projects in 2025. The contribution is a practical blueprint to reconcile comparability with cooperative identity while accelerating genuine sustainability transformation.

Keywords: Cooperatives; Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD); Sustainability reporting; European Sustainability Reporting Standards (ESRS); Dialogic accounting; Context-based indicators; European Green Deal; Double materiality; Regulatory harmonisation; Cooperative identity.

## 1. INTRODUCTION

In June 2024, the United Nations General Assembly proclaimed 2025 the International Year of Cooperatives, with the theme “Cooperatives Build a Better World”. This global celebration has four strategic objectives, one of which is to promote friendly political and legal frameworks for cooperatives. The commemoration is intended to demonstrate the role of cooperatives in achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) at a time when ecological and social transitions require inclusive, democratic and resilient business models.

From a closer perspective, the values that shape cooperative identity have been widely examined using different theoretical approaches (Novkovic et al., 2022; Byrne, 2022). Ultimately, these approaches emphasise the dual purpose of integrating an economic and a social dimension in a balanced way. These two dimensions are distinct yet interdependent (Polo-Garrido & Fouché, 2025) and are set out in the Principles of the International Cooperative Alliance (ICA).

The literature shows that cooperatives contribute to the SDGs through their market presence (economic purpose), as well as by maintaining social commitments and territorial roots (Chaves-Ávila & Gallego-Bono, 2020). Due to the limitations of traditional market actors in addressing structural inequalities and global challenges, several authors have emphasised the importance of strengthening the role of cooperatives as strategic actors in sustainable transitions (Mozas & Puente, 2010). However, as Mozas-Moral et al. (2025) caution, cooperatives and the social economy as a whole continue to be largely overlooked in academic and policy discussions, despite their recognition by international institutions.

Against the backdrop of institutional support, Chaves-Ávila and Gallego-Bono (2020) examine the effect that public policies in Europe have had on the growth of the social economy and cooperatives, and the subsequent impact this has had on sustainable territorial development. They identified three key factors: the extent to which cooperatives are legally recognised, the policies that promote them and their integration into the 2030 Agenda. As Mozas-Moral et al. (2025) reaffirmed, their findings demonstrate that, although a coherent framework across multiple levels can enhance their transformative impact in the environment, regulatory fragmentation and a lack of visibility in conventional metrics persist. This has led to calls for the development of greater policy harmonisation that could facilitate the visibility of these organisations.

Within this broader debate on sustainable development, cooperative visibility and regulatory coherence, sustainability reporting (SR) has become a particularly contested field. SR frameworks, along with the public policies that follow from them, promote a particular understanding of sustainability that generates tensions between legitimacy and identity within cooperatives (Mozas-Moral et al., 2025). In this context, adapting to international regulatory frameworks designed according to conventional business logics creates homogenisation pressures with the risk of diluting the identitarian features of the cooperative model (Novkovic, 2022). This concern has been emphasised by Novkovic (2022) and Costa et al. (2022), yet SR frameworks continue to be shaped by generalist and standardised approaches, generating pressures that Bager (1994) described as non-congruent.

A clear example of a standardised framework is the European Union’s (EU) most recent resolution, the Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD). The creation of

this framework has been marked by a clear desire to standardise SR. This means that all companies subject to this framework are required to disclose information in the established dimensions, following strict indicators and under uniform requirements, in order to generate comparable data (Pizzi et al., 2024). This rigid approach constitutes, in the words of Tay and Parker (1990), an “imposition of rigorous requirements” that minimises variability in reporting. Despite the CSRD’s stated objective of enhancing transparency and comparability (Giner & Luque-Vilchez, 2022), the CSRD’s rigid structure creates structural barriers that constrain organisations’ abilities to drive sustainability transitions, as demonstrated by Montesinos-Sansaloni et al. (2025).

## 2. OBJECTIVES

This study has a dual objective. First, it critically evaluates the structural shortcomings that hinder the CSRD’s effectiveness for cooperatives, building on recent research on sustainability reporting, dialogic accounting, cooperative identity and EU sustainability regulation.

Second, it develops concrete policy and reporting recommendations so that the CSRD can become more inclusive and better enable cooperatives to contribute to genuine sustainability transformation without eroding their distinctive identity. Against this backdrop, the research question guiding the analysis is: How can public policies and sustainability reporting frameworks—particularly the CSRD—be designed to strengthen the contribution of cooperatives without eroding their cooperative identity?

## 3. METHODOLOGY

This article adopts a qualitative and critical policy-analysis approach. It synthesises recent academic scholarship and current EU practice on sustainability reporting, the CSRD/ESRS architecture, dialogic accounting, context-based indicators and cooperative identity.

On that basis, the paper identifies three structural limitations in the current framework and derives three integrated recommendations. The contribution is interpretive and policy-oriented rather than based on primary empirical data collection: it builds a normative argument from literature review, conceptual analysis and the assessment of reporting design from a cooperative perspective, in line with the Special Policy Forum for the 2025 International Year of Cooperatives.

## 4. DEVELOPMENT

### 4.1. Sustainability Reporting Context

Before presenting the set of recommendations for improving the CSRD framework, it is important to first outline the limitations that can be identified. Academic literature has highlighted multiple criticisms of standardised SR, which we group into three main categories. Although there are clear reasons to support its implementation, as Giner and Luque-Vilchez (2022) argue, it is crucial to address the imbalances that can be observed.

Firstly, from a critical accounting perspective, the imposition of a single, standardised framework is questionable. Excessive standardisation has been shown to promote dominant logics that marginalise organisations pursuing alternative models. Spence (2007), for example, shows that SR often operates as a hegemonic discourse that reframes socio-environmental concerns within a narrow 'business case', reducing accountability to a managerial exercise in legitimacy rather than enhancing transparency. In response to such criticism, European institutions have attempted to address this limitation by incorporating more participatory methodologies into the CSRD, notably by requiring the involvement of stakeholders in SR processes. The framework is therefore based on the principle of double materiality, which aims to identify impacts, risks and opportunities through dialogue with stakeholders. However, as Brown and Dillard (2015) have highlighted, these processes tend to “close” rather than “open” the debate, as technocratic logic, methodological complexity and the centrality of experts limit the plurality of perspectives and ultimately reproduce predefined frameworks, as previously seen in the contribution of Pizzi et al. (2024). The standardised nature of the reports thus reinforces a hegemonic discourse that renders organisational diversity invisible and, in the case of cooperatives, dilutes their distinctive identity traits (Costa et al., 2022; Novkovic, 2022).

Secondly, the nature of the indicators themselves is being debated. Most of those included in the CSRD are essentially incremental, focusing on whether organisations are simply “doing or not doing” what is required by the legal framework. However, as Baue (2019) argues, this approach is overly simplistic as it fails to capture whether performance is genuinely sustainable. Instead, indicators should measure actual impacts against clearly defined thresholds and goals, aligning assessment with a broader transformation horizon. Baue (2019) also emphasises the importance of developing such indicators through a dialogic process with stakeholders, ensuring they reflect systemic limits and societal expectations. This presents a particular challenge for cooperatives (Novkovic, 2022), many of which face significant constraints in terms of technical knowledge and implementation costs when attempting to comply with CSRD indicators (Montesinos-Sansaloni et al., 2025).

Finally, another limitation is present in the dimensions that structure the CSRD framework itself. As the main European reference for Environmental, Social and Governance (ESG) information, the Directive has not been defined through a balanced process. The environmental dimension has been assigned greater importance (45%), due to the influence of the European Green Deal (EGD), at the expense of the social and governance dimensions. Consequently, the aspects on which cooperatives provide the most information (Castilla-Polo et al., 2024) lack sufficient explicitness.

Although the CSRD has been designed to be the “golden standard” (Costa et al., 2022), it lacks the flexibility to accommodate organisational diversity. Its indicators encourage formal compliance over genuine transformation and overlook the potential contributions of organisations by underdeveloping the social and governance dimensions of the SR framework. Consequently, the EU’s primary SR framework disadvantages the organisations it identifies as pivotal in transitioning to sustainable development models (Carini et al., 2024).

Based on this analysis, the following subsections address each of the three groups of limitations and propose corresponding recommendations to improve the framework.

## 4.2. Recommendation 1: Opening the Door to Diversity

The CSRD should be understood as a tool serving the EGD (Giner & Luque-Vilchez, 2022). However, the current trend towards standardisation risks undermining the social transformation that the EGD itself seeks to achieve. This is because it promotes a technocratic approach based on metrics, controls and assurances, which leaves deliberative processes that integrate diverse voices in the background. With over 1,000 data points, the framework becomes highly complex, focusing on a socio-technical transition rather than social transformation.

On initial consideration, the double materiality methodology could be expected to function as a deliberative process with stakeholders, helping to identify what truly matters and enabling more substantive accountability. However, the standardised configuration that accompanies the CSRD—mandatory application of common dimensions and the sheer volume and granularity of datapoints—tends to shift attention toward the development of internal systems for data capture, management and control, rather than toward open deliberation (García-Torea & Luque-Vilchez, 2024). In practice, this dynamic engenders a form of monologic SR, in which diversity of voices, perspectives and potential solutions is marginalised. Instead of cultivating environments conducive to pluralistic debate and contestation—as dialogic approaches to accountability (Brown & Dillard, 2015) call for—the SR process risks reinforcing a narrow, technocratic framing that closes down possibilities for democratic engagement and critical reflection.

In this context, empirical evidence shows that current public policies favour projects that are “aligned with the CSRD”, creating biases and barriers for actors who contribute significant social value but do not fit into this framework (Montesinos-Sansaloni et al., 2025). For organisations, this prioritises formalistic and reputational compliance over substantive accountability, replacing it with superficial legitimacy (Spence, 2007). Furthermore, by establishing itself as a “golden standard”, it puts pressure on organisations without symmetrical capacities, increasing disproportionate costs and generating dependence on technical experts (Pizzi et al., 2023). All these factors render less sophisticated actors invisible.

The first recommendation is therefore to rebalance the European SR system towards a model that is less uniform and more contextual, and which guarantees the presence of organisational diversity to aid social transformation. Moreover, in order to circumvent issues pertaining to comparability or reliability of information, the overarching framework should prioritise the harmonisation of information over its standardisation (Pizzi et al., 2024). The main idea is to transform a monologic SR system into a more dialogic SR model, as Costa et al. (2022) and Brown and Dillard (2015) defend. This does not mean relaxing existing requirements within the current framework, but rather shifting the focus towards contextual information from each organisation and verification processes situated within each organisational context. Along these lines, we propose incorporating the principles of dialogic accounting, such as multivocality, counter-accounts, informed deliberation and the visibility of disagreements (Brown, 2009), and replacing the one-size-fits-all approach with sectoral guidelines and organisational typologies that combine basic comparability with contextual utility (Costa et al., 2022).

It is also crucial to avoid tick-box exercises, as standards should require case-by-case judgements and assurance should focus on substance and contextual consistency rather than

just form (Rasche, 2010). In order to strike a balance between comparability and local relevance, a two-tier SR system should be adopted: a common European core to ensure consistency in environmental, social and governance factors, and a contextual layer co-designed with stakeholders to provide utility and social legitimacy (Costa et al., 2022). This must be supplemented by methodological transparency, the right of reply for affected groups and independent assurance to reduce the risk of a disconnect between promises and actions in terms of sustainability (Pizzi et al., 2023). Finally, the aim should be to integrate SR into strategic management by linking objectives, budgets, organisational learning and stakeholder engagement (Monazzam & Nilsson, 2025).

In short, the EU should evolve towards dialogue-based, contextualised, diverse and balanced SR that integrates existing organisational diversity, ensures minimum comparability for the benefit of stakeholders, promotes organisational learning and prevents the CSRD from becoming an end in itself while also encouraging the necessary social transformation.

#### **4.3. Recommendation 2: Transforming the Nature of Indicators**

If the SR framework is to be made more flexible, as argued in Recommendation 1, it is inconsistent to continue insisting on homogeneous indicators that prioritise formal comparability over substantive relevance. Most CSRD indicators, such as capital expenditure (CapEx) and operating expenditure (OpEx) amounts, training hours, or aggregate energy consumption, only show how much is being done, but not whether this is sufficient in relation to the EGD objectives. Although some data points incorporate references to global frameworks, such as the Paris Agreement, most lack a clear context. Consequently, these indicators measure compliance with established data points rather than capturing real progress in the sustainability transition, while offering no normative reference to guide action (Baue, 2019).

In light of these limitations, various authors (e.g. Baue, 2019; Novkovic, 2022) have called for a shift in focus towards context-based indicators. These indicators link organisational performance to scientifically defined ecological and social thresholds, as well as fair stakeholder allocation. In the case of CSRD indicators, the EGD framework should establish the thresholds itself. Furthermore, the current reliance on indicators as irrefutable truths should be supplemented by dimensions that demonstrate systemic changes, such as the evolution of governance structures, the redesign of business models and investment policies that justify the changes implemented by each organisation.

From a methodological perspective, context-based indicators are developed by establishing thresholds (e.g. the carbon budget compatible with a maximum temperature increase of 1.5°C or international human rights standards) and converting them into equitable allocations between organisations and territories, based on physical, per capita or economic criteria. This enables precise trajectories to be mapped that identify the distance to the target. Each organisation can then co-design the most appropriate KPIs with its stakeholders, documenting the deliberative process that gives rise to them. The mandatory element is the method, not a uniform list of indicators: contextualising, allocating, co-designing and reporting trajectories. In relation to Recommendation 1, all of this suggests that it is not necessary to further refine the indicators, but rather to define more clearly the dimensions of interest for each ESG dimension.

Ultimately, shifting from a checklist to a contextual approach means SR ceases to be an exercise in incremental compliance and becomes a transformative process. This involves anchoring metrics in collective limits, co-designing them with stakeholders, and reinforcing legitimacy and organisational learning.

#### **4.4. Recommendation 3: Cooperative Value as a Yardstick**

Recommendations 1 and 2 have highlighted the need for a more flexible SR framework in terms of both organisational diversity and indicators. This would enable cooperatives to feel comfortable within the framework. As mentioned above, this principle does not imply relaxing requirements, but rather enabling different organisational approaches to coexist. However, under its current configuration, the CSRD tends to reinforce dynamics of external legitimacy which, as Novkovic (2022) and Costa et al. (2022) warn, generate identity tensions. In the case of cooperatives, this means rendering elements of their identity invisible and prompting them to seek external legitimacy, which is inconsistent with their foundations and limits the development of substantive accountability.

In this regard, Novkovic (2022) warns that cooperative identity is not a formal feature, but rather a measure of transformative change and should inform how cooperatives engage with external regulatory frameworks. The uncritical adoption of standardised frameworks can displace community and social logics in favour of market- or corporation-dominated dynamics. Contrafatto et al. (2019) also highlight this risk in their findings, showing how SR processes in hybrid organisations evolve from initial phases of strong community connection to dynamics of deconstructing when SR becomes a symbolic instrument of legitimisation. If the CSRD does not recognise the plurality of logics, it could exacerbate this process of deconstructing and weaken cooperative identity.

Alongside this identity challenge, the framework has a second limitation: an imbalance between the environmental (E), social (S) and governance (G) dimensions within the CSRD. The environmental dimension is overrepresented (45% of the total amount of data points), while the social and governance dimensions appear undervalued. This bias is particularly problematic for cooperatives, whose main contributions lie precisely in the social and governance spheres, derived from their identity. Novkovic's (2022) proposal to include the measurement and dissemination of cooperative identity dimensions is therefore particularly relevant. At the same time, it is important to recognise that cooperativism has its limitations, too. The role of cooperatives in ecological transitions must be re-evaluated. In this regard, Polo-Garrido and Fouché (2025) initiate a significant debate on the principle of "concern for community", proposing a reinterpretation in light of today's urgent ecological issues.

To this end, the CSRD could evolve from merely functioning as a socio-technical device aimed at external legitimacy to explicitly incorporating cooperative-specific dimensions. These include (Novkovic, 2022) distributed power through democratic decision-making, fair income distribution, promoting human dignity (impacting workers, consumers, producers and the wider community), decommodifying fictitious commodities (such as land, labour and money, as well as housing, food, health, enterprise and knowledge), and fostering longevity and resilience to serve future generations, all in pursuit of economic justice. This would enable the CSRD to evolve into a more comprehensive and transformative framework capable of reflecting the diversity of economic models and their potential for social change. Novkovic's (2022) proposal to treat these cooperative

dimensions as social and governance benchmarks opens up the possibility of a truly robust SR framework. As Polo-Garrido and Fouché (2025) emphasise, this approach also helps to protect the identity of cooperatives by integrating their defining features, as these elements act as a shield against external pressures. This does not imply isolating cooperatives from global frameworks, but rather enriching those frameworks to better reflect organisational diversity and reinforce their contribution to sustainability.

## 5. CONCLUSIONS

2025—the International Year of Cooperatives—arrives at a moment when sustainability regulation is consolidating at speed while societies are asking for models that blend economic viability with social purpose and democratic governance. Our analysis shows that, despite its ambition, the CSRD can unintentionally sideline the cooperative model by privileging technocratic uniformity, incremental metrics, and an ESG balance that underweights the very social and governance strengths where cooperatives excel.

Three structural limitations emerged. First, standardisation and the sheer volume of datapoints tilt sustainability reporting (SR) toward managerial compliance and expert-driven closure, reducing space for plural, community-anchored accountability. Second, indicator design remains largely incremental and decontextualised—tracking activity rather than assessing performance against ecological and social thresholds—thereby weakening SR’s capacity to steer real transitions. Third, the framework’s emphasis on the environmental pillar, coupled with under-specified social and governance dimensions, obscures cooperative distinctiveness and narrows visibility of their contributions.

In response, we advanced three mutually reinforcing recommendations. Opening the door to diversity calls for moving from one-size-fits-all standardisation to harmonisation: a two-tier SR architecture pairing a common European core with a contextual layer co-designed with stakeholders, underpinned by dialogic principles and assurance focused on substance over form. Transforming the indicators’ nature means anchoring performance to science-based thresholds and fair allocations, documenting deliberative trajectories rather than ticking prescriptive lists. Making cooperative value a yardstick entails explicitly recognising democratic governance, equitable distribution, community well-being and resilience as S/G benchmarks, thereby protecting identity while enhancing comparability where it truly matters.

Policy implications are clear. At EU level, regulators and standard-setters should operationalise a harmonised-plus-context model within ESRS, introduce threshold-anchored guidance, and rebalance the social and governance pillars with cooperative-relevant constructs. Member States should ensure proportionate implementation and invest in capacity-building, especially for smaller cooperatives. Cooperative apex bodies can convene sectoral panels to co-design contextual metrics and counter-accounts, and work with assurance providers on methods that validate processes and outcomes in situ. Researchers can pilot threshold-based allocations, dialogic assurance approaches, and evaluative studies that track whether the proposed shifts improve decision usefulness, legitimacy and identity preservation.

If adopted, these changes would reorient SR from a socio-technical compliance device to a strategic learning and transformation tool—one that recognises organisational diversity, maintains essential comparability, and accelerates progress toward the European Green

Deal. Most importantly, they would enable cooperatives to contribute at their full potential without eroding what makes them distinct. In the spirit of the International Year of Cooperatives, we therefore call for concrete pilots in 2025—within ESRS guidance and national transpositions—to test the two-tier model, context-based indicators, and cooperative social/governance benchmarks. Such pilots can provide the evidence base for a durable recalibration of SR policy: from uniformity to useful harmonisation, from activity counts to boundary-aware performance, and from external legitimacy pressures to identity-aligned accountability that helps “build a better world.”

## REFERENCES

- Bager, T. (1994). Isomorphic processes and the transformation of cooperatives. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 65(1), 35–59. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8292.1994.tb01505.x>
- Battaglia, M., Bianchi, L., Frey, M., & Passetti, E. (2015). Sustainability reporting and corporate identity: Action research evidence in an Italian retailing cooperative. *Business Ethics: A European Review*, 24(1), 52–72. <https://doi.org/10.1111/beer.12067>
- Baue, B. (2019). *Compared to what? A three-tiered typology of sustainable development performance indicators from incremental to contextual to transformational* (UNRISD Working Paper No. 2019-5). United Nations Research Institute for Social Development. <https://www.econstor.eu/handle/10419/207019>
- Brown, J. (2009). Democracy, sustainability and dialogic accounting technologies: Taking pluralism seriously. *Critical Perspectives on Accounting*, 20(3), 313–342. <https://doi.org/10.1016/j.cpa.2008.08.002>
- Brown, J., & Dillard, J. (2015). Dialogic accountings for stakeholders: On opening up and closing down participatory governance. *Journal of Management Studies*, 52(7), 961–985. <https://doi.org/10.1111/joms.12153>
- Byrne, N. (2022). Understanding co-operative identity through relationality. *Journal of Co-operative Organization and Management*, 10(1), Article 100169. <https://doi.org/10.1016/j.jcom.2022.100169>
- Carini, C., Galera, G., Tallarini, G., Chaves Avila, R., Sak, B., & Schoenmaeckers, J. (2024). *Benchmarking the socio-economic performance of the EU social economy*. European Innovation Council and SMEs Executive Agency. <https://doi.org/10.2826/880860>
- Castilla-Polo, F., García-Martínez, G., Guerrero-Baena, M. D., & Polo-Garrido, F. (2025). The cooperative ESG disclosure index: An empirical approach. *Environment, Development and Sustainability*, 27(8), 18699–18724. <https://doi.org/10.1007/s10668-024-04719-x>
- Chaves-Avila, R., & Gallego-Bono, J. R. (2020). Transformative policies for the social and solidarity economy: The new generation of public policies fostering the social economy in order to achieve sustainable development goals. The European and Spanish cases. *Sustainability*, 12(10), Article 4059. <https://doi.org/10.3390/su12104059>
- Contrafatto, M., Costa, E., & Pesci, C. (2019). Examining the dynamics of SER evolution: An institutional understanding. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 32(6), 1771–1800. <https://doi.org/10.1108/AAAJ-07-2017-3044>

Costa, E., Pesci, C., Andreus, M., & Taufer, E. (2022). When a sector-specific standard for non-financial reporting is not enough: Evidence from microfinance institutions in Italy. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 13(6), 1334–1360. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-06-2021-0253>

Garcia-Torea, N., Luque-Vílchez, M., & Rodríguez-Gutiérrez, P. (2024). The EU Taxonomy, sustainability reporting and financial institutions: Understanding the elements driving regulatory uncertainty. *Accounting Forum*, 48(3), 427–454. <https://doi.org/10.1080/01559982.2024.2364953>

Giner, B., & Luque-Vílchez, M. (2022). A commentary on the “new” institutional actors in sustainability reporting standard-setting: A European perspective. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 13(6), 1284–1309. <https://doi.org/10.1108/SAMPJ-06-2021-0222>

Monazzam, A., & Nilsson, F. (2025). The role of sustainability reporting in strategic management. *Journal of Applied Accounting Research*, 26(2). <https://doi.org/10.1108/JAAR-04-2024-0155>

Montesinos-Sansaloni, E. X., Ribeiro, D., & Botella-Carrubi, D. (2025). The role of the corporate sustainability reporting directive in public–private partnerships for research and development: Spotlight on the social economy. *The Journal of Risk Finance*. <https://doi.org/10.1108/JRF-02-2025-0071>

Mozas Moral, A., & Puentes Poyatos, R. (2010). La responsabilidad social corporativa y su paralelismo con las sociedades cooperativas. *REVEESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, 103, 75–100. <https://revistas.ucm.es/index.php/REVE/article/view/REVE1010440075A>

Mozas-Moral, A., Puentes-Poyatos, R., & Bernal-Jurado, E. (2025). Situación de la investigación en sostenibilidad en la economía social: Tendencias y líneas de investigación. *CIRIEC-España, Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 114, 223–253.

Novkovic, S. (2022). Cooperative identity as a yardstick for transformative change. *Annals of Public and Cooperative Economics*, 93(2), 313–336. <https://doi.org/10.1111/apce.12362>

Novkovic, S., Puusa, A., & Miner, K. (2022). Co-operative identity and the dual nature: From paradox to complementarities. *Journal of Co-operative Organization and Management*, 10(1), Article 100162. <https://doi.org/10.1016/j.jcom.2021.100162>

Pizzi, S., Principale, S., Fasiello, R., & Imperiale, F. (2023). The institutionalisation of social and environmental accounting practices in Europe. *Journal of Applied Accounting Research*, 24(5), 816–838. <https://doi.org/10.1108/JAAR-07-2022-0190>

Pizzi, S., Venturelli, A., & Caputo, F. (2025). Regulating sustainability reporting in Europe: De jure harmonisation or de facto standardisation? *Accounting in Europe*, 22(1), 51–75. <https://doi.org/10.1080/17449480.2024.2330976>

Polo-Garrido, F., & Fouché, K. (2025). Cooperative identity: A review and future research agenda. *International Journal of Co-operative Accounting and Management*, 8(1). <https://www.smu.ca/webfiles/IJCAMVol8No1Polo-Garrido.pdf>

Rasche, A. (2010). The limits of corporate responsibility standards. *Business Ethics: A European Review*, 19(3), 280–291. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8608.2010.01592.x>

Spence, C. (2007). Social and environmental reporting and hegemonic discourse. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 20(6), 855–882. <https://doi.org/10.1108/09513570710830272>

Tay, J. S. W., & Parker, R. H. (1990). Measuring international harmonization and standardization. *Abacus*, 26(1), 71–88. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6281.1990.tb00233.x>

# ÓMNIBUS 2025: REDEFINIENDO EL MARCO ESG EUROPEO ENTRE EL PRAGMATISMO REGULATORIO Y EL RIESGO DE DESREGULACIÓN

Elies Seguí-Mas<sup>1</sup>, Guillermina Tormo-Carbó<sup>2</sup>, Sergio Mari-Vidal<sup>3</sup>

*eSMART - Research Center for Entrepreneurship, Sustainability, Marketing, Accounting, Corporate Responsibility, and Digital Technology,*

*Universitat Politècnica de València*

ORCID: 0000-0001-6985-4758<sup>1</sup>, 0000-0001-5865-9631<sup>2</sup>, 0000-0001-9088-3078<sup>3</sup>

Resumen: El año 2025 marca un punto de inflexión en la arquitectura ESG europea, caracterizado por el tránsito desde una fase de expansión normativa hacia un enfoque más pragmático y orientado a la competitividad. En el marco del Pacto Verde Europeo, la Unión Europea ha desarrollado un sistema regulatorio ambicioso que ha reforzado la transparencia y la rendición de cuentas, pero también ha incrementado la complejidad operativa y los costes de cumplimiento. Ante este escenario, el *Informe Draghi* (2024) y la *Declaración de Budapest* impulsan una agenda de simplificación basada en la proporcionalidad, la coherencia normativa y la reducción de cargas administrativas, materializada en el paquete Ómnibus como un conjunto coordinado de reformas sobre los principales pilares del sistema ESG (CSRD, CSDDD, Taxonomía y SFDR). Entre las medidas clave destacan la *Directiva Stop-the-clock*, el *Taxonomy Quick Fix*, la revisión de las NEIS/ESRS y la propuesta de SFDR 2.0, que redefine el modelo hacia categorías de productos con estándares mínimos de calidad. No obstante, esta recalibración genera tensiones entre simplificación y ambición regulatoria, al reducir costes y perímetro obligatorio pero plantear riesgos de pérdida de transparencia y coherencia sistémica. En paralelo, se observa una creciente divergencia entre regulación y mercado, donde la demanda de información ESG continúa aumentando. En conjunto, el nuevo paradigma ESG europeo combina simplificación normativa con mayores exigencias en calidad y utilidad de la información, consolidando la sostenibilidad como elemento estratégico de competitividad empresarial.

Palabras Clave: ESG, Unión Europea, paquete Ómnibus, simplificación regulatoria, CSRD, CSDDD, Taxonomía europea, SFDR 2.0, Sostenibilidad.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el marco del Pacto Verde Europeo y del Plan de Acción en Finanzas Sostenibles, la Unión Europea ha desplegado uno de los marcos regulatorios ESG más ambiciosos del mundo con el objetivo de integrar la sostenibilidad en la actividad empresarial y financiera y avanzar hacia la neutralidad climática en 2050. Este despliegue ha reforzado la transparencia, la rendición de cuentas y la gestión de riesgos e impactos ESG, consolidando la sostenibilidad como un eje estructural de la regulación económica europea. Sin embargo, el mismo proceso ha incrementado la complejidad operativa del cumplimiento, multiplicando las exigencias de reporte, verificación, diligencia debida y alineación entre normas.

La expansión de este entramado normativo no se ha producido en un vacío político ni económico. Por el contrario, ha coincidido con un entorno geopolítico y macroeconómico adverso (marcado por el encarecimiento energético tras la guerra de Rusia contra Ucrania, las tensiones comerciales internacionales y una menor exigencia regulatoria en otras grandes economías), lo que ha intensificado el debate sobre la competitividad europea. En ese contexto, el Informe Draghi (Draghi, 2024) y la Declaración de Budapest desempeñan un papel decisivo al señalar que la densidad normativa, los solapamientos y la fragmentación regulatoria pueden traducirse en costes desproporcionados, especialmente para las pymes, debilitando la capacidad de las empresas europeas para competir, escalar e invertir.

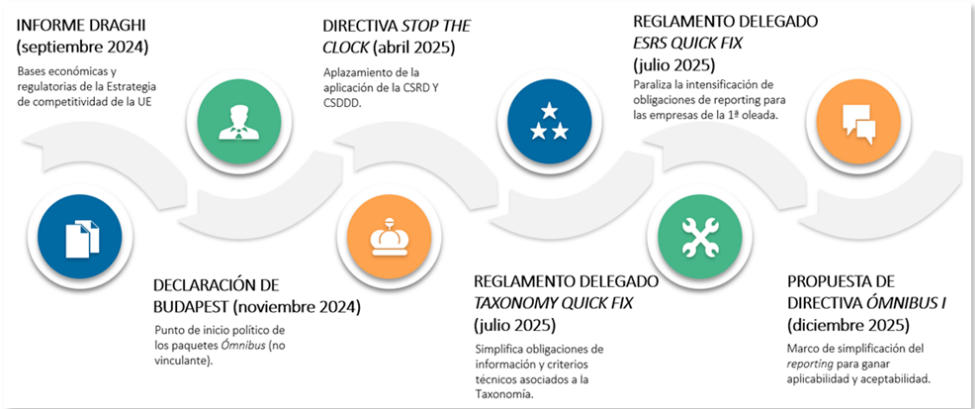
A partir de ese diagnóstico emerge la lógica del paquete Ómnibus. Lejos de tratarse de una única norma, el Ómnibus debe entenderse como una secuencia coordinada de reformas regulatorias destinadas a recalibrar el marco ESG europeo sin desmantelarlo. Bajo esta lógica se sitúan instrumentos como la Directiva Stop-the-clock, el Taxonomy Quick Fix, el ajuste temporal de las ESRS, la revisión técnica impulsada por EFRAG, la propuesta de SFDR 2.0 y la Propuesta de Directiva Ómnibus I. Aunque cada pieza actúa sobre ámbitos distintos, todas comparten una finalidad común: aplazar plazos para evitar costes transitorios ineficientes, reducir la carga informativa donde esta genera escaso valor y simplificar el marco para hacerlo más proporcional, coherente y operativo.

Esta transformación no está exenta de controversia. Desde la perspectiva institucional, la simplificación se presenta como una optimización del sistema y como una recalibración técnica necesaria para preservar la viabilidad del proyecto europeo de sostenibilidad. Desde posiciones más críticas, en cambio, algunas de estas reformas pueden interpretarse como una desregulación de facto, especialmente por la reducción del perímetro de aplicación y la relajación de determinadas exigencias operativas. El debate, por tanto, no gira solo en torno a la cantidad de normas, sino a la pregunta de fondo sobre si la simplificación permitirá una implementación más eficaz o, por el contrario, reducirá la ambición transformadora del marco ESG europeo.

En este sentido, el nuevo paradigma ESG europeo no debería suponer una renuncia a los objetivos del Pacto Verde, sino una recalibración del ritmo, del alcance y de la intensidad regulatoria para compatibilizar sostenibilidad y competitividad. La simplificación emerge como un mecanismo de ajuste estratégico orientado a hacer el modelo más operativo, proporcional y predecible, garantizando que la transición hacia una economía sostenible sea viable en un entorno global cada vez más exigente e incierto.

## 2. CRONOLOGÍA Y FUNDAMENTOS DE LA REFORMA

**Figura 1**  
**Cronología de la reforma ESG en Europa (2024-25)**



### 2.1. Los orígenes de la reforma: el *Informe Draghi* y la *Declaración de Budapest*

El impulso hacia la simplificación del marco ESG europeo se ancla en el *Informe Draghi* (2024), que identifica un riesgo de pérdida estructural de competitividad asociado a tres vectores principales: la carga regulatoria y las fricciones administrativas (especialmente intensas para las pymes), la fragmentación del Mercado Único que limita la escala empresarial y la falta de coordinación en políticas industrial, energética y financiera. Este diagnóstico desplaza el foco desde la mera expansión normativa hacia la calidad y la coherencia regulatoria, introduciendo criterios como la proporcionalidad, la evaluación del impacto competitivo acumulado y la eficiencia del cumplimiento.

Sobre esta base se articula una agenda de transformación con tres prioridades. En primer lugar, cerrar la brecha de innovación frente a otras economías avanzadas, una brecha caracterizada por baja inversión, menor productividad, cuellos de botella en la transferencia de conocimiento y dificultades de scale-up en un mercado todavía fragmentado. En segundo lugar, compatibilizar descarbonización y competitividad mediante una transición eficiente en costes, evitando que los elevados precios energéticos erosionen la base industrial europea. En tercer lugar, integrar seguridad y resiliencia como dimensiones económicas centrales, reduciendo dependencias estratégicas y reforzando capacidades críticas ante disrupciones geopolíticas.

Este marco converge en una conclusión operativa clara: la simplificación normativa es una condición necesaria para sostener la competitividad. El elevado *stock* regulatorio, los solapamientos, las inconsistencias y la sobretransposición incrementan los costes de cumplimiento, lo que justifica un giro hacia instrumentos de gobernanza más eficientes. Entre las palancas destacadas figuran la fijación de objetivos de reducción de cargas, la

extensión del principio de proporcionalidad a segmentos intermedios (como las small mid-caps) y la introducción de mecanismos sistemáticos de evaluación (como tests de competitividad y revisiones *ex post*).

La *Declaración de Budapest* traduce este diagnóstico en un mandato político. Aunque no tiene naturaleza vinculante, actúa como catalizador de reformas al fijar prioridades, calendarios e instrumentos, alineando competitividad y sostenibilidad bajo un enfoque más pragmático y orientado a resultados. Su relevancia no radica en crear derecho directamente, sino en ofrecer la legitimación política para que la Comisión y los colegisladores impulsen un proceso de simplificación amplio y transversal.

## 2.2. El paquete Ómnibus

El paquete Ómnibus I representa la traducción operativa de este cambio de enfoque. Presentado por la Comisión Europea el 26 de febrero de 2025, no se configura como una norma única, sino como un dispositivo regulatorio integrado compuesto por propuestas legislativas, actos delegados y medidas transitorias. Su objetivo es reducir burocracia, concentrar las obligaciones en empresas con mayor capacidad de absorción y liberar recursos para la inversión, en línea con objetivos de reducción de cargas (25% en general y 35% para pymes).

Desde el punto de vista jurídico, su alcance trasciende el reporting de sostenibilidad y actúa de forma coordinada sobre varios bloques interdependientes. En primer lugar, interviene sobre la CSRD y las normas ESRS, ajustando el perímetro y la carga informativa. En segundo lugar, reordena el encaje de la sostenibilidad en el marco contable y de auditoría mediante modificaciones de las directivas de referencia. En tercer lugar, revisa la CSDDD, introduciendo ajustes en las obligaciones de diligencia debida a lo largo de la cadena de valor. A ello se suma la intervención sobre la Taxonomía Europea, la simplificación del mecanismo CBAM mediante umbrales de mínimos y el uso de la herramienta transversal Stop-the-clock para aplazar calendarios.

La lógica subyacente es clara: reducir el alcance efectivo y la intensidad operativa de los principales pilares ESG, mejorando su proporcionalidad y viabilidad. Este enfoque no elimina el marco, sino que lo reconfigura para hacerlo gestionable en términos de coste y capacidad administrativa. A finales de 2025, el acuerdo provisional entre Consejo y Parlamento (9 de diciembre) consolida esta orientación con una redefinición de umbrales, una simplificación de obligaciones (especialmente en diligencia debida) y un ajuste de los calendarios, configurando un modelo más focalizado y menos intensivo en carga administrativa.

## 3. LAS PRINCIPALES INICIATIVAS DE LA REFORMA EN 2025

### 3.1. La Directiva Europea *Stop the clock* (Directiva UE 2025/794): más tiempo para las empresas, pero con mayor incertidumbre.

La Directiva conocida como Stop-the-clock materializa una intervención técnica, acotada y temporal dentro del proceso de simplificación. La propuesta de la Comisión Europea (COM(2025) 80), adoptada como Directiva (UE) 2025/794, responde a una lógica

precisa: evitar costes de cumplimiento prematuros en un contexto de revisión regulatoria en curso y dotar de margen operativo a empresas e instituciones.

Su alcance es deliberadamente limitado. No modifica las obligaciones ni el perímetro de aplicación de la CSRD ni de la CSDDD, sino que introduce un aplazamiento coordinado de los plazos de aplicación. En el caso de la CSDDD, el ajuste implica ampliar en un año el plazo de transposición por parte de los Estados miembros y retrasar también un año el inicio de la aplicación para el primer grupo de empresas, manteniendo el enfoque escalonado. En paralelo, en la CSRD el principal efecto es “comprar tiempo regulatorio” para las segundas y terceras olas de empresas, mientras la primera fase (grandes entidades de interés público) permanece intacta.

Desde una perspectiva jurídica, se trata de una norma de alta precisión técnica y mínima densidad normativa. Su función es instrumental: sustituir fechas en disposiciones ya existentes sin alterar la arquitectura del sistema. Esta técnica confirma su carácter no estructural y su papel de mecanismo de sincronización entre instrumentos, asegurando coherencia temporal no solo entre CSRD y CSDDD, sino también con la Taxonomía Europea, dado que el aplazamiento del reporting bajo CSRD implica el diferimiento automático de determinadas obligaciones asociadas a la Taxonomía.

En términos operativos, el impacto es doble. Por un lado, reduce la presión inmediata sobre las empresas y permite reordenar la preparación interna (gobernanza de datos, sistemas de control, procesos de materialidad). Por otro, introduce una incertidumbre estratégica relevante, al posponer definiciones clave sobre el alcance final de los estándares y el nivel de exigencia futura. Desde la práctica empresarial, este tiempo adicional no se interpreta como una pausa, sino como una ventana crítica para construir infraestructuras de datos robustas y reforzar el control interno. En definitiva, la Directiva Stop-the-clock no reforma el modelo ESG europeo, pero sí reordena los tiempos para hacer posible una transición más coherente hacia la simplificación.

### **3.2. El *Taxonomy Quick Fix*: de la exhaustividad al valor informativo**

El Reglamento Delegado C(2025) 4568 constituye la principal intervención del paquete Ómnibus sobre la Taxonomía Europea. Adoptado en julio de 2025, este instrumento se apoya en la experiencia acumulada en los primeros ciclos de aplicación, lo que permite identificar con base empírica ineficiencias, costes desproporcionados y problemas operativos.

A diferencia de otras piezas del Ómnibus, su intervención es jurídicamente autónoma, aunque coherente con la lógica general del paquete. Persigue tres objetivos: reducir la carga administrativa, mejorar la proporcionalidad y preservar la integridad del sistema evitando riesgos de greenwashing. Estos objetivos se materializan en dos grandes líneas de actuación.

La primera afecta al régimen de divulgación del artículo 8. El cambio central es la introducción explícita de un criterio de materialidad cuantitativa, que permite excluir de la evaluación actividades no financieramente relevantes. Esto desplaza el enfoque desde una cobertura exhaustiva hacia una información más útil, evitando análisis costosos con escaso valor informativo. En la misma línea, se flexibiliza el tratamiento de determinados indicadores (como los gastos operativos) y se ajustan métricas clave del sector financiero, como el *Green Asset Ratio*, excluyendo exposiciones para las que no existe información fiable.

La segunda línea de actuación se dirige a los criterios técnicos, especialmente en el ámbito de “No causar un perjuicio significativo” (DNSH). La reforma sustituye enfoques excesivamente complejos por referencias a marcos regulatorios ya existentes en la UE, reduciendo duplicidades y cargas sin comprometer los objetivos ambientales.

El resultado es un marco menos intensivo en datos pero más consistente en términos de calidad y comparabilidad. Desde un punto de vista analítico, la Taxonomía deja de concebirse como un ejercicio formalista de cumplimiento para consolidarse como una herramienta estratégica de información y canalización de inversiones.

### **3.3. El Reglamento Delegado *ESRS Quick Fix* sobre las NEIS: modular el ritmo sin alterar el modelo**

El Reglamento Delegado (UE) 2025/1416 introduce una intervención específica sobre las ESRS con una lógica alineada con el conjunto del paquete Ómnibus: ajustar el ritmo de aplicación sin alterar el contenido sustantivo del modelo.

Su función es actuar como un mecanismo de estabilización normativa. Frente al diseño original de las ESRS (que preveía una intensificación progresiva de las obligaciones en los primeros años), la Comisión opta por congelar ese incremento automático para las empresas de la primera oleada. El objetivo es evitar una incoherencia evidente: exigir nuevas capas de información a empresas ya obligadas a reportar mientras el propio marco legislativo se revisa para reducir su alcance futuro.

Esta intervención responde a tres principios regulatorios: coherencia, proporcionalidad y equidad. Técnicamente, se articula en dos dimensiones. Por un lado, amplía de forma significativa las exenciones transitorias, permitiendo diferir durante varios ejercicios la divulgación de información especialmente compleja e incluso recurrir temporalmente a información cualitativa cuando no existan datos cuantitativos fiables. Por otro, introduce una salvaguarda de materialidad, de manera que las empresas que omiten temas deben declarar si son materiales y, en su caso, proporcionar una información mínima.

La importancia de este Reglamento radica en consolidar una idea central del nuevo paradigma ESG europeo: simplificar no significa eliminar estándares, sino modular su implementación en el tiempo, combinando flexibilidad operativa y mantenimiento de principios fundamentales.

### **3.4. La propuesta SFDR 2.0: simplificación formal y endurecimiento cualitativo**

La propuesta COM(2025) 841 marca un punto de inflexión en la arquitectura de las finanzas sostenibles al reformar el SFDR (Comisión Europea, 2025f; Sidley Austin, 2025). Lo que se ha denominado SFDR 2.0 supone un cambio de lógica regulatoria: se pasa de un modelo basado en transparencia a otro basado en categorías de producto con estándares mínimos de calidad. El objetivo es corregir las disfunciones del régimen anterior, donde los artículos 8 y 9 operaban como etiquetas de facto sin suficiente base normativa, amplificando riesgos de greenwashing y de incertidumbre legal (Comisión Europea, 2025f).

La reforma simplifica el alcance al concentrar las obligaciones en los gestores de activos y excluir a los asesores financieros. Además, elimina definiciones redundantes (como

“inversión sostenible”) e integra conceptos clave (contribución a objetivos y DNSH) en criterios técnicos coherentes con la Taxonomía Europea (Comisión Europea, 2025f).

El núcleo del nuevo sistema es la creación de tres categorías estandarizadas, con un umbral del 70% de inversión alineada para productos con alegaciones de sostenibilidad: productos de transición, productos de integración ESG y productos sostenibles (Paul Hastings, 2025; A&O Shearman, 2025; Walkers Global, 2025; Travers Smith, 2025). Este esquema pretende reforzar la disciplina de mercado y limitar el greenwashing mediante reglas verificables.

En paralelo, la propuesta introduce medidas de simplificación (como la integración de las principales incidencias adversas en el reporting de la CSRD y la reducción de plantillas), con ahorros estimados superiores al 25% (Comisión Europea, 2025g; CMS Law, 2025). También refuerza la trazabilidad de los datos mediante mayores exigencias sobre proveedores externos y limita el uso de referencias ESG en productos no categorizados.

No obstante, la reforma plantea riesgos relevantes. Desde una perspectiva sistémica, la eliminación de obligaciones a nivel de entidad puede reducir la visibilidad sobre la integración global de la sostenibilidad. En términos operativos, la ausencia de un régimen claro de transición obliga a una reclasificación masiva de productos. Además, la eficacia del modelo depende críticamente de la disponibilidad de datos de calidad, especialmente fuera de la UE. Con entrada en vigor prevista para 2027-2028, SFDR 2.0 condensa bien la lógica del nuevo paradigma: menos complejidad formal, pero más exigencia en calidad y verificabilidad.

### **3.5. La Propuesta de Directiva Ómnibus I: de los ajustes temporales a la reconfiguración estructural.**

La posición negociada de diciembre de 2025 en el procedimiento 2025/0045(COD) marca el paso desde ajustes temporales hacia una reconfiguración estructural del marco ESG. A diferencia de la Directiva Stop-the-clock, esta propuesta introduce cambios sustantivos orientados a redefinir el alcance, la intensidad y la operatividad del sistema bajo principios de proporcionalidad, eficiencia y coherencia regulatoria.

El diagnóstico de partida es que la rápida expansión del marco ha generado costes de cumplimiento elevados y beneficios informativos desiguales. En respuesta, la propuesta apuesta por focalizar el perímetro en empresas de mayor dimensión e impacto, reduciendo de forma significativa el número de entidades obligadas y desplazando al resto hacia esquemas voluntarios o indirectos (principalmente a través de la cadena de valor). El cambio es estructural: de un modelo extensivo a uno selectivo.

En el ámbito del reporting, la reforma se articula en tres líneas: revisión de las ESRS para reducir complejidad y reforzar la materialidad, introducción de flexibilidad operativa mediante exenciones y regímenes transitorios, y reconfiguración de la verificación manteniendo un enfoque de seguridad limitada y eliminando la transición automática hacia auditoría razonable. En paralelo, la reforma de la CSDDD eleva umbrales, sustituye el enfoque exhaustivo por uno basado en identificación progresiva de riesgos y ajusta sanciones y responsabilidad para mejorar la previsibilidad jurídica.

Un aspecto relevante es la eliminación de solapamientos regulatorios, como la supresión de obligaciones duplicadas entre distintos marcos. Así, la propuesta consolida un

tránsito hacia un modelo ESG europeo más concentrado, proporcional y orientado a aplicabilidad práctica.

### 3.6. La revisión de las NEIS/ESRS y el papel del EFRAG

El año 2025 consolida también el giro hacia un enfoque más pragmático del reporting ESG mediante la revisión estructural de las ESRS. La experiencia inicial con los estándares de 2023 evidenció una carga administrativa elevada y una complejidad técnica que dificultaba la implementación eficiente. En respuesta, el mandato técnico al EFRAG impulsa una revisión profunda orientada a priorizar la información material y eliminar requisitos de bajo valor informativo (EFRAG, 2025a).

El resultado es una reducción sustancial de puntos de datos obligatorios y un rediseño metodológico que refuerza la aplicación de la doble materialidad bajo un enfoque más estructurado y eficiente (EFRAG, 2025b; EFRAG, 2025c). Operativamente, las mejoras se concentran en tres ámbitos: simplificación del análisis de materialidad, mayor flexibilidad en la definición de políticas y objetivos, y mayor interoperabilidad internacional.

Un elemento especialmente relevante es la introducción del denominado “escudo de la cadena de valor”, que limita la información que grandes empresas pueden exigir a proveedores más pequeños, apoyándose en estándares voluntarios simplificados para pymes. Con ello se busca contener el efecto cascada del *reporting* y evitar que la sostenibilidad se convierta en una barrera de acceso a mercados o financiación.

En conjunto, la revisión de las ESRS redefine el papel de estos estándares dentro del nuevo paradigma ESG europeo: se pasa de un modelo intensivo en datos a uno orientado a la relevancia, la calidad y la aplicabilidad práctica.

## 4. CONCLUSIONES

El año 2025 ha consolidado un cambio de paradigma en la arquitectura ESG europea. Se ha pasado de una fase expansiva, caracterizada por una intensa producción normativa, a un enfoque más pragmático, selectivo y orientado a competitividad. Este giro no altera los objetivos del Pacto Verde Europeo, pero sí ajusta su implementación para hacerla viable en un entorno más exigente. La clave ya no es acumular datos, sino mejorar su calidad, utilidad y trazabilidad.

El principal vector de esta transición es el paquete Ómnibus, que introduce una racionalización profunda del sistema. En términos estructurales, destaca la concentración del perímetro regulatorio, el desplazamiento de parte del tejido empresarial hacia esquemas voluntarios o indirectos y la simplificación técnica del reporting. Paralelamente, la revisión de las ESRS impulsada por el EFRAG reorienta el sistema hacia información más material y estratégica.

No obstante, esta recalibración no está exenta de tensiones. Desde una perspectiva crítica, la reducción del alcance puede interpretarse como una desregulación, con el consiguiente riesgo de debilitar la ambición transformadora inicial. El equilibrio entre simplificación y credibilidad dependerá, en última instancia, del comportamiento empresarial: de si la flexibilidad se traduce en mejor implementación o en relajación de compromisos. El reto es que la simplificación refuerce los objetivos del Pacto Verde, no que los diluya.

Más allá del plano normativo, emerge una asimetría creciente entre regulación y mercado. Aunque disminuyen las obligaciones legales para determinadas empresas, la demanda de información ESG por parte de bancos, inversores y grandes clientes continúa aumentando. Esto genera un nuevo riesgo estratégico: empresas formalmente exentas pueden quedar fuera de cadenas de valor o de financiación si no disponen de datos ESG fiables. En este contexto, la sostenibilidad deja de ser solo una obligación regulatoria para consolidarse como un activo competitivo.

En el ámbito financiero, la evolución del SFDR hacia un modelo basado en categorías refuerza esta lógica. La introducción de criterios más estrictos y umbrales verificables mejora la integridad del mercado y limita el greenwashing, pero también incrementa las exigencias operativas, especialmente en ausencia de mecanismos claros de transición.

En definitiva, el nuevo paradigma ESG europeo se define por una doble dinámica (simplificación regulatoria y sofisticación del mercado). La normativa se hace más selectiva y proporcional, pero el entorno competitivo exige mayor calidad, trazabilidad y credibilidad en la información. El reto ya no es solo cumplir, sino integrar la sostenibilidad como un elemento central de la estrategia empresarial. La geopolítica actual ha hecho emerger importantes debilidades en nuestro modelo, por lo que la soberanía económica de la UE depende en gran parte de ello.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A&O Shearman (2025). *SFDR 2.0 overhaul: Impact of the new categories and disclosures on funds and asset managers*. <https://www.aoshearman.com/en/insights/sfdr-20-overhaul-impact-of-the-new-categories-and-disclosures-on-funds-and-asset-managers>

CMS Law (2025). *SFDR 2.0 – proposed revised EU Sustainable Finance Disclosure Regulation published*. <https://cms-lawnow.com/en/ealerts/2025/11/sfdr-2.0-proposed-revised-eu-sustainable-finance-disclosure-regulation-published>

Comisión Europea (2025a, 26 de febrero). *Propuesta COM(2025) 45 final de Directiva por la que se modifican las Directivas 2013/34/UE y 2006/43/CE en lo que respecta a la simplificación del reporting de sostenibilidad y verificación (Propuesta Ómnibus I)*. [https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/omnibus-simplification-2025\\_en](https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/omnibus-simplification-2025_en)

Comisión Europea (2025b, 26 de febrero). *Proposal COM(2025) 80 final for a Directive of the European Parliament and of the Council amending Directives (EU) 2022/2464 and (EU) 2024/1760 as regards the dates from which Member States are to apply certain corporate sustainability reporting and due diligence requirements*. [https://commission.europa.eu/document/download/0affa9a8-2ac5-46a9-98f8-19205bf61eb5\\_en?filename=COM\\_2025\\_80\\_ES.pdf](https://commission.europa.eu/document/download/0affa9a8-2ac5-46a9-98f8-19205bf61eb5_en?filename=COM_2025_80_ES.pdf)

Comisión Europea (2025c, 16 de abril). *Directiva (UE) 2025/794 por la que se modifican las Directivas 2022/2464 y 2024/1760 en lo que respecta a los plazos de aplicación (Directiva Stop-the-clock)*. Diario Oficial de la Unión Europea. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:32025L0794>

Comisión Europea (2025d, 4 de julio). *Reglamento Delegado C(2025) 4568 que modifica el Reglamento Delegado (UE) 2021/2178 en lo que respecta a la simplificación de la Taxonomía*

(*Taxonomy Quick Fix*). [https://finance.ec.europa.eu/publications/delegated-regulation-taxonomy-reporting-quick-fix\\_en](https://finance.ec.europa.eu/publications/delegated-regulation-taxonomy-reporting-quick-fix_en)

Comisión Europea (2025e, 11 de julio). *Reglamento Delegado (UE) 2025/1416 por el que se modifica el Reglamento Delegado (UE) 2023/2772 en lo que respecta al aplazamiento de la fecha de aplicación de los requisitos de divulgación para determinadas empresas*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX:32025R1416>

Comisión Europea (2025f, 20 de noviembre). *Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council amending Regulation (EU) 2019/2088 (SFDR 2.0)*. COM(2025) 841 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/HIS/?uri=celex:52025PC0841>

Comisión Europea (2025g, 20 de noviembre). *Impact Assessment Report accompanying the Proposal for SFDR 2.0*. SWD(2025) 838 final. [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SWD\(2025\)838&lang=en](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=SWD(2025)838&lang=en)

Comisión Europea (2025h). *Corporate sustainability reporting*. [https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting\\_en?prefLang=es](https://finance.ec.europa.eu/capital-markets-union-and-financial-markets/company-reporting-and-auditing/company-reporting/corporate-sustainability-reporting_en?prefLang=es)

Comisión Europea (2025i). *Omnibus package*. Accesible en: [https://finance.ec.europa.eu/news/omnibus-package-2025-04-01\\_en?prefLang=es](https://finance.ec.europa.eu/news/omnibus-package-2025-04-01_en?prefLang=es)

Comisión Europea (2025j). *Commission proposes to cut red tape and simplify the business environment*. Directorate-General for Financial Stability, Financial Services and Capital Markets Union. Accesible en: [https://finance.ec.europa.eu/publications/commission-proposes-cut-red-tape\\_en](https://finance.ec.europa.eu/publications/commission-proposes-cut-red-tape_en)

Consejo de la Unión Europea (2024, 8 de noviembre). *Declaración de Budapest sobre el Nuevo Pacto para la Competitividad Europea*. <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2024/11/08/the-budapest-declaration/>

Draghi, M. (2024, septiembre). *The future of European competitiveness: A strategic report*. Comisión Europea. [https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead\\_en](https://commission.europa.eu/topics/strengthening-european-competitiveness/eu-competitiveness-looking-ahead_en)

European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG)(2025a). *EFRAG Update | February 2025*. Accesible en: [https://www.efrag.org/sites/default/files/2025-03/efrag\\_update\\_february\\_2025\\_1.pdf](https://www.efrag.org/sites/default/files/2025-03/efrag_update_february_2025_1.pdf)

European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG)(2025b). *ESRS Revision: Progress Report as of 20 June 2025*. Accesible en: [https://www.efrag.org/sites/default/files/2025-06/draft\\_status\\_report\\_esrs\\_simplification\\_20\\_june\\_2025\\_0.pdf](https://www.efrag.org/sites/default/files/2025-06/draft_status_report_esrs_simplification_20_june_2025_0.pdf)

European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG)(2025c). *EFRAG provides its technical advice on draft simplified ESRS to the European Commission*. Accesible en: <https://www.efrag.org/en/news-and-calendar/news/efrag-provides-its-technical-advice-on-draft-simplified-esrs-to-the-european-commission>

Frank Bold (2025). *Our take on EFRAG's proposals for simplified EU Sustainability Reporting Standards*. Accesible en: <https://en.frankbold.org/news/our-take-on-efrags-proposals-for-simplified-eu-sustainability-reporting-standards>

Ómnibus 2025: redefiniendo el marco ESG europeo entre el pragmatismo regulatorio y el riesgo de desregulación

Paul Hastings (2025). *SFDR 2.0: What Are the Key Proposed Changes?*  
<https://www.paulhastings.com/insights/client-alerts/sfdr-2-0-what-are-the-key-proposed-changes>

Sidley Austin (2025). *SFDR 2.0: Five Key Takeaways From the European Commission's Proposal.* <https://www.sidley.com/en/insights/newsupdates/2025/11/sfdr--five-key-takeaways-from-the-european-commissions-proposal>

Travers Smith (2025). *SFDR 2.0 finalised proposals.*  
<https://www.traverssmith.com/knowledge/knowledge-container/finalised-sfdr-20-proposals>

Walkers Global (2025). *SFDR 2.0: Proposal for amending regulation published.*  
<https://www.walkersglobal.com/en/Insights/2025/12/SFDR-2-0-Proposal-for-amending-regulation-published>

# GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y REDES COLABORATIVAS PARA FORTALECER LA RESILIENCIA CLIMÁTICA URBANA

**Edurne Zubiria-Ferriols<sup>1</sup>, Teresa Martínez-Fernández<sup>2</sup>, Luis Cuni-Monserrat<sup>3</sup>**

*Universitat de València<sup>1</sup>; Universitat Jaume I<sup>2,3</sup>*

ORCID: 0000-0002-9754-7891<sup>1</sup>, 0000-0003-0556-5409<sup>2</sup>, 0009-0009-7001-8103<sup>3</sup>

Resumen: Este trabajo analiza el papel de la gestión del conocimiento como mecanismo clave para impulsar la innovación pública local en contextos de crisis climática, tomando como caso de estudio el “Programa de Innovación para la Resiliencia Climática”, coordinado por la Red Innpulso tras la DANA de octubre de 2024 en la Comunidad Valenciana. A partir de un enfoque cualitativo basado en estudio de caso, se combinan análisis documental, entrevistas semiestructuradas y observación participativa con el fin de comprender las dinámicas de gestión intermunicipal del conocimiento. Los resultados muestran que las redes colaborativas facilitan la movilización del capital cognitivo colectivo, permitiendo transformar conocimiento tácito en soluciones aplicadas y replicables. El programa contribuye al fortalecimiento de capacidades técnicas y organizativas, a la integración de políticas orientadas a la resiliencia climática y a la mejora de la coordinación interinstitucional. Asimismo, los mecanismos de transferencia de conocimiento aceleran el aprendizaje y reducen los tiempos de respuesta ante emergencias. Desde una perspectiva teórica, el estudio refuerza la concepción de la gestión del conocimiento como un proceso socio-organizativo, en el que la confianza, el liderazgo y la gobernanza en red actúan como factores clave. En este marco, la Red Innpulso opera como un intermediario de conocimiento que conecta territorios y experiencias.

Palabras Clave: Gestión del Conocimiento, Resiliencia Climática, Innovación Urbana, Red Innpulso, Recuperación.

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el aumento en la frecuencia, intensidad y severidad de los fenómenos meteorológicos extremos, como lluvias torrenciales, inundaciones, sequías prolongadas y olas de calor, se ha consolidado como una de las manifestaciones más evidentes de la crisis climática global (IPCC, 2022). Este contexto plantea desafíos significativos para los entornos urbanos, que concentran población, infraestructuras críticas y servicios esenciales, y que, por tanto, presentan una elevada exposición a riesgos climáticos. Las ciudades ocupan una posición dual: son especialmente vulnerables a estos fenómenos, pero también desempeñan un papel central en la implementación de estrategias de mitigación y adaptación (IPCC, 2022). Sin embargo, episodios recientes, como la DANA de octubre de 2024 en la Comunidad Valenciana, han evidenciado las limitaciones de los enfoques tradicionales de recuperación centrados en la reconstrucción física, poniendo de relieve la necesidad de avanzar hacia modelos de resiliencia climática que integren sostenibilidad, innovación y anticipación del riesgo.

En este escenario, la gestión del conocimiento (*Knowledge Management, KM*) emerge como un recurso estratégico para la acción pública local. El conocimiento técnico, las experiencias territoriales y las buenas prácticas acumuladas constituyen un activo clave que, cuando se gestiona de forma sistemática, mejora la coordinación, optimiza recursos y facilita la adopción de soluciones innovadoras (Massaro et al., 2015). Su impacto se amplifica mediante redes intermunicipales, que promueven el aprendizaje colectivo y la transferencia de soluciones basadas en evidencia (Hulst y van Montfort, 2007; Meerow y Stults, 2016).

En este contexto, el presente trabajo analiza el papel de la gestión del conocimiento como motor de la innovación pública local en situaciones de emergencia climática, a partir del caso del “Programa de Innovación para la Resiliencia Climática” impulsado por la Red de Ciudades Españolas de la Ciencia y la Innovación, Red Innpulso, tras la DANA de 2024.

## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es analizar el papel de la gestión del conocimiento como motor de la innovación pública local en contextos de emergencia climática, tomando como caso de estudio el “Programa de Innovación para la Resiliencia Climática” impulsado por la Red Innpulso tras la DANA de 2024 en la Comunidad Valenciana. De forma específica, el trabajo se propone:

- Examinar cómo la puesta en común del conocimiento técnico y de las buenas prácticas entre los municipios de la Red Innpulso contribuye a reforzar y acelerar la capacidad de respuesta de los gobiernos locales afectados.
- Analizar la relevancia de la gestión del conocimiento en el fomento de la innovación pública local, especialmente a través de procesos de transferencia estructurada de experiencias y soluciones entre territorios.
- Describir el “Programa de Innovación para la Resiliencia Climática” como un ejemplo de aplicación de la gestión del conocimiento en la acción pública, orientado a la recuperación transformadora tras desastres climáticos.

- Poner en valor el papel de las redes intermunicipales como mecanismos que facilitan el aprendizaje colectivo, la escalabilidad de soluciones y la mejora de la coordinación en contextos de crisis.

### 3. METODOLOGÍA

El presente estudio adopta un enfoque cualitativo basado en el método de estudio de caso para analizar el “Programa de Innovación para la Resiliencia Climática”, desarrollado en el marco de la Red Innpulso como respuesta a la DANA de 2024 en la Comunidad Valenciana. Este enfoque resulta adecuado para examinar fenómenos complejos y dependientes del contexto, como las iniciativas de resiliencia climática y gestión del conocimiento en el ámbito público.

#### 3.1. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se basa en una estrategia de triangulación metodológica que combina análisis documental, entrevistas semiestructuradas y observación participativa. Esta combinación de técnicas permite obtener una comprensión integral del programa, así como reforzar la validez de los resultados mediante la contrastación de distintas fuentes de información.

#### 3.2. Recogida de datos

La recogida de datos se articuló a través de tres fuentes principales:

- Análisis documental: se examinó la documentación oficial del programa. Asimismo, se analizaron documentos de política pública del Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, así como documentos/noticias elaboradas por los municipios participantes y la Red Innpulso, con el fin de contextualizar la iniciativa en el marco de las estrategias de adaptación climática.
- Entrevistas semiestructuradas: se realizaron entrevistas a agentes clave implicados en el programa, incluyendo personal técnico municipal, miembros de la Red Innpulso, personal investigador representantes de organismos vinculados a la innovación y el medio ambiente. Estas entrevistas permitieron identificar percepciones, desafíos y resultados asociados a la implementación del programa.
- Observación participativa: el equipo de investigación participó en sesiones de trabajo y eventos organizados en el marco del programa, lo que permitió analizar de forma directa las dinámicas de colaboración, los procesos de toma de decisiones y las prácticas de intercambio de conocimiento.

#### 3.3. Análisis de datos

Los datos recopilados se analizaron mediante un enfoque de análisis temático. Para ello, se desarrolló un marco de codificación orientado a identificar categorías relacionadas con el diseño del programa, los mecanismos de gestión del conocimiento, las dinámicas de

gobernanza, el desarrollo de capacidades y la transferencia de buenas prácticas. Este enfoque permitió estructurar la información de manera sistemática, facilitando la identificación de patrones, lecciones aprendidas y factores que influyen en la replicabilidad de las iniciativas analizadas.

**Figura 1**  
**Modelo metodológico**



Fuente: elaboración propia

#### 4. DESARROLLO

El presente apartado analiza el papel de la gestión del conocimiento en contextos de resiliencia climática, integrando el marco conceptual con el análisis empírico del caso de estudio. Para ello, se estructura en dos subapartados: en primer lugar, se presentan los fundamentos teóricos; en segundo lugar, se examina el caso de la Red Innpulso y su

“Programa de Innovación para la Resiliencia Climática”, abordando su funcionamiento, los mecanismos de transferencia de conocimiento y los principales resultados derivados de su implementación.

#### **4.1. Marco conceptual: gestión del conocimiento y resiliencia climática**

La gestión del conocimiento en el sector público se refiere al conjunto de procesos mediante los cuales las organizaciones generan, comparten y aplican conocimiento, tanto explícito como tácito, con el objetivo de mejorar su desempeño y capacidad de respuesta (López-Portillo et al., 2016). En el ámbito municipal, este conocimiento incluye tanto procedimientos formalizados como la experiencia acumulada de los equipos técnicos y las buenas prácticas desarrolladas en contextos específicos.

La literatura identifica la gestión del conocimiento como un elemento clave para la modernización de la administración pública. Kassa y Ning (2023) destacan su contribución a la mejora organizativa, la satisfacción ciudadana y la innovación colaborativa, subrayando su papel como mecanismo para la creación de valor público. No obstante, el campo presenta limitaciones, como la fragmentación de la investigación y la escasez de estudios que analicen su impacto en los resultados públicos (Massaro et al., 2015). A nivel práctico, estas limitaciones se traducen en dificultades para desarrollar e institucionalizar prácticas efectivas de gestión del conocimiento, especialmente en lo relativo al conocimiento tácito (Ramakrishna et al., 2024).

La distinción entre conocimiento explícito y tácito resulta central en este contexto. Mientras que el primero puede codificarse y transferirse mediante documentos y sistemas de información, el segundo está vinculado a la experiencia y a las prácticas actuales de los profesionales. Tal como señalan Nonaka y Takeuchi (1995), la externalización del conocimiento tácito constituye un reto fundamental, ya que implica traducir experiencias complejas en formatos compartidos sin perder su contexto.

En el ámbito de la innovación pública local, la gestión del conocimiento se configura como una capacidad organizativa clave. La evidencia muestra que las prácticas de gestión del conocimiento se asocian positivamente con el desempeño institucional y la innovación, especialmente cuando se combinan dinámicas de exploración y explotación del conocimiento (Ramakrishna et al., 2024). Asimismo, factores como el liderazgo, la cultura organizativa y la confianza institucional resultan determinantes para facilitar estos procesos (Laihonen et al., 2024; Alo et al., 2025).

En contextos de crisis climática, la gestión del conocimiento adquiere una relevancia particular. La resiliencia urbana depende, en gran medida, de la capacidad de los territorios para aprender de experiencias previas, compartir soluciones y adaptarse a situaciones cambiantes. En este sentido, el aprendizaje intermunicipal y la transferencia de conocimiento entre ciudades se configuran como mecanismos clave para mejorar la capacidad adaptativa (Meerow y Stults, 2016). En consecuencia, la gestión del conocimiento no solo contribuye a la innovación pública, sino que actúa como un elemento estructural de la resiliencia climática, al facilitar la movilización del conocimiento colectivo y su aplicación en la toma de decisiones en contextos de incertidumbre.

## 4.2. Caso de estudio: gobernanza en red y gestión del conocimiento para la resiliencia climática

### 4.2.1. Contexto: la DANA de 2024 y los retos de la resiliencia climática urbana

En octubre de 2024, la Comunidad Valenciana se vio afectada por un episodio meteorológico extremo clasificado como Depresión Aislada en Niveles Altos (DANA), caracterizado por precipitaciones de elevada intensidad que provocaron inundaciones súbitas y el desbordamiento de cauces fluviales y ramblas. Este fenómeno generó impactos significativos sobre infraestructuras críticas, viviendas, actividades económicas y sistemas productivos locales, evidenciando la elevada vulnerabilidad de los territorios ante eventos climáticos extremos.

Las consecuencias del episodio fueron tanto materiales como sociales, incluyendo daños económicos de gran magnitud, interrupciones en servicios esenciales y desplazamientos temporales de población. La gravedad de la situación requirió la activación de protocolos de emergencia a distintos niveles administrativos y la declaración de zonas gravemente afectadas, poniendo de relieve las limitaciones de los sistemas tradicionales de respuesta ante este tipo de crisis. Más allá de sus efectos inmediatos, la DANA de 2024 actuó como un catalizador para replantear los enfoques de recuperación y planificación urbana. En particular, evidenció la insuficiencia de las estrategias centradas exclusivamente en la reconstrucción física, subrayando la necesidad de incorporar enfoques integrales de resiliencia climática que integren prevención, adaptación y sostenibilidad a largo plazo.

En este contexto, la capacidad de los gobiernos locales para responder de manera eficaz depende no solo de la disponibilidad de recursos materiales, sino también de su capacidad para movilizar conocimiento, coordinar actores y aprender de experiencias previas. De este modo, la gestión del conocimiento y la cooperación intermunicipal emergen como elementos clave para fortalecer la resiliencia urbana, al facilitar la transferencia de soluciones, la reducción de tiempos de respuesta y la adaptación a contextos de alta incertidumbre.

### 4.2.2. La Red Innpulso como red de gestión del conocimiento

La Red de Ciudades Españolas de la Ciencia y la Innovación, Red Innpulso, es una iniciativa impulsada por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España (actual Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades) en el marco de la Estrategia Estatal de Innovación (e2i). Su origen se vincula a la creación, en 2010, del distintivo “Ciudad de la Ciencia y la Innovación”, reconocimiento otorgado a aquellos municipios que destacan por su compromiso con la innovación, la I+D+I y el desarrollo sostenible. Las ciudades que obtienen este distintivo pasan a formar parte de la Red Innpulso, configurando así un ecosistema intermunicipal orientado al fortalecimiento de la capacidad innovadora a nivel local.

Más allá de su función institucional, la Red Innpulso puede entenderse como una infraestructura de gestión del conocimiento en el ámbito público. Su funcionamiento se basa en la creación de un entorno colaborativo en el que los municipios intercambian conocimiento técnico, experiencias y buenas prácticas, facilitando la circulación tanto de conocimiento explícito, documentado en guías, informes o herramientas, como de conocimiento tácito vinculado a la experiencia práctica de los equipos técnicos. Este enfoque se sustenta en la concepción del conocimiento como un activo colectivo cuyo aprovechamiento compartido permite reducir desigualdades territoriales, evitar duplicidades y acelerar los procesos de innovación pública local. En este sentido, el distintivo de “Ciudad de la Ciencia y la Innovación” no solo actúa como reconocimiento institucional, sino también como mecanismo de identificación y conexión de municipios con capacidades avanzadas en innovación, facilitando su papel como nodos de referencia dentro de la red.

Con el tiempo, la Red Innpulso ha evolucionado hacia un modelo de gobernanza en red orientado a la generación y transferencia de conocimiento. A través de dinámicas colaborativas, articula procesos de aprendizaje intermunicipal en colaboración con universidades, centros tecnológicos y otros agentes, favoreciendo la adaptación de soluciones a distintos contextos territoriales. Un rasgo distintivo de esta estructura es su carácter multinivel, al integrar actores políticos, técnicos y académicos. Esta diversidad refuerza los procesos de aprendizaje colectivo y facilita la generación de soluciones más ajustadas a las realidades locales. Desde esta perspectiva, la Red Innpulso actúa como un mecanismo de intermediación del conocimiento (*knowledge broker*), canalizando experiencias y aprendizajes entre territorios con diferentes capacidades. Este papel resulta especialmente relevante en contextos de crisis, donde la rapidez en la transferencia de conocimiento y la coordinación intermunicipal son determinantes para la eficacia de la respuesta pública.

#### 4.2.3. *El Programa de Innovación para la Resiliencia Climática*

El “Programa de Innovación para la Resiliencia Climática” se diseñó en 2024 como respuesta a los impactos de la DANA en la Comunidad Valenciana, con el objetivo de promover una recuperación transformadora que incorporase criterios de adaptación climática y sostenibilidad a largo plazo. Frente a enfoques centrados en la reconstrucción material, el programa planteaba una estrategia basada en la integración de conocimiento científico, innovación tecnológica y experiencia municipal. El programa perseguía cuatro objetivos principales: 1) fortalecer la capacidad adaptativa de los municipios mediante soluciones innovadoras basadas en evidencia; 2) impulsar procesos de recuperación orientados a la resiliencia y la neutralidad climática; 3) fomentar la cooperación multiescalar entre administraciones y otros actores; y 4) promover el aprendizaje colectivo a través de la transferencia de buenas prácticas.

El programa se estructuró en un proceso secuencial que integraba: diagnóstico, planificación, implementación y evaluación. En una primera fase, se realizó un

diagnóstico participativo para identificar impactos, vulnerabilidades y necesidades. A partir de este análisis, se diseñaron planes de resiliencia que incorporasen evidencia científica y marcos normativos. Posteriormente, se desarrollaron mecanismos de transferencia de conocimiento y formación, como talleres y espacios de intercambio entre municipios, que facilitaron el aprendizaje intermunicipal. La fase de implementación se materializó mediante proyectos piloto orientados a la resiliencia urbana, mientras que la fase final se centró en la evaluación de resultados, la sistematización de aprendizajes y la replicabilidad del modelo.

El programa se articuló a través de una estructura de gobernanza colaborativa que integra múltiples actores. Los gobiernos municipales afectados lideraron la definición de prioridades y la implementación de las acciones, mientras que los municipios de la Red Inpulso aportaron conocimiento técnico y experiencias previas. A nivel estatal, el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades y el Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana desempeñaron funciones de coordinación y apoyo. Este marco se complementó con la participación de universidades, centros de investigación y agencias de innovación, que aportan soporte científico y capacidades de evaluación.

#### *4.2.4. Mecanismos de gestión y transferencia de conocimiento*

Uno de los elementos centrales del “Programa de Innovación para la Resiliencia Climática” es el conjunto de mecanismos de gestión y transferencia de conocimiento que articularon la interacción entre municipios y actores implicados. Estos mecanismos permitieron movilizar el capital cognitivo existente en la Red Inpulso y transformarlo en soluciones aplicables en contextos de emergencia climática.

En primer lugar, el programa incorporó procesos de diagnóstico compartido, en los que equipos técnicos municipales, junto con expertos y actores académicos, identificaron de manera conjunta necesidades, vulnerabilidades y posibles líneas de actuación. Este enfoque no solo facilitó una mejor comprensión de los problemas, sino que también promovió el aprendizaje horizontal y la construcción de conocimiento colectivo desde las fases iniciales del proceso.

En segundo lugar, se desarrollaron espacios de aprendizaje colaborativo, como talleres, sesiones de trabajo y grupos intermunicipales, que funcionaron como comunidades de práctica. En estos espacios se compartieron experiencias, protocolos y soluciones técnicas, favoreciendo tanto la transferencia de conocimiento explícito como la externalización del conocimiento tácito. Este intercambio redujo los tiempos de aprendizaje y facilitó la adaptación de soluciones previamente testadas en otros contextos.

Un tercer mecanismo relevante fue el acompañamiento técnico entre pares (*peer-to-peer*), mediante el cual municipios con mayor experiencia en determinadas áreas apoyaron a aquellos con menores capacidades técnicas. Este proceso de mentoría contribuyó a la transferencia de conocimiento especializado y al fortalecimiento de las

capacidades institucionales a nivel local. Asimismo, el programa contempló la sistematización del conocimiento a través de repositorios y catálogos de buenas prácticas, que recogieron casos de éxito, lecciones aprendidas y herramientas metodológicas. Estos instrumentos permiten preservar el conocimiento generado, facilitar su difusión y asegurar su replicabilidad en otros territorios.

Así pues, estos mecanismos configuran un sistema de gestión del conocimiento que combina dispositivos formales e informales de aprendizaje, integrando tanto dimensiones tecnológicas como sociales. Su implementación contribuye a mejorar la coordinación intermunicipal, acelerar la adopción de soluciones innovadoras y reforzar la capacidad de respuesta de los gobiernos locales. Desde esta perspectiva, la experiencia analizada pone de manifiesto que la gestión estructurada del conocimiento no solo facilita la transferencia de información, sino que actúa como un elemento clave en la construcción de resiliencia climática, al permitir transformar el conocimiento colectivo en capacidades efectivas de acción en contextos de alta incertidumbre.

#### *4.2.5. Resultados*

El análisis del “Programa de Innovación para la Resiliencia Climática” como respuesta a los impactos de la DANA, evidencia que la gestión estructurada del conocimiento intermunicipal fortalece la capacidad de respuesta de los gobiernos locales en contextos de emergencia climática. Los resultados se articulan en torno a tres dimensiones: 1) desarrollo de capacidades, 2) innovación pública y 3) coordinación interinstitucional.

En primer lugar, el programa ha contribuido al fortalecimiento de las capacidades institucionales locales, especialmente a nivel técnico y organizativo. Los procesos de diagnóstico compartido, formación y acompañamiento han mejorado las capacidades en la planificación de intervenciones y la integración de criterios de sostenibilidad, reforzando la preparación ante futuros eventos extremos. En segundo lugar, se observa una aceleración en la adopción de soluciones innovadoras, desde el ámbito público, especialmente en el ámbito de la resiliencia. La transferencia de buenas prácticas ha permitido incorporar enfoques previamente testados, reduciendo los tiempos de implementación y optimizando recursos. En tercer lugar, el programa ha mejorado la coordinación intermunicipal y multinivel, favoreciendo la creación de dinámicas de colaboración estables basadas en la confianza y el intercambio continuo.

Desde una perspectiva teórica, estos resultados refuerzan la concepción de la gestión del conocimiento como un proceso social (Laihonen et al., 2024) y destacan la relevancia de la transferencia de conocimiento tácito mediante mecanismos como el aprendizaje entre pares (Nonaka y Takeuchi, 1995). En este contexto, la Red Innpulso ha actuado como intermediaria del conocimiento, facilitando el aprendizaje intermunicipal (Hulst y van Montfort, 2007). Así pues, los resultados han puesto de manifiesto que la gestión del conocimiento intermunicipal no solo mejora la eficiencia de las respuestas públicas, sino que constituye una palanca estratégica para la innovación

y la resiliencia climática. La articulación de redes de conocimiento permite transformar el capital cognitivo colectivo en capacidades efectivas de acción, especialmente en contextos caracterizados por la incertidumbre y la urgencia.

## 5. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha analizado el papel de la gestión del conocimiento como motor de la innovación pública local en contextos de emergencia climática, a partir del caso del “Programa de Innovación para la Resiliencia Climática” impulsado por la Red Innpulso tras la DANA de 2024 en la Comunidad Valenciana. Los resultados evidencian que la gestión del conocimiento intermunicipal constituye un elemento clave para fortalecer la capacidad de respuesta de los gobiernos locales ante eventos extremos. En particular, los mecanismos de intercambio, como el aprendizaje entre pares o las comunidades de práctica, permiten movilizar conocimiento técnico, reducir tiempos de reacción y mejorar la eficacia de las intervenciones. Asimismo, el estudio confirma que la gestión del conocimiento debe entenderse como un proceso socio-organizativo, condicionado por factores como la confianza, la cultura colaborativa y el liderazgo. En este sentido, las redes intermunicipales actúan como infraestructuras de conocimiento que facilitan la transferencia de experiencias y el aprendizaje colectivo.

Desde una perspectiva aplicada, el caso analizado muestra que la integración de conocimiento científico, experiencia municipal e innovación permite avanzar hacia modelos de recuperación transformadora, superando enfoques centrados exclusivamente en la reconstrucción física. A través de este trabajo, se pone de relieve la necesidad de incorporar estrategias de gestión del conocimiento en las políticas públicas locales orientadas a la resiliencia climática, destacando el papel de las redes intermunicipales como catalizadoras de innovación y adaptación en contextos de alta incertidumbre.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores reconocen la ayuda financiera prestada por el proyecto PID2021-126516NB-I00 financiado por MCIN / AEI /10.13039/501100011033 / FEDER, UE

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alo, O. A., Hoque, M. T., & Arslan, A. (2025). Leadership, knowledge management capability (KMC) and process innovation in African SMEs during and after the crisis. *Journal of Knowledge Management*, 29(5), 1708-1729. <https://doi.org/10.1108/JKM-10-2024-1263>

Hulst, R., & van Montfort, A. (2007). Inter-municipal cooperation: A widespread phenomenon. In R. Hulst & A. van Montfort (Eds.), *Inter-municipal cooperation in Europe* (pp. 1–21). Springer. [https://doi.org/10.1007/1-4020-5379-7\\_1](https://doi.org/10.1007/1-4020-5379-7_1)

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2022). *Climate change 2022: Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (H.-O. Pörtner, D. C. Roberts,

M. Tignor, et al., Eds.). Cambridge University Press.  
<https://doi.org/10.1017/9781009325844>

Kassa, E. T., & Ning, J. (2023). A systematic review on the roles of knowledge management in public sectors: Synthesis and way forwards. *Heliyon*, 9(11), e23456.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22293>

Laihonen, H., Kork, A.-A., & Sinervo, L. M. (2024). Advancing public sector knowledge management: Towards an understanding of knowledge formation in public administration. *Knowledge Management Research & Practice*, 22(3), 223–233.  
<https://doi.org/10.1080/14778238.2023.2187719>

López-Portillo, P., González, V., René, E., Hidalgo, R., & Alberto, J. (2016). Knowledge management metrics for public organizations: A literature review-based proposal. arXiv. <https://arxiv.org/abs/1609.09541>

Massaro, M., Dumay, J., & Guthrie, J. (2015). Public sector knowledge management: A structured literature review. *Journal of Knowledge Management*, 19(3), 530–558.  
<https://doi.org/10.1108/JKM-11-2014-0466>

McEvoy, P. J., Ragab, M. A. F., & Arisha, A. (2019). The effectiveness of knowledge management in the public sector. *Knowledge Management Research & Practice*, 17(1), 39–51.  
<https://doi.org/10.1080/14778238.2018.1538670>

Meerow, S., & Stults, M. (2016). Comparing conceptualizations of urban climate resilience in theory and practice. *Sustainability*, 8(7), 701.  
<https://doi.org/10.3390/su8070701>

Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.

Ramakrishna, G., Solomon, B., & Smitha, M. (2024). Knowledge management practices and the performance of public sector organizations: The role of information and communication technology. *Southwest Business and Economics Journal*, 29, 53–69.