

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD  
CATÓLICA DEL PERÚ**

**ESCUELA DE POSGRADO**



**Los factores de riesgos que limitan el desarrollo del gas natural en el Perú:**

**¿Deben ser informados en los reportes sostenibles?**

Trabajo de Investigación para obtener el grado académico de Maestro en Contabilidad  
que presenta:

**Eduardo Jhosimar Cayetano Pérez**

Asesor:

**Sergio Luis Cherres Juárez**

**Lima, 2025**


## Informe de Similitud

Yo, Sergio Luis Cherres Juárez, docente de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado *Los Factores de Riesgos que Limitan el Desarrollo del Gas Natural en el Perú: ¿Deben Ser Informados en los Reportes Sostenibles?*, del autor Eduardo Jhosimar Cayetano Pérez, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 2%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 01/03/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha:

Lima, 01 de marzo de 2025.

Apellidos y nombres del asesor: Cherres Juárez, Sergio Luis	
DNI: 06779764	
ORCID:0000-0001-5615-9609	

## Resumen

La crisis energética de las energías fósiles, incluido el gas natural, está enfrentando problemas medioambientales y de sostenibilidad. En consecuencia, las empresas del sector gas natural, no solo deben enfrentar los desafíos que comprometen su continuidad, sino que esta situación debe ser de conocimiento de las partes interesadas. Por ello, en esta investigación se busca identificar y describir los factores de riesgo que limitan el desarrollo de gas natural, así como las estrategias para mitigarlas y su relación con la divulgación en los reportes de sostenibilidad. Para ello, se ha revisado literatura vinculada a temas de “gas natural”, “energías fósiles”, “energías renovables”, “biogás”, “reportes sostenibles”, entre otros, que ha permitido desarrollar la investigación. El diseño de la investigación es cualitativo y la metodología utilizada es un case study múltiple que permite analizar el fenómeno de estudio. Las empresas que conforman la muestra son Limagas Natural y EVA Energy. Con los datos recopilados y analizados, se obtuvieron como resultados que los principales factores de riesgo son el agotamiento de las energías fósiles, la contaminación del medioambiente, los acuerdos internacionales que restringen el uso de energías fósiles y las energías alternativas que buscan desplazar a las energías tradicionales. Entre las principales estrategias para mitigar los riesgos está el uso de energías alternativas, la que más se asemeja al gas natural es el biogás. Finalmente, tanto los riesgos como las estrategias pueden ser divulgados mediante los reportes no financieros; esto permite a las empresas ser transparentes y brindar una información íntegra a los stakeholders.

Palabras Clave: Gas natural, Energías renovables, Biogás, Reportes sostenibles.

## Abstract

The energy crisis of fossil fuels, including natural gas, is facing environmental and sustainability problems. Consequently, companies in the natural gas sector must not only face the challenges that compromise their continuity, but this situation must also be made known to the stakeholders. Therefore, this research seeks to identify and describe the risk factors that limit the development of natural gas, as well as the strategies to mitigate them and their relationship with disclosure in sustainability reports. To this end, literature linked to topics of “natural gas,” “fossil energies,” “renewable energies,” “biogas,” and “sustainable reports,” among others, has been reviewed, which has allowed the research to be developed. The research design is qualitative, and the methodology used is a multiple case study that allows the study phenomenon to be analyzed. The companies that make up the sample are Limagas Natural and EVA Energy. With the data collected and analyzed, the results were obtained that the main risk factors are the depletion of fossil energies, environmental pollution, international agreements that restrict the use of fossil energies and alternative energies that seek to displace traditional energies. Among the main strategies to mitigate risks is the use of alternative energies; the one that most closely resembles natural gas is biogas. Finally, both risks and strategies can be disclosed through non-financial reports; this allows companies to be transparent and provide comprehensive information to stakeholders.

Keywords: Natural gas, Renewable energies, Biogas, Sustainable reports.

## Tabla de Contenidos

<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>v</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>vi</b>
<b>Capítulo I: Introducción .....</b>	<b>7</b>
1.1 Antecedentes.....	7
1.2 Definición del Problema de Investigación.....	8
1.3 Objetivo de la Investigación .....	9
1.4 Justificación de la Investigación.....	9
1.5 Preguntas de Investigación .....	10
1.6 Limitaciones de la Investigación .....	10
1.7 Delimitaciones .....	10
<b>Capítulo II: Revisión de la Literatura .....</b>	<b>12</b>
2.1 Antecedentes del Marco Teórico .....	12
2.2 Documentación.....	14
2.3 Mapa de la Revisión de la Literatura.....	15
2.4 Biomasa .....	17
2.5 Biogás - Biometano .....	22
2.6 Bioeconomía Circular Aplicada al Biogás .....	26
2.7 Sector Gas Natural.....	28
2.8 Reportes de Sostenibilidad .....	31
2.8.1 Reportes de Sostenibilidad y la Contabilidad .....	32
2.8.2 Lenguaje Financiero y Controles Ambientales .....	33
2.8.3 Marcos de Reportes para Medir la Sostenibilidad .....	35
<b>Capítulo III: Metodología .....</b>	<b>38</b>
3.1 Diseño y Tipo de Investigación .....	38

3.2 Población y Muestra .....	38
3.3 Recopilación de Datos .....	40
3.4 Análisis de los Datos .....	42
<b>Capítulo IV: Resultados .....</b>	<b>43</b>
4.1 Factores de Riesgos Externos y Estrategias a Informar en los Reportes no Financieros .....	43
4.1.1 Acuerdos Internacionales de Cero Emisiones de Carbono.....	43
4.1.2 Aceleración del Agotamiento de las Reservas de Gas Natural .....	44
4.1.3 Biogás .....	45
4.1.4 Bioeconomía Circular.....	46
4.1.5 El Mercado .....	47
4.2 Factores de Riesgos Internos .....	49
4.2.1 Tecnológica .....	49
4.2.2 Infraestructura y Materia Prima.....	49
4.2.3 Altos Costos en la Producción de Biogás.....	50
4.2.4 Compromiso de la Matriz de Carbono Neutral para el 2030.....	50
4.3 Futuras Líneas de Investigación .....	53
Conclusiones y Recomendaciones.....	54
Conclusiones.....	54
Recomendaciones .....	55
<b>Referencias.....</b>	<b>56</b>

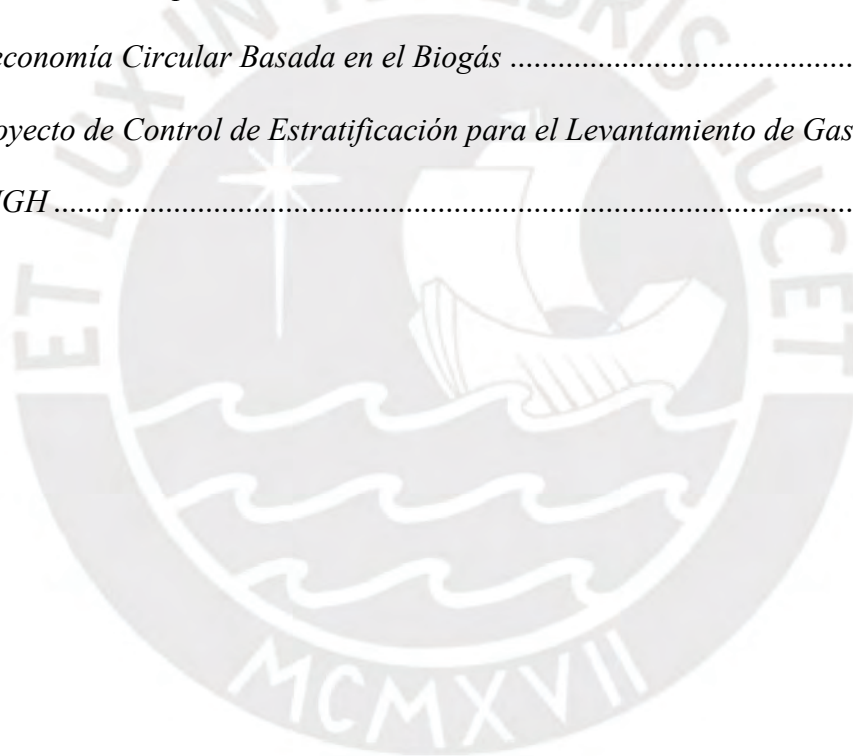
## Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Tipos de Biomasa: Residual y Virgen</i> .....	19
Tabla 2 <i>Población de Empresas Comercializadoras de Gas Natural</i> .....	39
Tabla 3 <i>Factores de Riesgos Externos que Limitan el Desarrollo del Gas Natural</i> .....	48
Tabla 4 <i>Factores de Riesgos Internos que Limitan el Desarrollo del Gas Natural</i> .....	52



## Lista de Figuras

Figura 1 <i>Mapa Conceptual de la Revisión Sistemática de la Literatura</i> .....	16
Figura 2 <i>Diagrama Entrada – Proceso – Salida del Proceso de Producción</i> .....	17
Figura 3 <i>Producción de Biogás con Materia Prima de Estiércol del Pollo</i> .....	20
Figura 4 <i>Producción de Biogás con Materia Prima de Orujo de Manzana</i> .....	21
Figura 5 <i>Producción de Biogás con Materia Prima de Desechos de Café</i> .....	22
Figura 6 <i>Esquema de Producción de Biogás</i> .....	24
Figura 7 <i>Proceso de Producción de Biogás</i> .....	25
Figura 8 <i>Una Breve Descripción de la Economía Circular</i> .....	26
Figura 9 <i>Bioeconomía Circular Basada en el Biogás</i> .....	28
Figura 10 <i>Proyecto de Control de Estratificación para el Levantamiento de Gas de NGH</i> .....	30



## Capítulo I: Introducción

### 1.1 Antecedentes

La energía se ha convertido en un bien indispensable que no es posible imaginarnos sin ella. Una interrupción provocaría que se apague la máquina económica mundial (Kougias et al., 2014). La principal fuente de energía en la actualidad proviene de las energías fósiles (Martins et al., 2019) y las de mayor consumo son: (a) el petróleo, (b) el gas, y (c) el carbón. Dichas fuentes de energía se utilizan en la generación de energía eléctrica, el transporte y producción industrial (Kularathne et al., 2019; Lelieveld et al., 2019). En la actualidad, aproximadamente el 80% de la demanda mundial de energía es cubierta por los combustibles fósiles (Mehta et al., 2019).

Liu (2020) aseveró que las características de las energías fósiles son no renovables y su relación con los problemas ambientales que generan conlleva a la necesidad de buscar nuevas fuentes de energías ecológicas. La sostenibilidad y la búsqueda de energía limpia y renovable ha tomado relevancia respecto al medio ambiente (Sharma et al., 2023a). Lograr el objetivo de cero emisiones de carbono para el 2050 obliga a los gobiernos a impulsar políticas para desarrollar la economía circular (Kapoor et al., 2020).

Diversos autores tales como Adnan et al. (2019) y Kang et al. (2020) sostuvieron que el acelerado agotamiento de las reservas de energías fósiles está vinculado con el incremento de la densidad poblacional. Por un lado, Kang et al. (2020) indicaron que el crecimiento demográfico de la humanidad ha provocado un aumento exponencial en la demanda de energía. Por otro lado, Adnan et al. (2019) mencionaron que el consumo de energía está aumentando con el crecimiento de la población. Así pues, se estima un incremento demográfico para el 2050 de 9.8 billones de personas y 11.2 billones para el 2100 (Naciones Unidas [UN], 2022).

Los stakeholders cada vez más toman mayor conciencia de la relevancia que viene tomando la problemática de la sostenibilidad a nivel mundial (Burritt & Schaltegger, 2010). Por ello, la importancia de informar y evaluar los datos ecológicos ha tomado fuerza en las compañías, debido al impacto ambiental en el desempeño financiero. Este tema se convierte en una problemática relevante que deben darle seguimiento los accionistas, bancos, entes reguladores y la población en su totalidad (Christofi et al., 2012; Sun et al., 2023a). Las compañías no solo deben informar las buenas prácticas ambientales y otras vinculadas, sino explicar cómo la sostenibilidad armoniza con el gobierno corporativo y perspectiva empresarial, la estrategia empresarial y el desempeño financiero sostenible (Oncioiu et al., 2020).

## 1.2 Definición del Problema de Investigación

Nargotra et al. (2018) y Sharma et al. (2019) reconocieron que existe una crisis energética, por lo cual, el problema energético se convierte en un importante reto para la generación actual (Sharma et al., 2019). El fin de las energías fósiles en un futuro próximo y la preocupación energética de hoy es un reto y oportunidad para la actual y futuras generaciones (Nargotra et al., 2018).

Las empresas que suministran energías fósiles, entre ellas el gas natural, deben lidiar con los problemas de la crisis energética, pues a nivel mundial se impulsa la descontaminación ambiental (Chen et al., 2020). Uno de los principales problemas es el agotamiento de recursos naturales que es acelerado por el crecimiento demográfico y a su vez una amenaza para satisfacer las necesidades de las actuales y futuras generaciones (Yadav et al., 2023). Otro académico como Martins (2018) manifestó que el uso de las energías fósiles es poco amigable con el planeta. Diversos autores sostuvieron que la tendencia es hacia el uso de energía con cero emisiones de CO<sub>2</sub> (Chen et al., 2020; Kapoor et al., 2020; Olsen et al., 2018). Por su lado, Bhatnagar et al. (2022) sostuvieron que el continente europeo planea tener un atributo diferenciador: quiere ser el continente con carbono neutral para el 2050, a través de alternativas neutrales en carbono.

La revisión de la literatura académica relacionada a temas ecológicos ha ganado cada vez más importancia para las compañías, debido a que el impacto del desempeño sostenible en el rendimiento financiero es una de las mayores preocupaciones para los inversionistas, bancos, gobiernos y los otros interesados (Sun et al., 2023a). Por ello, solo reportar de manera parcial la información de la organización conlleva a la omisión de otros aspectos donde se generan y reciclan productos (Farber et al., 2002). Esto conduce a la infravaloración y el uso insostenible de los recursos naturales, además de los impactos en el medio ambiente (Häyhä & Franzese, 2014; Herbohn, 2005). Por ello, la contabilidad tradicional debe incorporar información no financiera, es decir que cumpla con informar la realidad económica y además otros aspectos como la biofísica mediante el desarrollo sostenible que permita cubrir diversos campos (Bebbington et al., 2007; Hahn et al., 2010). Finalmente, la información contable debe proporcionar aspectos de la situación financiera y cuestiones sostenibles que deben ser reportados de manera periódica (Zhang & Chen, 2017).

Los estudios sobre controles e información en relación con temas ecológicos de las empresas han sido limitados (Henri & Journeault, 2010; Pondeville et al., 2013). Esto a pesar de que los temas ecológicos generan un impacto de gran envergadura, ya que robustecen la

contabilidad de la sostenibilidad, establecen un marco de divulgación de la información ambiental y apoyan los objetivos de gobernanza sustentable (Gunarathne & Lee, 2020). La información de sostenibilidad se encuentra vinculada con las estrategias empresariales y los procesos contables para de cubrir la demanda de información por parte de los interesados directos e indirectos (Bebbington & Larrinaga, 2014). Sin embargo, los indicadores en los reportes y difusión de sostenibilidad demandan un nivel de complejidad superior al nivel convencional contable (Mennicken & Espeland, 2019). Hay un crecimiento en la demanda de una divulgación sustentable fundamentada en controles ambientales eficientes, pero los investigadores sostienen que el lenguaje financiero es una variable ajena en relación con los temas ecológicos (Varma et al., 2024).

### **1.3 Objetivo de la Investigación**

Es de vital importancia destacar todas las cuestiones relevantes sobre la bioeconomía (Tassinari et al., 2021) y cómo se vincula con la información financiera y no financiera que reportan las empresas. Por ello, el propósito de la presente investigación es identificar los factores de riesgos que limitan el desarrollo del gas natural en el Perú que deben ser informadas en los reportes de sostenibilidad, así como las estrategias que mitiguen los riesgos identificados.

### **1.4 Justificación de la Investigación**

La crisis energética es un importante desafío para la generación actual (Sharma et al., 2019). Por un lado, tenemos la necesidad de consumir combustibles fósiles que a su vez aceleran las emisiones de carbono (Korse et al., 2021). Por otro lado, el agotamiento de recursos naturales que es acelerado por el crecimiento demográfico y, a su vez, representa una amenaza para satisfacer las necesidades de las actuales y futuras generaciones (Yadav et al., 2023). Por ello, en los últimos años, las autoridades gubernamentales vienen implementando políticas para fomentar la producción de energía renovable mediante diversos incentivos para las empresas (Sharma et al., 2023b). Investigadores como Akhtar y Rashid (2024) recomendaron que futuras investigaciones se focalicen en la productividad energética, la preservación de la biodiversidad y el uso de energías renovables. Adicionalmente, Mishra et al. (2023) aseveraron que la reutilización de los desechos abre las puertas a futuras investigaciones que permitan mitigar las preocupaciones ecológicas. Por último, se requieren más estudios sobre energía renovable para obtener soluciones novedosas que incluyan: (a) las políticas económicas, y (b) la cadena de valor (Bashir et al., 2024). Por su lado, Varma et al., (2024) aseguraron que se requieren estudios cualitativos que expliquen de qué manera la información de los reportes no financieros y la contabilidad son utilizados para fortalecer los controles ecológicos. Además, que se puede

investigar la conectividad entre los reportes no financieros y la contabilidad, de esta manera buscar un pensamiento amplio en la gestión de los procedimientos contables y los reportes de sostenibilidad.

Considerando lo antes mencionado, esta investigación contribuirá de la siguiente manera a cerrar la brecha de conocimiento identificada: (a) explorará alternativas de energías renovables vinculadas con el gas natural que permitan a las empresas del sector diversificar su cartera de productos; (b) contribuirá a ampliar la literatura científica sobre energías renovables y desarrollo sostenible; (c) ayudará a la reutilización de desechos que pueden ser aprovechados para la generación de energía y (d) revisará que datos deben ser comunicados en los reportes de sostenibilidad vinculados a los problemas y estrategias en la industria del gas natural.

### **1.5 Preguntas de Investigación**

La pregunta de la presente investigación es: ¿Cuáles son los factores riesgos y las estrategias que se deben revelar en los reportes de sostenibilidad en la industria del gas natural en el Perú?

### **1.6 Limitaciones de la Investigación**

El estudio estará limitado por el acceso a los datos de los investigadores desatacados. Si bien se tendrá acceso a las herramientas y reconocidas bases de datos que la Pontificia Universidad Católica del Perú está suscrita y nos pone a disposición, algunas publicaciones se encuentran disponible previa suscripción adicional o adquisiciones individuales. En consecuencia, esto imposibilita la inclusión de estas investigaciones en el análisis. Asimismo, la investigación no podrá focalizarse particularmente en el ámbito local debido a que las investigaciones del fenómeno objeto de estudio que son de alta calidad vienen siendo desarrolladas en el contexto de otras regiones y países. La falta de estudio local resalta la urgencia de más investigaciones en este ámbito para llenar el vacío existente. Por lo expuesto previamente, las limitaciones radican en la disponibilidad de fuentes que son limitadas, lo que indujo a que se tomaran diferentes estrategias de búsqueda.

### **1.7 Delimitaciones**

El presente estudio se realizó solo en el Perú, del 2020 al 2024. La población que se seleccionará para determinar la muestra, son las empresas que comercializan gas natural en el país. Dichas empresas están bajo la supervisión de OSINERGMIN (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería) la entidad se encarga de la regulación de las tarifas, la supervisión de las operaciones, con el objetivo de hacer cumplir las normas legales del sector.

Se excluye del estudio a las empresas que comercialicen otros tipos de combustibles, diferentes al gas natural, así como las empresas que oferten otro tipo de energía en el mercado peruano.



## Capítulo II: Revisión de la Literatura

### 2.1 Antecedentes del Marco Teórico

La explicación y surgimiento de la bioeconomía circular se fundamenta en diversas teorías y áreas de conocimiento. Estudios recientes han aplicado diversas teorías para explicar este fenómeno. Dichas teorías son: (a) teoría del comportamiento planificado (Berri & Toma, 2023), (b) teoría del portafolio (Fetanat et al., 2024), (c) teoría del cambio (Brandao & Santos, 2024; Fell et al., 2023), (d) la teoría del desarrollo sostenible (Akhtar & Rashid, 2024) y (e) teoría de la legitimidad (Alam., 2021). En esta investigación, se afirma que la teoría del desarrollo sostenible y la teoría de la legitimidad son las más convenientes para explicar el objeto fenómeno de estudio.

Por un lado, se eligió la teoría del desarrollo sostenible debido a la relación entre la bioeconomía (cómo se debe hacer), la economía circular (que se debe hacer) y la sostenibilidad (beneficios económicos, ambientales y sociales) que fue avalada por diversos investigadores como Rodriguez-Anton et al. (2019) y Rojas-Serrano et al. (2024). Adicionalmente, De Besi y McCormick (2015) definieron bioeconomía como una economía soportada en la *sustainable production* de base biológica. Finalmente, D'Amato et al. (2017) afirmaron que tanto la economía circular como la bioeconomía proponen estrategias para el desarrollo sostenible. Por otro lado, se consideró la teoría de la legitimidad debido a su vinculación con los reportes sostenibles que deben divulgar las compañías y que estas sean tomadas como legítimas por los usuarios interesados. La teoría de la legitimidad sostiene que, con el fin de cumplir con su contrato social, las compañías se empeñan continuamente en asegurar que los interesados perciban sus acciones como legítimas (Suchman, 1995).

La teoría del desarrollo sostenible es una de las teorías más aplicadas por diversos investigadores (Akhtar & Rashid, 2024; Ferraz & Pyka, 2023; Herrera-Franco et al., 2024; Toplicean & Datcu, 2024; Mishra et al., 2023; Rojas-Serrano et al., 2024; Zhang et al., 2024). Dicha teoría fue desarrollada en 1987 en el documento titulado *Our Common Future* (Rojas-Serrano et al., 2024). Este documento fue elaborado por World Commission on Environment and Development [WCED] (1987). El concepto desarrollo sostenible fue definido por WCED como “development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs”.

Siguiendo esa línea argumental, Sun et al. (2024) aseveraron que el desarrollo sostenible busca equilibrar las consideraciones económicas, sociales y ambientales asegurando el bienestar de las presentes y futuras generaciones. Por un lado, la sostenibilidad económica

satisface la demanda actual sin comprometer las del futuro (Lobo et al., 2015). Por otro lado, la sostenibilidad social tiene por objetivo satisfacer las necesidades de todos (Kolk, 2016). Por último, la sostenibilidad ambiental busca satisfacer las demandas básicas sin perjudicar la salud ambiental (Adams & Jeanrenaud, 2008).

Esta teoría puede ser aplicada a diferentes niveles territoriales tales como local, nacional, regional y global (United Nation [UN], 2017). Por ejemplo, en el 2015 las Naciones Unidas adoptó 17 objetivos de desarrollo sostenible para abordar diversos desafíos, entre ellos el cambio climático (Joshi et al., 2024). Además, el acuerdo de París planteó dos objetivos, los cuales se detallan a continuación: (a) la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, y (b) apoyo al desarrollo sostenible (Olsen et al., 2018). A nivel local, los inversionistas aplican la *sustainability* de manera positiva debido a los menores costos de financiamiento (Hartzmark & Sussman, 2024).

La teoría de la legitimidad ha sido desarrollada por diversos investigadores (Alam, 2021; Chelli et al., 2014; Deegan, 2019; Patten, 2020). El concepto “*organisational legitimacy*” que es esencial en la “*legitimacy theory*” se ha empleado y se sigue haciéndolo en varios estudios. Dowling y Pfeffer (1975), Parsons (1960), Shocker y Sethi (1974), y Suchman (1995) son algunos de los investigadores más citados y que provenían de un paradigma institucional (Deegan, 2019). El término “*legitimacy theory*” se originó con estudios de contabilidad social y ambiental. Guthrie y Parker (1989), Patten (1992), Gray et al. (1995), Deegan y Rankin (1996) y Deegan y Gordon (1996) son los primeros en utilizar el concepto de “*legitimacy theory*” y lo empleaban para enfatizar la legitimidad organizacional y su relevancia para las divulgaciones corporativas (Deegan, 2019).

La premisa principal que, para mantener organizaciones exitosas, los directivos deben garantizar que su entidad parezca estar funcionando conforme a las expectativas de la comunidad y, en consecuencia, se le otorga el estatus de “*legitimate*” (Mathews, 1997). Por ello, la influencia relativa de una entidad sobre temas de biodiversidad también parece tener un impacto en las comunicaciones que se realizan (Deegan, 2019). Por ejemplo, este asunto está tomando relevancia en el sector minero, especialmente en las empresas con ventajas medioambientales que una vez se conozcan públicamente sus impactos ecológicos negativos, se espera una reacción de divulgación de información por parte de estas empresas (Adler et al., 2017). Sin embargo, la teoría de la legitimidad también puede ser usada de forma estratégica para que las compañías utilicen los datos sociales y ecológicos tras una crisis empresarial. Por ejemplo, Cho (2009) evidenció que Total S.A. (la más grande empresa unificada de petróleo y gas a nivel mundial) empleó la divulgación ecológica como una potente herramienta de

legitimidad tras dos desastres ambientales como son el vertido de petróleo en el mar de Gran Bretaña en 1999 y una explosión en Francia en 2001.

## 2.2 Documentación

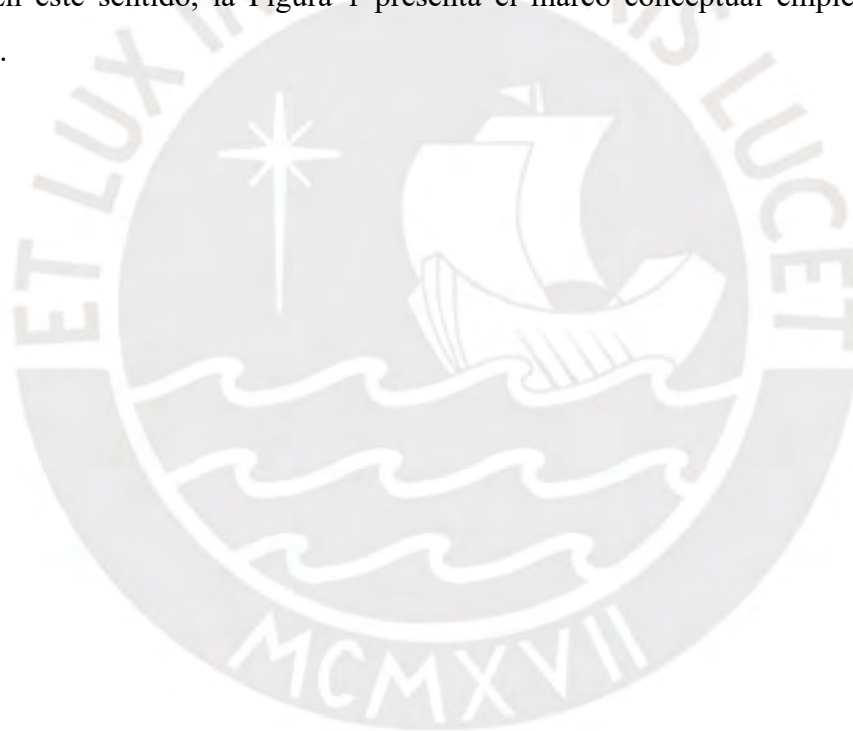
La base de datos utilizada para esta investigación es la Web of Science. Asimismo, se utilizaron otras bases de datos como Emerald, Google Scholar, entre otras. La búsqueda se centró en artículos científicos de alto impacto. La estrategia de búsqueda estará dirigida en artículos académicos publicados entre los años 2012 y 2024. Se abordarán temas vinculados con las siguientes palabras claves: “circular bioeconomy”, “circular economy” “fossil energies”, “sustainable development”, “theory of sustainable development”, “theory of change”, “legitimacy theory” “energy”, “biogas”, “biomethane”, “biomass waste”, “biogas from organic waste”, “biogas production development”, “biodiversiting”, “biodiversity accounting”, “waste organic”, “natural gas”, “the depletion of fossil energies”, “reporting sustainability”, “definition of biodiversity accounting”, y “definition of circular bioeconomy”. En esa misma línea, se priorizarán aquellas publicaciones de revistas de alto impacto y que tengan una cantidad considerable de citas, lo que respalda la calidad de la información. La delimitación temporal permite ver la evolución del fenómeno objeto de estudio. Sin embargo, la focalización de la investigación será sobre artículos publicados entre los años 2020 al 2024, lo que nos dará un mejor panorama sobre la situación actual del objeto de estudio. Para lograr desarrollar el estudio se utilizaron las siguientes combinaciones de las palabras claves antes mencionadas:

- “Bioeconomy circular and biogas”
- “Bioeconomy circular and theories”
- “Biogas from organic waste and circular economy”
- “Circular bioeconomy and sustainable development”
- “Renewable energies and bioeconomy”
- “Theory of change and the energy”
- “Theory of sustainable development and energy”
- “Legitimacy theory”
- “Waste organic, biogas and economy circular”
- “Biodiversiting and reporting practices”
- “Sustainability reporting”
- “Sustainability accounting”

Con la finalidad de respaldar la calidad y relevancia de la información se aplicarán criterios de inclusión y exclusión. Los artículos seleccionados deberán estar publicados en revistas que se encuentren en cuartiles Q1, Q2 y Q3 de SCImago. Asimismo, la búsqueda se realizará en la prestigiosa base de datos Web of Science. Finalmente, los artículos académicos para la investigación serán en el idioma inglés, lo que nos permite el acceso más actualizado a la línea temática.

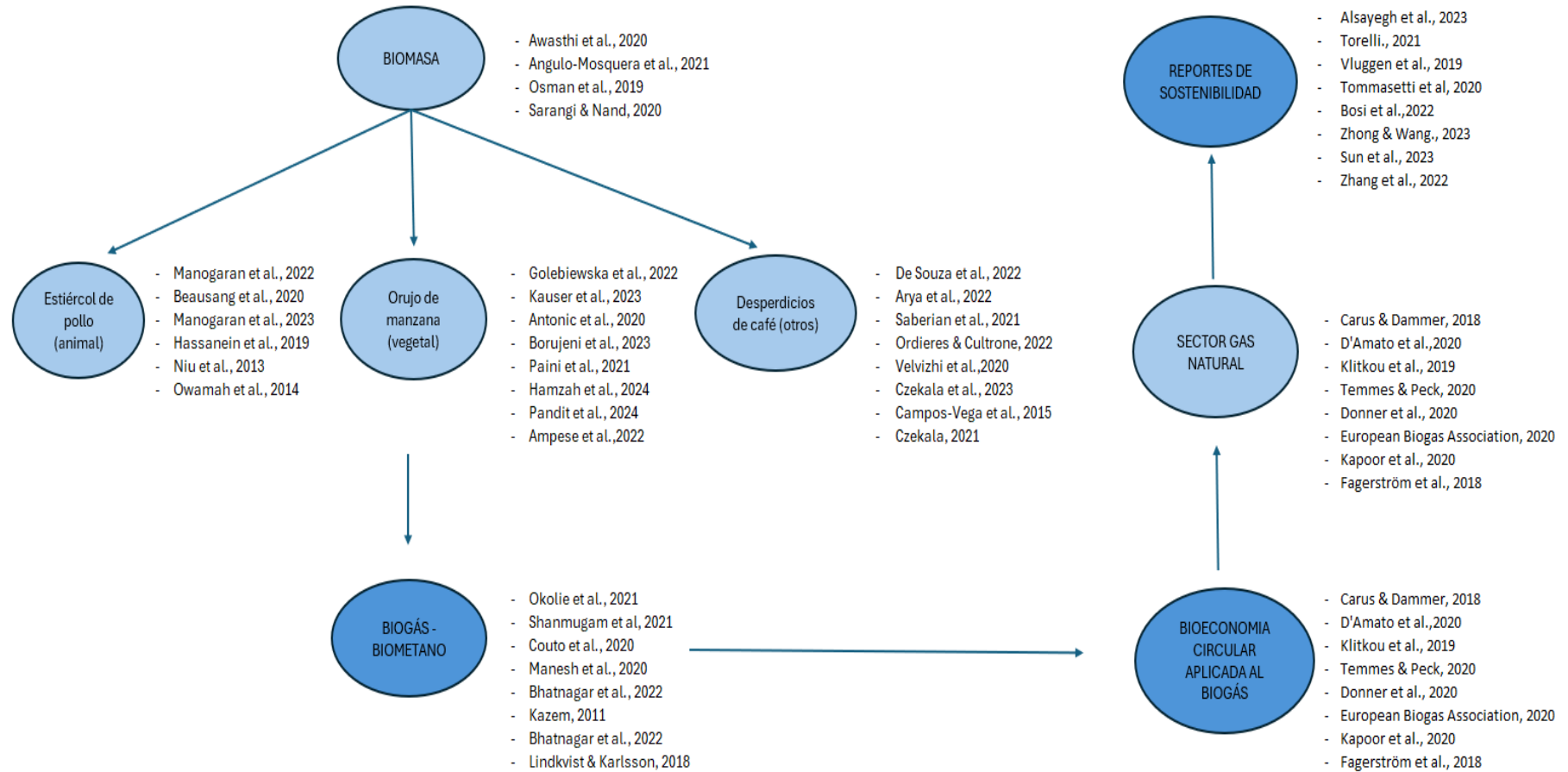
### **2.3 Mapa de la Revisión de la Literatura**

Para desarrollar el marco teórico y conceptual, es fundamental comprender los siguientes conceptos y su relación entre ellas, (a) desechos orgánicos, (b) biogas, (c) bioeconomía circular, (d) sector gas natural, (e) reportes de sostenibilidad y la contabilidad. A continuación, se detalla un desarrollo de cada uno de los conceptos y su relación que existe entre ellas. En este sentido, la Figura 1 presenta el marco conceptual empleado para esta investigación.



**Figura 1**

*Mapa Conceptual de la Revisión Sistemática de la Literatura*

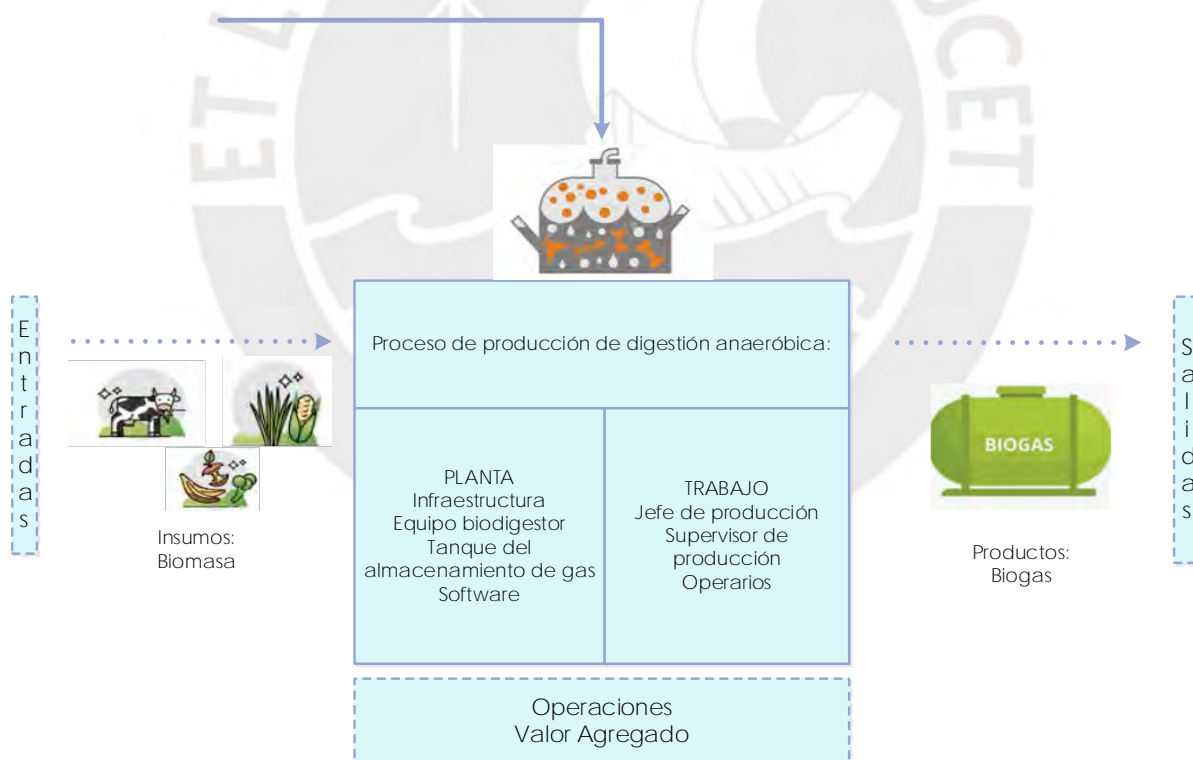


## 2.4 Biomasa

El crecimiento demográfico de la población humana ha traído como consecuencia un aumento significativo en la generación de desechos orgánicos (Awasthi et al., 2020). Los desechos orgánicos, restos agrícolas, plantas y algas enriquecidos en carbono son la biomasa que se usan para la producción de biocombustibles, entre ellos el biogas (Angulo-Mosquera et al., 2021). Los residuos de cultivos y animales, y otros desechos orgánicos son la materia prima para producción de los biocombustibles que se genera mediante el proceso de combustión (Osman et al., 2019). La biomasa posee un potencial protagonismo para la producción mundial de energía y otros bioquímicos renovables, debido a su abundancia y no producir impactos negativos al entorno ecológico global (Sarangi & Nand, 2020). En la Figura 2, se puede visualizar el diagrama entrada – proceso – salida que facilita la comprensión de lo antes mencionado.

**Figura 2**

*Diagrama Entrada – Proceso – Salida del Proceso de Producción*



En años recientes, han aparecido desafíos para enfrentar diversos retos como seguridad alimentaria, el agotamiento de recursos y el cambio climático, pasar de materias primas fósiles a materias primas biológicas (Gaurav et al., 2017). Sin embargo, la producción masiva para ser utilizada como biomasa, por ejemplo, cultivos alimenticios, presentan retos para la

sostenibilidad originados por la sobreexplotación agrícola (Nong et al., 2020). El uso de las materias primas alternativas, entre ellas los desechos industriales, todavía requiere de nueva tecnología que le permita tener un costo competitivo frente a sus competidores fósiles (Fitzgerald, 2017). Además, es necesario la diversificación de la materia prima para buscar eficiencia de la biomasa y con ello potenciar la competitividad en la producción de energía (Zhou et al., 2018).

Como uno de los principales recursos para la producción de la energía renovable, la biomasa ofrece beneficios en cuanto a diversidad, accesibilidad y sostenibilidad; su transformación en energía es posible por medio de procedimientos químicos (World Bioenergy Association [WBA], 2021). Se estimó que el mercado global de biomasa para producir energía y otros productos asciende a USD 1,300 millones (Tezer et al., 2022). Para el 2030 se espera que, de la demanda mundial de energía, el 50% aproximadamente provenga de fuente renovable, principalmente de biomasa (World Bioenergy Association [WBA], 2021). La contribución de la biomasa para la producción mundial de energía renovable tiene las siguientes participaciones en el mundo, (a) África 96%, (b) América 59%, (c) Asia 65% y (d) Europa 59% (Ver el siguiente link <http://bepa.yegm.gov.tr>).

Los desechos orgánicos que conforman la biomasa se dividen en cinco grupos: (a) excremento de animales, (b) desechos de la industria agrícola y afines, (c) aguas residuales municipales, (d) residuos sólidos municipales, y (e) desechos y residuos industriales en estado sólido y líquido (Dennehy et al., 2017). Por su lado, Tezer et al. (2022) clasificaron la biomasa en dos grupos principales (a) biomasa residual y (b) biomasa virgen, esta clasificación se explica en la Tabla 1.

**Tabla 1***Tipos de Biomasa: Residual y Virgen*

Grupos	Ejemplos ilustrativos de Biomasa	
Biomasa residual	Residuos municipales	
	Estiércol de animales	
	Residuos agrícolas	
	Residuos de la industria de alimentos	
	Residuos de madera	
	Residuos de aceite industrial	
Biomasa virgen	Algas	
	Hierbas	
	Cultivos energéticos	

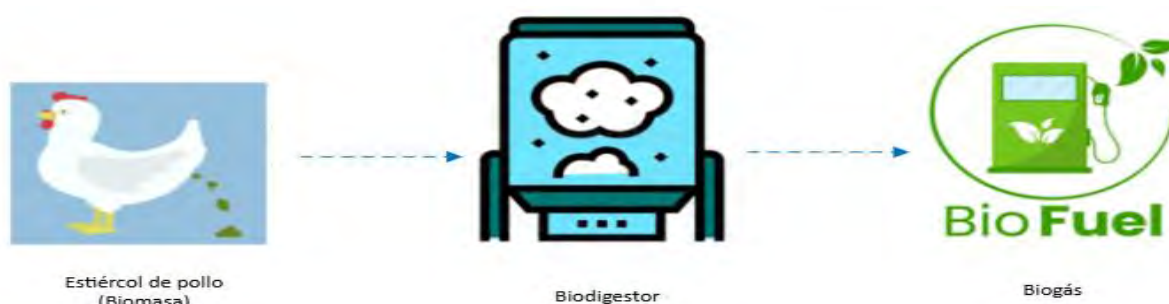
A continuación, algunos ejemplos del uso de diversas materias primas para la producción del biogás.

**Estiércol de Pollo.** El aumento de la demanda mundial de carne de pollo ha impulsado las instalaciones de mayores granjas y con ello trajo como consecuencia un aumento en la producción del estiércol de pollo (Manogaran et al., 2022). El sector avícola ha experimentado un rápido crecimiento en los últimos 50 años a nivel global con una razón anual de 5% (Beausang et al., 2020). A nivel global la producción anual de estiércol de pollo alcanza los 20,708 millones de toneladas, Asia y Europa aportan el 56% y 10% respectivamente, solo entre el 30% a 40% se usa para producir biogás (Manogaran et al., 2023). El estiércol de pollo está compuesto por las excretas y orinas de las aves (Hassanein et al.,

2019). Una de las características del estiércol de pollo es su base seca que abarca entre un 60% a 85% que es altamente degradable y permite ser usado en el proceso de producción de biogás (Niu et al., 2013). A comparación del estiércol de la vaca y el cerdo, el estiércol de pollo posee mayor cantidad de nutrientes y un superior potencial para la producción de biogás (Owamah et al., 2014). La Figura 3 permite mejorar nuestro nivel de entendimiento del proceso de producción de biogás, la cual tiene como materia prima principal el estiércol del pollo.

### Figura 3

#### *Producción de Biogás con Materia Prima de Estiércol del Pollo*



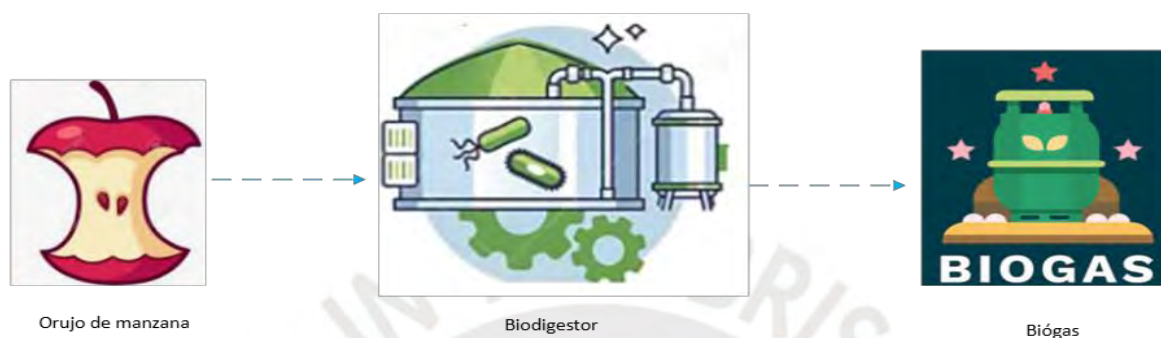
**Orujo de Manzana.** El crecimiento de la población humana ha generado un incremento en la producción de desechos, siendo la principal fuente los residuos de alimentos que representan más de un 44%, la industria de procesamiento de frutas es la principal responsable (Golebiewska et al., 2022). En el 2022 la producción de manzanas fue de 96 millones de toneladas métricas, siendo la tercera fruta más cultivada a nivel mundial, Irán es el mayor productor de manzanas con 2 millones de toneladas métricas (FAOSTAT, 2022). El orujo de manzana se ubica en una posición sobresaliente entre los desechos agroalimentarios que cuenta con una tasa anual de 4 millones de toneladas (Kauser et al., 2023). El sólido que compone del orujo de manzana incluye la piel, las semillas y la pulpa (Antonic et al., 2020).

Investigaciones precedentes han demostrado que el orujo de manzana es una potencial materia prima para la elaboración de productos ecológicos (Borujeni et al., 2023; Paini et al., 2021). En la Figura 4, podemos visualizar el proceso de producción de biogás cuya materia prima es el orujo de manzana. Un método efectivo para reducir los impactos ecológicos del orujo de manzana es desarrollar biorrefinería, transformándolo en energía limpia de valor añadido (Borujeni et al., 2023). El éxito de la biorrefinería depende de los biocatalizadores para crear una bioeconomía circular reduciendo costos y promoviendo la recuperación de desechos orgánicos mediante la reutilización (Hamzah et al., 2024). Mediante el proceso de digestión anaeróbica se reducen los desechos orgánicos y se aprovecha la recuperación de nutrientes y

energía (Pandit et al., 2024). El biogás alto en metano, posteriormente, puede usarse como energía. Por ejemplo, en combustible para el transporte y reemplazar a los combustibles fósiles, con ello se aplica las estrategias de la bioeconomía (Ampese et al.,2022).

#### Figura 4

##### *Producción de Biogás con Materia Prima de Orujo de Manzana*



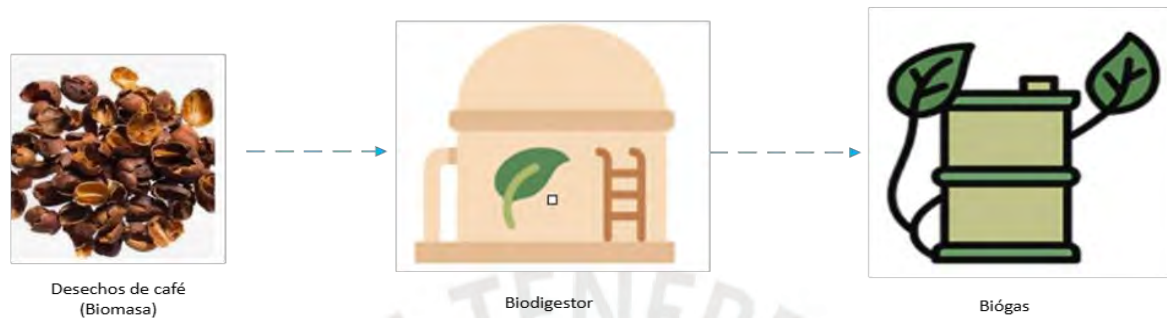
***Desechos de café.*** La concentración de la oferta global de café está situada en América del Sur y su mayor consumo se da en Europa, a pesar de ser una bebida de consumo mundial (De Souza et al., 2022). La generación de desechos del café es un proceso directamente vinculado con producción y consumo (Arya et al., 2022). Solo el 5% de los granos de café se emplean en la cosecha, mientras que el resto se mantiene como residuos que son cascara, hojas, ramas, entre otros. Estos residuos son vertidos en pozos de café durante el proceso de producción (Saberian et al., 2021). El incremento de la demanda mundial de café ha provocado la generación de más desechos. Por cada tonelada de café se genera 650 Kg de residuos. Durante los años 2020-2021 se consumió cerca de 10 millones de toneladas de café en el mundo (Ordieres & Cultrone, 2022).

La eliminación de desechos biodegradables no es la mejor alternativa, ya que generan emisiones de gases que pueden dañar el entorno ambiental (Velvizhi et al.,2020). El empleo de residuos de café como abono tiene un impacto positivo en la cosecha, pero no soluciona el problema de las emisiones de carbono que daña el medioambiente (Czekala et al., 2023). Además, una mejor forma de aprovechar los residuos del café es para la producción de energía en el entorno de la transformación energética renovable, pues los desechos son de origen orgánico y se categorizan como biomasa (Campos-Vega et al., 2015). Es posible mediante procesos térmicos y biológicos la conversión de los residuos de café en energía (Ver Figura 5). En el caso de residuos con un elevado porcentaje de sólidos totales pueden ser usados para la producción de biocombustibles sólidos (Czekala, 2021). Sin embargo, residuos que contengan

una mayor cantidad de agua necesitan secarse antes de ser procesados, y esto ha generado costos adicionales (Czekala et al., 2023).

### Figura 5

*Producción de Biogás con Materia Prima de Desechos de Café*



### 2.5 Biogás - Biometano

Los combustibles de fuentes no renovables hacen frente de la creciente demanda mundial. Sin embargo, sus problemas de volatilidad de precios, el cambio climático y el deterioro ambiental impulsan a buscar nuevas alternativas de energía limpias y sostenibles (Okolie et al., 2021). Las iniciativas del uso de energías renovables han tomado fuerza a nivel global debido al agotamiento de las fuentes de energías no renovables, la sostenibilidad ambiental y la seguridad energética (Shanmugam et al, 2021). Las energías renovables como la eólica y solar han experimentado avances, pero están limitadas por la estacionalidad climática (Couto et al., 2020). En cambio, los biocombustibles cuya fuente es la biomasa residual con variedades en los desechos orgánicos son la alternativa frente a los combustibles fósiles, debido a su disponibilidad y su capacidad de renovarse (Okolie et al., 2021).

El abastecimiento energético proviene de tres principales combustibles de naturaleza no renovable que son el petróleo, carbón y gas natural en 23.7%, 30% y 32.6% respectivamente (Manesh et al., 2020). Sin embargo, numerosos países avanzados vienen acogidos al uso de energías alternativas como los biocombustibles, entre ellos tenemos a el biogás en sustitución del gas natural (Bhatnagar et al., 2022). La demanda por generar energía renovable está en constante crecimiento y se proyecta un aumento del 15% al 50% para el año 2050 (Kazem, 2011). Mediante el Pacto Verde Europeo, dicho continente tiene como objetivo de llegar a la neutralidad del carbono mediante el uso de energía renovable, por ejemplo, el biogás (Bhatnagar et al., 2022). La generación de biogás ayuda a reducir las emisiones de gases de

efecto invernadero alrededor del 20% y la Comisión Europea proyecta una reducción del 40% para el 2030 (Lindkvist & Karlsson, 2018).

La producción de energía con fuentes de desechos y desperdicios cierran el ciclo de vida de los materiales al ser reutilizados, esto es a lo que se denomina bioeconomía circular (Tomic & Schneider, 2018). Estos desechos y desperdicios son la base la producción del biogás – biometano que presenta un gran potencial de desarrollo en el sector energía al tener una orientación hacia la sostenibilidad con enfoque ambiental y social (Baena - Moreno et al., 2021). El proceso de digestión anaeróbica de desechos orgánicos es utilizado para la genera el biogás y biometano, la composición está conformada principalmente por el metano y en menor proporción de CO<sub>2</sub> y otros gases, sin embargo, el biometano es prácticamente puro metano, este producto se genera de la optimización del biogás o a través de la gasificación de la biomasa sólida (International Energy Agency [IEA], 2020). Es importante resaltar las ventajas medioambientales que genera el uso del biogás - biometano debido a la reutilización de los desechos y desperdicios orgánicos (Valenti et al., 2018).

El biogás es un combustible verde debido a sus bajas concentraciones de dióxido de carbono, su composición química: metano (CH<sub>4</sub>: 45–80 %), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>: 27–45 %), hidrógeno (H<sub>2</sub>: 1–10 %), nitrógeno (N<sub>2</sub>: 0,5–3 %), oxígeno (O<sub>2</sub>: 1 %), monóxido de carbono (CO: 1 %) y una mínima cantidad de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S) (Atelge et al., 2020). El biogás presenta un tono incoloro y emite un olor identificable como el de huevos podridos, este gas se inflama con una característica llama color azul con una temperatura de 800° C (Liu et al., 2016). Para la producción de biogás se requiere un sistema compuesto por un depósito de digestión, punto de entradas y salidas, y un estanque de almacenamiento del gas que se resumen en el ingreso de materiales orgánicos, almacenar el gas, para luego suministrarlo.

La investigación académica resalta la generación de biogás – biometano y su implementación puede brindar nuevas oportunidades para la sociedad mundial en diversos niveles (Haider et al., 2020). La variedad de materia prima como estiércol de animales, residuos orgánicos de frutas y otros desechos de origen orgánico permiten la producción de biogás y a su vez esta bioenergía sea destinada como combustible de vehículos, distribuirse mediante redes de gas o base para la producción de energía (International Energy Agency [IEA], 2020).

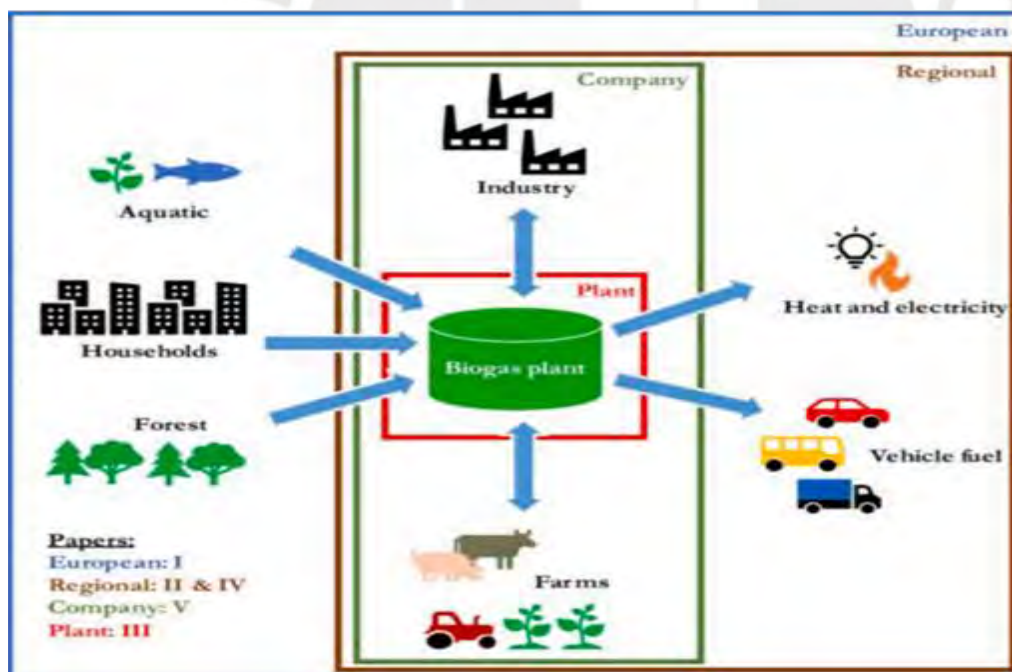
Europa es el continente donde encontramos el biogás ampliamente distribuido, sin embargo, su prometedor potencial todavía sigue sin ser explotado en gran medida (Prussi et al., 2021). Simultáneamente, es imprescindible valorar el potencial aporte que el biogás brinda a la comunidad mundial (Schmid et al., 2019). No obstante, existen ciertas dificultades vinculadas a la puesta en marcha del biogás relacionadas con la ausencia de aceptación de un

nuevo producto en la sociedad, de las plantas de biometano y regulaciones por parte de los estados (Budzianowski & Brodacka, 2017).

Durante el proceso de producción de biogás es necesario combinar los desechos orgánicos con agua en el mismo nivel y tras la homogenización esto debe ser depositado en el reservorio para su digestión y posteriormente se obtiene el gas metano (Umeghalu et al., 2012). En la Figura 6, se ilustra el proceso de producción del biogás. Para una utilización rentable del biogás, la fermentación puede realizarse mediante condiciones controladas de manera sencilla en un equipo llamado reservorio de digestión o digestor (D'Este et al., 2017). En el digestor durante la fase de fermentación se generan procesos químicos y biológicos producto de la falta de oxígeno y presencia de organismos anaeróbicos lo que genera los gases metano y otros que componen el biogás, (Zhu et al., 2017). La calidad del biogás es determinada por el metano que contiene, por lo que a mayor cantidad de metano más alta la calidad del biogás (Liu et al., 2016).

**Figura 6** Esquema de Producción de Biogás

*Esquema de Producción de Biogás*



*Nota.* Tomado de “System Studies of Biogas Production: Comparisons and Performance” por E. Lindkvist, 2020, *Linköping University Electronic Press*, 2078, p. 21.

El proceso de digestión anaeróbica es totalmente bacteriano que ocurre ante la ausencia de aire y puede dividirse en 5 fases.

**Fase uno.** En esta fase los desechos orgánicos son separados de las impurezas para luego proceder a su fermentación, para luego ser mezclado con el agua y son vertidos en los reservorios digestivos e inicia la reacción digestiva (Zhu et al., 2017).

**Fase dos.** Durante esta fase las bacterias anaeróbicas emplean enzimas para desintegrar grandes cantidades de elementos orgánicos como proteínas, carbohidratos, celulosa y grasas en estructuras más reducidas, esta conversión de moléculas de gran peso a menor peso es un proceso que lo realizan las bacterias conocidas como bacterias acuáticas. (Tian et al., 2015).

**Fase tres:** Para esta fase las bacterias productoras de ácido inician un proceso de degradación hasta generar ácidos biológicos, las bacterias productoras de ácidos transforman las sustancias orgánicas en ácidos volátiles, las proteínas en aminoácidos, los carbohidratos en azúcares y luego en ácidos grasos volátiles, ácidos grasos en ácidos grasos volátiles (Kougias et al., 2016).

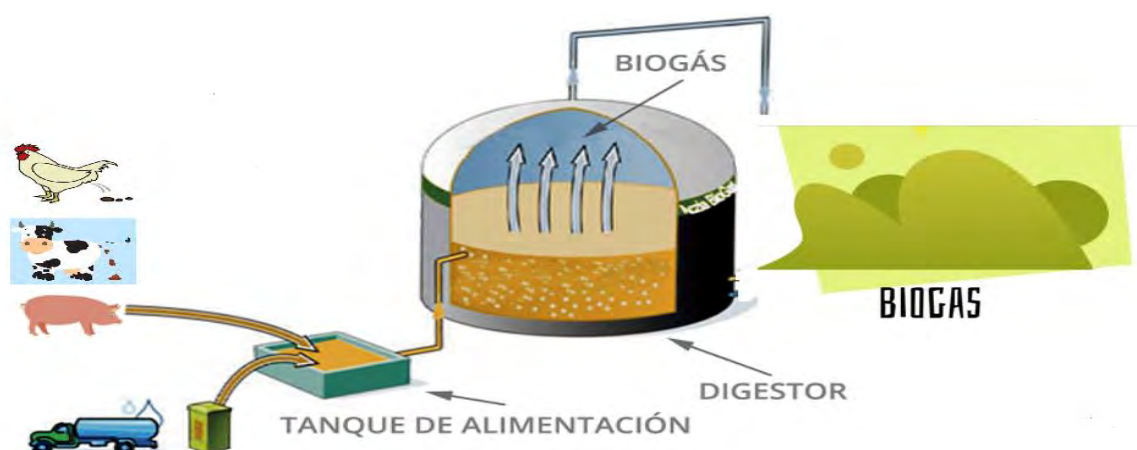
**Fase cuatro:** Llegada a esta fase inicia la generación de gases, las bacterias metanogénicas transforman los ácidos generados en la fase previa en metano en pequeñas cantidades, este conjunto de bacterias son un grupo reducido que se desarrollan y reproducen de manera gradual (An et al., 2017).

**Fase cinco:** En la última fase es la de producción de metano, las bacterias que generan metano necesitan más tiempo para reproducirse a comparación de las otras bacterias, para ello se requiere proporcionar condiciones adecuadas para que la fusión de ambas bacterias genere un flujo de gas homogéneo, finalmente el triunfo de este proceso es generar gas metano (Zhang et al., 2017).

La Figura 7 permite mejorar nuestro nivel de entendimiento del proceso de la digestión anaeróbica y el de producción de biogás, la cual tiene como materia prima principal el estiércol.

**Figura 7**

*Proceso de Producción de Biogás*

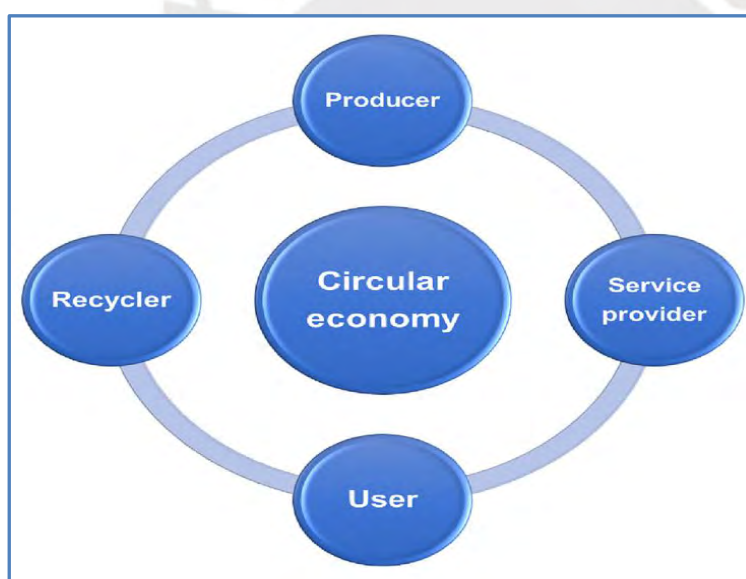


## 2.6 Bioeconomía Circular Aplicada al Biogás

El aumento exponencial de la población mundial la demanda de recurso va en la misma dirección, lo que genera una preocupación de optimizar los recursos (Kaur et al., 2022). Para enfrentar este problema se introduce la económica circular como una solución, que busca optimizar el uso de los recursos y suprimiendo los desechos mediante su reutilización (Clark et al., 2016). La económica circular tiene como base dos fundamentos: 1) optimizar el uso de los materiales que se incluyen en los productos, 2) minimizar la pérdida a través del tiempo (Clark et al., 2016). El uso de los desechos para producir nuevos productos e introducirlos al mercado es la aplicación de la económica circular (Mishra et al., 2023), esto es graficado en la Figura 8.

**Figura 8**

*Una Breve Descripción de la Economía Circular*



*Nota.* Tomado de “Waste-to-chemicals: Green Solutions for Bioeconomy Markets” por Mishra, K., Siwal, SS., Nayaka, SC., Guan, ZW., & Thakur, VK, 2023, *Science of The Total Environment*, 887, p. 2.

Últimamente, el término “*bioeconomy*” ha ganado popularidad y relevante importancia a nivel mundial, muchos países han abordado el tema de diferentes maneras (Beluhova-Uzunova et al., 2019). El interés que ha generado el concepto bioeconomía es debido a los diversos desafíos que se enfrenta la economía mundial, estos asuntos abarcan la producción sustentable, mejora en la salud pública, mitigación del cambio climático, desarrollo social que se engloban en un desarrollo mundial sostenible (Lewandowski et al., 2018). Las actividades

relacionadas con la producción de nuevos productos con base de reutilización de recursos naturales son abarcadas por la bioeconomía (Hysa et al., 2020). Por lo tanto, la bioeconomía está vinculada a sectores como alimentación, agricultura, silvicultura, entre otros de origen orgánico para que finalmente los desechos y desperdicios sean introducidos a las industrias químicas, biotecnológicas y de energía. (Publications Office of the European Union, 2024).

La economía circular y la bioeconomía no son términos opuestas. Por el contrario, se complementan en una sola idea unificada que es la bioeconomía circular (Carus & Dammer, 2018). Los principios de la economía circular y la bioeconomía son integrados por la bioeconomía circular tiene como propósito administrar de manera más eficaz los recursos biológicos mediante la reutilización de los desechos de origen biológico, de esta manera enfrentan problemas como la contaminación, seguridad energética y producción sostenible (D'Amato et al., 2020). Dicho de otra manera, generar productos de alto valor añadido con base en recursos biológicos es una de las metas primordiales en la bioeconomía circular (Klitkou et al., 2019). En resumen, la bioeconomía circular es una economía en la cual se recuperan los desechos de origen biológico de manera sostenible y eficiente mediante la generación de bioproductos, por ello tiene un papel relevante en las agendas políticas de diversos países que ya han puesto en marcha acuerdo de sostenibilidad mundial (Temmes & Peck, 2020).

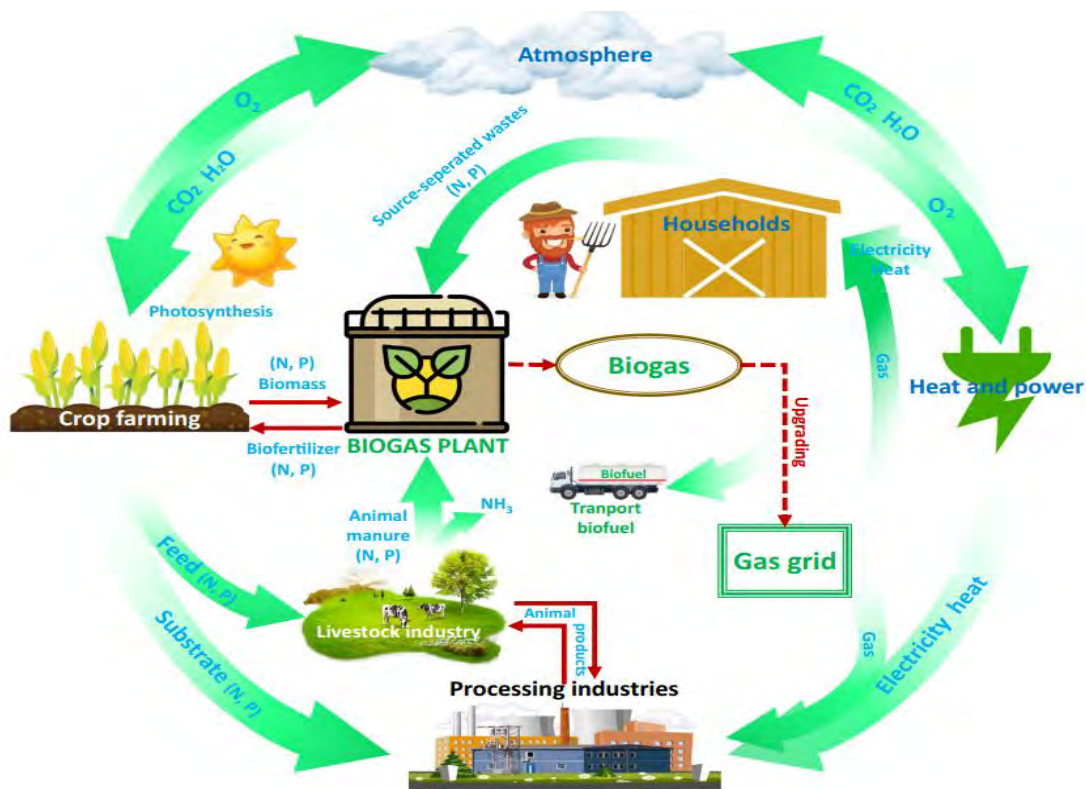
La búsqueda constante de una sociedad sostenible hace tomar más fuerza e importancia a la bioeconomía circular, con una mayor relevancia en la industria agrícola debido a sus grandes cantidades de residuos como purín de animales, desechos alimentarios, entre otros que pueden ayudar a mitigar los daños ecológicos globales y aportar valor a la cadena de producción mediante la reutilización de los desechos orgánicos (Donner et al., 2020). La implementación de la bioeconomía circular enfocada en la producción del biogás mediante la reutilización de residuos y desechos es muy prometedora, dado que el biogás es una energía renovable y sustituyendo a las energías fósiles, además que disminuye la emisión de gases que genera el estiércol de los animales (European Biogas Association, 2020). Por ello, la bioeconomía circular con base en el biogás ofrece múltiples beneficios como la producción a diferentes escalas, equipos y mantenimiento relativamente bajos y la recuperación de los nutrientes encontrados en los residuos y desechos (Kapoor et al., 2020). Se puede notar que la bioeconomía circular vinculado con la producción de biogás presenta una visión alentadora, pues se centra en vincular cada componente entre ellos como el ciclo de un ecosistema, esto se puede apreciar en la Figura 9 (Fontaine et al., 2020).

La implementación de la digestión anaeróbica en una bioeconomía circular no se limita solo a la producción del biogás, sino que también incluye la descontaminación ambiental

mediante la reutilización de los desechos orgánicos que emiten gases de efecto invernadero, la producción de bioproductos y la recuperación de nutrientes (Fagerström et al., 2018). La digestión anaeróbica ha expandido su alcance debido a la aparición de nuevas tecnologías y los nuevos equipos que participan de la conservación y recuperación de nutrientes (Batstone et al., 2014).

**Figura 9**

*Bioeconomía Circular Basada en el Biogás*



*Nota.* Tomado de “Developing a biogas centralised circular bioeconomy using agricultural residues-Challenges and opportunities” por Feng, L., Aryal, N., Li, YQ., Horn, SJ., & Ward, AJ., 2023, *Science of the Total Environment*, 72, p. 3.

## 2.7 Sector Gas Natural

El gas natural es considerado como una energía fósil limpia que tiene bajas emisiones de carbono y es amigable con el medio ambiente con respecto a otras energías fósiles como el petróleo y el carbón (Li et al., 2022). Por ello, el gas natural juega un rol importante al contribuir a reducir la contaminación ambiental y el control del CO<sub>2</sub>, debido a sus bajas emisiones de carbono (Rossi et al., 2019). Se ve al gas natural como un sustituto de las energías fósiles tradicionales debido a su baja contaminación, altas reservas y densidad energética (Sun et al., 2023b).

La forma física del gas natural se puede presentar como hidratos de gas natural o gas (Li et al., 2022). La composición de los hidratos de gas natural está conformada por moléculas de agua, gas a alta presión y baja temperatura (Ndlovu, et al 2022). Algunos procedimientos como la despresurización y desplazamiento del CO<sub>2</sub> se han estado implementando a nivel mundial a modo de prueba (Zhang et al., 2022b). Por un lado, Japón realizó pruebas con hidratos de gas natural para la producción de gas en la región oriental en el mar de Nankai Trough entre los años 2013 y 2017 (Xue et al., 2023). Por otro lado, China ha ejecutado tres iniciativas de prueba, esta producción experimental ha tenido éxito (Zhu et al., 2021).

Si bien hay éxitos en la producción de gas a partir de los hidratos del gas natural, esto ha resultado muy costosa en la construcción de la infraestructura, además de problemas con la arena en el proceso de producción (Wang et al., 2022). Además, la producción lograda era escasa y todavía había un extenso camino por recorrer en esta forma de producir el gas natural (Wan et al., 2023). En la Figura 10 se muestra el proceso de producción de gas natural, donde se puede observar dos pozos, uno es utilizado para los hidratos de gas natural y el otro para el gas natural (Tang et al., 2024). Lograr el objetivo de cero emisiones de carbono para el 2050 obligará a los gobiernos a impulsar a realizar pactos de compromisos (Kapoor et al., 2020).

Por un lado, mediante el Pacto Verde Europeo, dicho continente tiene como objetivo de llegar a la neutralidad del carbono (Bhatnagar et al., 2022). Por otro lado, El acuerdo de Paris se planteó la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (Olsen et al., 2018). Adicionalmente, en setiembre 2020 se propuso el compromiso de China para ser carbono neutral con el rumbo de un país ecológicamente sostenible para el 2060 (Yalew et al., 2020 & Matthews et al., 2020).

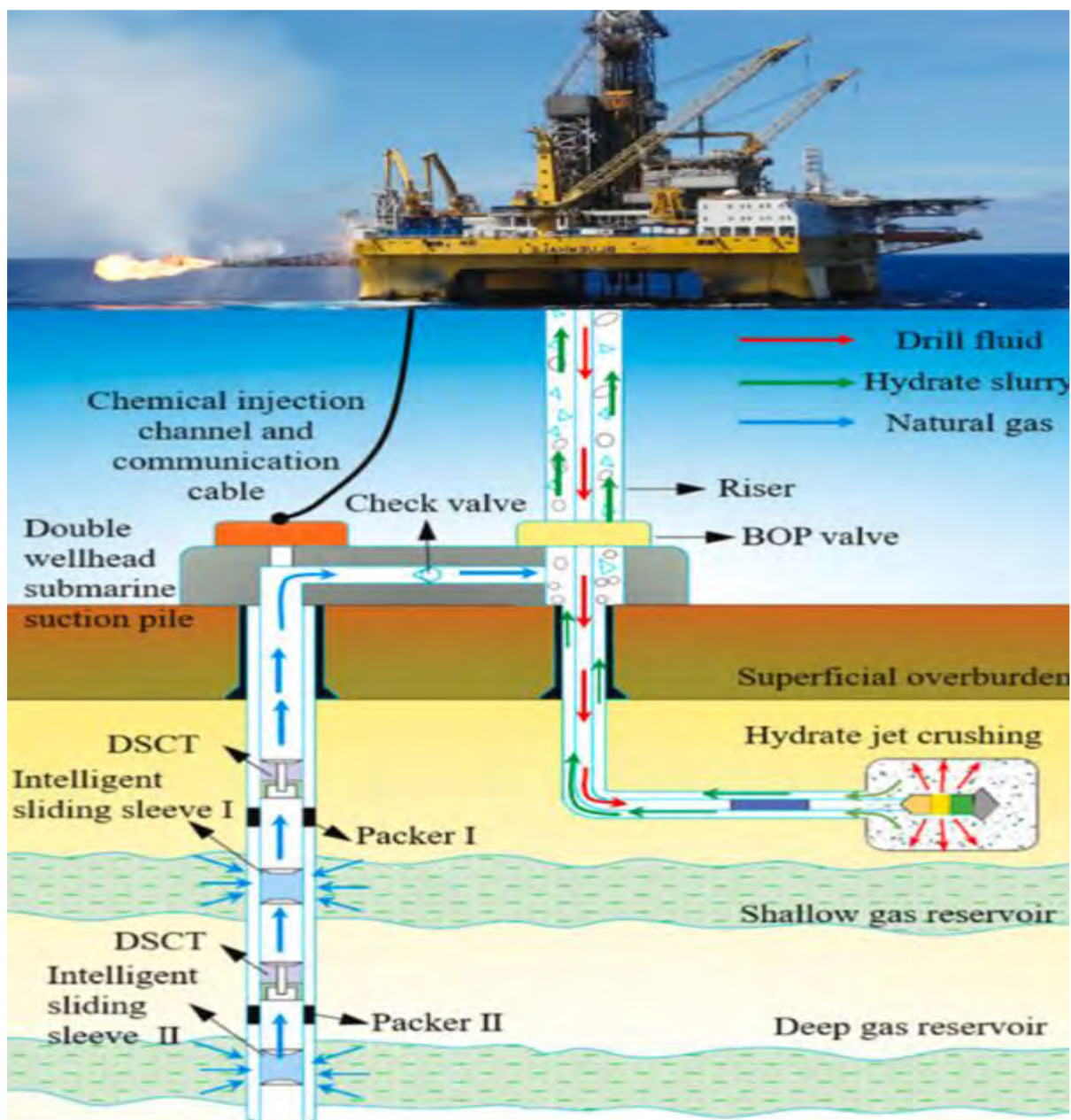
La obligación de mantener en cero emisiones de carbono presenta retos inéditos para la industria de energías fósiles, entre ellas el gas natural. El comercio de energías renovables está iniciando su desplazamiento en el mercado de energía (Chen et al., 2020). Respecto al compromiso de carbono cero por diversas naciones, esto tiene un impacto en la oferta y demanda de energía que debe acelerar cambios en las estructuras del suministro (Zhang & Chen, 2022).

En lo que respecta a la tecnología e infraestructura para las cero emisiones de carbono o negativas, éstas se convertirán en temas de investigación y desarrollo por las empresas, organizaciones y gobiernos con el objetivo de agilizar la transición hacia una economía de cero emisiones de carbono que les permita cumplir con los objetivos medioambientales y de sostenibilidad trazados (Wang et al., 2021). Por ello, el entorno de compromisos mundiales de cero emisiones de carbono y un cuidado del medio ambiente exhorta a las empresas del sector

de gas natural a elaborar un plan de acción para una transición hacia el uso de las energías renovables que les permitan cumplir con los acuerdos pactados y asegure su continuidad en el mercado (Wang et al., 2021). Para un mejor entendimiento de la industria del gas natural y sus procesos, la Figura 10 se presenta las distintas etapas de un proyecto de estratificación para el levantamiento de gas de NGB.

**Figura 10**

*Proyecto de Control de Estratificación para el Levantamiento de Gas de NGH*



*Nota.* Tomado de “Study on Multi-Stage Adjust Mechanism of Downhole Stratification Control Tool for Natural Gas Hydrate Multi-Gas Combined Production Gas Lift” por Tang, Y., Zhang, YL., He, YF., Zhou, YJ., Zhao, P., & Wang, GR., 2024, *International Journal of Hydrogen Energy*, 72, p. 802.

## 2.8 Reportes de Sostenibilidad

Los reportes de sostenibilidad son el medio para evaluar y transmitir el rendimiento de la organización con el fin de alcanzar la meta del desarrollo sostenible (Alsayegh et al., 2023; Torelli., 2021).

Esta práctica permite abarcar la responsabilidad por este rendimiento y divulgarlo frente a stakeholders internos y externos (Vluggen et al., 2019). Los reportes de sostenibilidad a su vez son instrumentos de medición de la gestión y revisión de responsabilidad (Rahi et al., 2022). Esto significa reportar cómo una entidad considera la sostenibilidad en sus operaciones y su repercusión en el ámbito ecológico, social y económico (Tommasetti et al, 2020).

Los reportes de sostenibilidad son la vía para la exposición pública de las compañías con el objetivo de comunicar el rendimiento y datos relacionados con el medio ambiente, sociedad y la gobernanza (Bosi et al.,2022; Zhong & Wang., 2023). Dichos reportes alcanzan su carácter público a través de su divulgación en páginas de entes reguladores o redes de medios propios (Alsayegh et al., 2023; Stefanescu., 2021). También, mediante la difusión activa o cualquier otro método para proporcionar la información a los usuarios interesados (Petrescu et al., 2020) Últimamente, debido a su relevancia para los usuarios, los reportes de sostenibilidad se han convertido en mucho más que datos (Alghamdi & Agag, 2023). Sin embargo, la desafortunada paradoja es que el deterioro y la devastación ecológica se está dando en grados nunca visto (Torelli., 2021).

La evaluación y divulgación de datos de sostenibilidad ha ganado cada vez más importancia para las compañías, debido a como se ve afectado desempeño financiero por el desempeño sostenible que es una de las mayores preocupaciones para los inversionistas, bancos, gobiernos y los otros grupos de interés (Sun et al., 2023). Los reportes tienen un enfoque más preventivo que correctivo en los aspectos de sostenibilidad y medioambiente (Zhang et al., 2022). Busca erradicar causas que generen esfuerzos materiales y económicos, desestimar estos riesgos puede conllevar a resultados catastróficos con escala local, nacional, regional o global (Ahmad et al., 2022). La importancia de esta información fue tomada en cuenta por entes reguladores de la información financiera que finalmente, el 26 de junio del 2023, el Consejo de Normas Internacionales de Sostenibilidad [ISSB] publicó oficialmente sus primeros estándares de Normas Internacionales de Información Financiera de Sostenibilidad para que sean adoptadas de manera voluntaria por las empresas, iniciando una nueva era en la presentación de informes corporativos internacionales.

### 2.8.1 Reportes de Sostenibilidad y la Contabilidad

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Organización de las Naciones Unidas [ONU] está diseñada para orientar a los países que aspiran a un futuro sostenible, por ello las organizaciones a nivel global tienen entre sus principales compromisos la construcción de un mundo sostenible y el afrontar sus desafíos (Lim et al., 2018). No existe consenso en la interpretación de sostenibilidad. Algunos términos utilizados por la comunidad científica son los siguientes: medioambiente, social y gobernanza [ESG], responsabilidad social corporativa [SCR], reporting integrado, reporting no financiero. Diversas organizaciones demandan varios informes vinculados con las metas de sostenibilidad (Stolowy & Paugam, 2023). Por un lado, se necesita de un entendimiento preciso en un horizonte temporal de la proyección financiera de la entidad para que los datos de sostenibilidad puedan ser utilizados (Young-Ferris & Roberts, 2023). Por otro lado, se debe seleccionar la información sobre el riesgo de la EGS que tenga impacto financieramente material, esto con la finalidad de evitar cuestionamientos de los usuarios (Young-Ferris & Roberts, 2023).

En ocasiones, los reportes de sostenibilidad no son elaborados con las mismas exigencias que los reportes financieros, es decir en el sentido de alcance, exactitud y rigurosidad (Troshani & Rowbottom, 2023). La variedad de formatos para los reportes de sostenibilidad que se soportan en varios marcos para su elaboración fomenta las inconsistencias en las divulgaciones de información sostenible (Soderstrom et al., 2020). Por ello, los emisores de estándares internacionales toman en cuenta la importancia de los reportes sostenibles y su relación con los reportes financieros para una visión amplia de las compañías. Esto significa un reto para las empresas que buscan la conectividad entre la contabilidad y los reportes no financieros (De Villiers & Dimes, 2021). En consecuencia, existe una brecha para integrar los reportar financieros y no financieros que deben ser atendidos por los entes reguladores y las empresas (Boiral et al., 2019).

La necesidad de las compañías en recopilar, reportar y transmitir información de sostenibilidad, así como la información no financiera acerca de sus estrategias y logros, la información que se entrega a las partes interesadas ha sido estudiada en la investigación de la contabilidad financiera y de gestión (Aureli et al., 2020). Adicionalmente, los investigadores han estudiado las conexiones entre control interno, sostenibilidad y la puesta en marcha de estrategias de sostenibilidad (Battaglia et al., 2016; Maas et al., 2016). Debido a la relevancia que viene tomando los reportes no financieros a nivel global (Directiva [UE] 2022/2464), resulta vital que las compañías adopten sistemas eficaces de control ambiental que se refleje

mediante datos coherentes entre los resultados de sostenibilidad, recursos financieros y la contabilidad. El reciente mandato sobre la digitalización en los reportes de sostenibilidad por parte de la Comisión Europea es vista de buena manera para el ámbito ecológico y social en el contexto contable (Atkins et al., 2023).

La consistencia e interrelación entre la contabilidad financiera y de gestión mejoran las estrategias de sostenibilidad de los controles ambientales y las ponen en la práctica, esto mediante los reportes de sostenibilidad (Lamboglia et al., 2018). La necesidad de reducir la brecha entre los informes financieros y no financieros fue tomada en cuenta por los entes reguladores, en el 2022 se publicaron las Normas Europeas de Información sobre Sostenibilidad (ESRSs) por el Organismo Financiero Europeo (Pizzi et al., 2023). Previo a esto, la divulgación libre de datos sobre sostenibilidad para atender la demanda de los interesados fue adoptada por algunas compañías (Venturelli et al., 2022). En un futuro próximo es probable que aumente la participación del European Financial Reporting Advisory Group (EFRAG) debido al impulso que se le está dando a la presentación de informes de sostenibilidad en la Unión Europea (Giner & Luque-Vílchez, 2022). De esta manera, se garantiza el bienestar público mediante las normas internacionales de información financiera – NIIF (Hossfeld et al., 2020).

Los estudios acerca de confluencia entre la contabilidad financiera y de gestión como idiomas empresariales, así como la difusión y los controles ecológicos, ha evidenciado que la contabilidad financiera y de gestión pueden colaborar en la creación de un enfoque único y amplio que permita obtener datos integrales de las compañías (Hemmer & Labro, 2008; Bouten & Hoozée, 2013; Brandau et al., 2017). Lo que permite divulgar y modelar las acciones de control ecológico que las compañías implementan. Por un lado, la contabilidad financiera actúa como un instrumento de comunicación. Por otro lado, la contabilidad de gestión hace lo suyo como un medio de influencia (Demski & Feltham, 1976). Esto permite dar una amplia visibilidad a la información de sostenibilidad de las compañías, lo que induce a un cambio en las divulgaciones de reportes de las empresas (Hopwood et al., 2010). Por lo tanto, la difusión de los reportes de sostenibilidad será de alta calidad en su información al igual que la información contable reportada (Varma et al., 2024).

## **2.8.2 Lenguaje Financiero y Controles Ambientales**

Los datos y sus divulgaciones sobre sostenibilidad son vistos por los usuarios como información no financiera que ofrecen datos relevantes acerca del rendimiento de la compañía en indicadores como crecimiento en el mercado, reputación empresarial y la disponibilidad al

capital. Un informe sobre sostenibilidad, al medir los objetivos, proporciona una visión nítida y completa del desempeño de la empresa. Además, la cuantificación facilita la comparación de entidades cualitativas con características parecidas mediante del uso de métricas (Espeland & Lom, 2015). La *commensuration* empleada en el campo de la contabilidad para aludir a la selección entre alternativas, permite que diversas entidades no homogéneas sean comparables (Espeland & Stevens, 1998). Aunque, las necesidades de los usuarios respecto a los datos reportados por las empresas están experimentando cambios, la información contable tanto numérica como textual deben ser imparciales, completas y reflejar la realidad (Solomons, 1991). Por ello, la contabilidad y sus procesos no son ajenos a la demanda del entorno externo. En consecuencia, la información contable se desarrolla en base a las necesidades del entorno, las practicas sociales y económicas, lo que impulsa la vinculación de la contabilidad con los reportes de sostenibilidad (Oldroyd et al., 2008).

Además de los controles financieros, existen controles no financieros vinculados a la sostenibilidad y el medioambiente. Simons (1990) describió los controles ecológicos (CE) como sistemas y procedimientos que utilizan los datos financieros y medioambientales para preservar o modificar los procesos de los esfuerzos de la administración ecológica. Los CE cuantifican las medidas medioambientales adoptadas por las empresas a través de la contabilidad, potenciando el rendimiento de las empresas al suministrar datos adicionales y con ello integra la ruta ecológica en las actividades diarias de las organizaciones (Henri & Diario, 2010). La consistencia entre el lenguaje financiero y los CE es definida como “formalised procedures and systems that use financial and ecological [and social] information to maintain/alter patterns of environmental [and social] activity” (Henri et al., 2017). Aunque, los CE presentan ciertas conexiones con la literatura contable más extensa sobre sostenibilidad, no busca limitarse a la contabilidad de gestión ambiental, pues los CE están concebidos para dirigir las acciones de todos los participantes hacia un propósito común que es la gobernanza corporativa sostenible. La contabilidad de gestión ambiental emplea la información de la contabilidad financiera para reducir los costos y riesgos medioambientales (Bresciani et al., 2023).

La conexión entre los sistemas con la contabilidad financiera y de gestión, además de su interacción, garantizan un lenguaje financiero consistente. Consecuentemente, la información a divulgar es sólida e integral para los CE. Por ejemplo, para poder informar sobre los riesgos y amenazas ecológicas, se necesita comprender la interacción entre las instituciones reguladoras y los administradores de los riesgos por parte de las empresas (Tekathen, 2019). Para que los reportes de sostenibilidad sean efectivos y útiles, deben ser comparativos entre

periodos y empresas, además de ser tan fiables como los estados financieros auditados, por ello deben pasar por auditorías y controles internos. No obstante, el marco de divulgación y exposición de los reportes de sostenibilidad no deja de ser complicado y ruidoso, dado que su meta es satisfacer múltiples necesidades. A manera de ejemplo ilustrativo, una amplia variedad de inversionistas son usuarios de estos informes para múltiples propósitos. Mundialmente, existen dos marcos más populares. Por un lado, tenemos a las GRI (Global Reporting Initiative) que trata principalmente el efecto externo de la actividad de una empresa mediante la integración de reportes financieros, sociales y ecológicos. Por otro lado, tenemos el Marco de Reportes Integrados que es respaldado por el IIRC [International Integrated Reporting Council] (Varma et al., 2024).

### **2.8.3 Marcos de Reportes para Medir la Sostenibilidad**

El término “*sustainability reporting*” ha recibido un reconocimiento extenso como un nuevo tipo de informe completo que mediante la articulación de reportes tratan el rendimiento de las compañías (Afolabi et al., 2022; Zhong & Wang., 2023). Los daños ambientales que se reflejan en el cambio climático han impulsado a las compañías a no solo limitarse en la aplicación de las practicas sostenibles (Franco et al., 2024). Además, las empresas deben divulgar tales prácticas y explicar como la sostenibilidad armoniza con la gobernanza y expectativa de la empresa, la estrategia empresarial y el rendimiento financiero sostenible (Oncioiu et al., 2020). Estos datos son una herramienta que permite a las compañías en el desarrollo de habilidades y competencias para alcanzar una ventaja competitiva duradera (Aguado-Correa et al., 2023; Khatri & Kjærland, 2023; Man et al., 2020).

La importancia de reportar y evaluar información ambiental se ha incrementado progresivamente para las compañías, ya que el impacto del rendimiento ambiental se refleja en su bienestar financiero y esto se convierte en un problema de relevante para los accionistas, bancos, entes reguladores y la población en su totalidad (Christofi et al., 2012; Sun et al., 2023). Por ello, la necesidad de estandarizar un sistema de información ambiental es cada vez más demandada por los diversas partes interesada, en particular la comunidad financiera (Mähönen, 2020). La información estandarizada debe ser un soporte de calidad para la toma de decisiones de los inversores y las partes interesadas, esto se logra mediante la conexión de los datos financieros y ambientales con el desempeño de la compañía (Wu et al., 2020). En las naciones más desarrolladas, entre ellas Alemania, Países Bajos, Gran Bretaña y Estados Unidos los informes de rendimiento ambiental son objeto de diversas investigaciones que se enfocan en el

estudio de la calidad de los reportes (Steinhöfel et al., 2019). Sin embargo, en otras naciones las investigaciones de los reportes sostenibles están poco desarrolladas (Nassani et al., 2022).

Entre los reportes de sostenibilidad reconocidos y utilizados a nivel mundial tenemos: a) GRI (Global Reporting Initiative), b) IIRC (International Integrated Reporting Council), c) SASB (Sustainability Accounting Standards Board), d) TCFD (Task Force on Climate-related Financial Disclosures), e) ISO 26000, entre otros (Rusu et al., 2024).

**GRI.** Las entidades que buscan transmitir su influencia en asuntos de sostenibilidad como medio ambiente, social y gobernabilidad tienen en el GRI una potencial herramienta. En este reporte encontraremos datos acerca del gobierno corporativo y estructura de la administración; información acerca del impacto ambiental que comprende las emisiones de contaminación, el uso de los recursos y su posterior reutilización; información del impacto económico, tales como aportaciones financieras e impactos indirectos; y datos de asuntos sociales que comprende las condiciones de trabajo, los derechos humanos y la implicancia en la comunidad (Ismail et al., 2021; Mihai & Aleca, 2023).

**IIRC.** Este reporte se enfoca en enlazar datos económicos y no económicos para ofrecer una visión integral del rendimiento de una entidad. Lo que permite a las compañías poder transmitir de qué manera sus estrategias, gobernanza y rendimiento generan valor desde el corto hasta el largo plazo. El reporte contiene un análisis de la compañía, sus operaciones y el entorno externo en el que se desenvuelve; la estructura de gobierno corporativo y su papel en la generación de valor en el tiempo. Mediante el reporte la entidad describe el negocio de la entidad que incluye los bienes fundamentales y su vinculación con la creación de valor. Además, del reconocimiento y manejos de los riesgos y oportunidades que afectan la creación de valor que viene acompañada de una explicación de las estrategias y distribución de los recursos para alcanzar las metas financieras y no financieras de la organización. Finalmente, el reporte se complementa con los indicadores de sostenibilidad junto con las expectativas del futuro de la organización y cómo influye en la creación de valor (Al Amosh et al., 2022; Carmo et al., 2023).

**SASB.** Ofrece un esquema para reportar el rendimiento de la sostenibilidad por sector. El reporte del SASB asiste a las compañías en la divulgación de datos relevantes para los inversores e interesados acerca del impacto de los elementos ambientales, sociales y de gobernabilidad en las finanzas de la empresa. El esquema del informe contiene a) descripción de la compañía, b) historial general, c) misión, visión y principios, d) pactos con temas de sostenibilidad, e) esquema de gobernanza, políticas y procedimientos, f) identificación de temas relevantes que impacta a la organización, g) método para presentar los informes, h)

indicadores ambientales, sociales y de gobernabilidad, g) estrategias y administración de riesgos, h) rendimiento financiero, y i) expectativas (Afolabi et al., 2022; Gil-Marín et al., 2022).

**TCFD.** Es una iniciativa a nivel mundial vinculada a la divulgación de los peligros y oportunidades relacionados al cambio climático, este marco proporciona a las empresas una herramienta para la comunicación con sus partes interesadas respecto a temas ecológicos. El informe TCFD se fundamenta en cuatro aspectos clave, 1) Gobernanza: especifica la administración y control de riesgos de la transformación climática, así como las oportunidades de este, 2) Estrategia: determina los riesgos y oportunidades desde el corto hasta el largo plazo del clima, así como su impacto en las finanzas y planes de la compañía, 3) Gestión de riesgos: en este punto se detalla los procedimientos que permitan detectar, valorar y manejar los peligros climáticos, 4) Métricas y objetivos: detalla los parámetros empleados que les permita valorar y administrar los peligros y oportunidades del cambio climático, así como el seguimiento de las metas fijas para supervisar el avance (Aldoser & Albaz, 2023; Saptono et al., 2023).

**ISO 26000.** La Organización Internacional de Normalización [ISO] publicó en el 2010 un estándar internacional que establece pautas para la responsabilidad social. En contraste con otras normas ISO, no es una norma de certificación, sino un documento guía para las empresas. Su fin es asistir a las compañías en la comprensión e implementación de una conducta socialmente responsable. Esta norma tiene siete directrices a) gobierno organizacional, b) derechos humanos, c) participación, d) asuntos de consumo, e) medio ambiente, f) justicia y g) participación (Licandro et al., 2019).

## Capítulo III: Metodología

### 3.1 Diseño y Tipo de Investigación

Esta investigación se llevó a cabo bajo un diseño de investigación cualitativo y seleccionando la estrategia cualitativa *case study*. Ello con la finalidad, de buscar un mejor entendimiento de un fenómeno social. Yin (2014) afirmó que un case study aporta al entendimiento de un fenómeno que pueden ser grupales, organizacionales, sociales, políticos y vinculados. Se prefiere esta estrategia respecto a otras como experimentos cuando el fenómeno de estudio no puede ser controlado.

Diversas investigaciones, tales como el de Bentsen et al. (2018), Borge et al. (2017) y Kabyanga et al. (2018) vinculados a la bioeconomía se han basado en case study para orientar políticas, planes de acción y programas, con la finalidad de ampliar el conocimiento de la sostenibilidad (Tassinari et al., 2021). El método de case study hace referencia a un análisis detallado de un fenómeno actual en un contexto global auténtico (Yin, 2014). Por *phenomenon* debemos entender un estudio en su auténtico contexto cuando se comprende como un suceso o evento que puede ser observado de manera directa o indirecta. El estudio debe tratar temas complejos que fusionen sistemas sociales y naturales de igual complejidad (Boons & Wagner, 2009). Los investigadores están obligados a ser selectivos por la complejidad del tema a tratar, delimitando las restricciones que les facilite el desarrollo de conocimientos relevantes sobre los asuntos investigados (Flood, 1999; Stewart, 2001). Ello nos permite justificar la selección de las empresas Limagas Natural Perú y EVA Energy para comprender mejor el fenómeno objeto de estudio.

### 3.2 Población y Muestra

En este estudio, del total de empresas que distribuyen el gas natural en Perú, la población objetivo de esta investigación la conformaron empresas que comercializan el gas natural, por el interés hacia el objeto de estudio y poder acceder a datos que son de información pública, así también porque el mercado del gas natural es altamente dinámico y está en una constante expansión. Los clientes están clasificados en residenciales, vehiculares e industriales. La población objetivo es, por tanto, el conjunto de empresas del sector de gas natural que operan en el país. Por lo tanto, la unidad de análisis es la empresa. Es OSINERGMIN (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería) la entidad que se encarga de la regulación de las tarifas, la supervisión de las operaciones, con el objetivo de hacer cumplir las normas legales del sector. En la Tabla 2 se puede visualizar la población objetivo y las dos empresas que fueron seleccionadas para la presente investigación.

**Tabla 2***Población Objetivo de Empresas Comercializadoras de Gas Natural*

Nº	RUC	Razón Social	CIU	Locales	Tamaño de la Empresa	Número de Trabajadores	Fecha de Fundación	Región
1	20516556561	Limagas Natural Peru S.A.	5141	7	Grande	88	03/08/2007	Lima
2	20604756031	EVA Energy S.A.C.	5141	5	Mediana	4	24/05/2019	Lima
3	20501458164	Hercó Combustibles S.A.	5141	17	Grande	61	09/01/2001	Lima
4	20506151547	Energigas S.A.C.	5141	32	Grande	448	02/10/2003	Lima
5	20511995028	Terpel Peru S.A.C.	5141	41	Grande	486	21/11/2005	Lima
6	20503758114	Gas Natural de Lima y Callao S.A. – Calidda	4020	8	Grande	379	08/02/2002	Lima
7	20519485487	Contugas S.A.C.	4020	1	Grande	150	16/06/2008	Lima
8	20517270297	Clean Energy del Perú S.R.L.	1120	1	Mediana	55	02/11/2007	Lima
9	20536878573	Gases del Pacífico S.A.C.	4020	1	Grande	125	01/07/2011	Lima
10	20554167374	Naturgy Peru S.A.	4020	1	Grande	23	24/09/2013	Lima

La investigación del estudio demanda una determinación exacta de límites, unidades elegidas y estrategia de muestreo, junto con sus respectivas justificaciones de dichas opciones fundamentadas en clase, naturaleza y objetivo del estudio (Etikan, 2016). Las técnicas de muestreo ya sean de probabilidad o no se usan en las investigaciones, en el muestreo probabilístico se selecciona de manera aleatoria (Battaglia, 2008). Mientras que en el muestro por conveniencia las unidades deben satisfacer determinados criterios que justifiquen la razón detrás del muestreo, por ejemplo, accesibilidad y disponibilidad a la información, cercanía geográfica o voluntad de participación (Etikan, 2016). Además, en el muestreo por conveniencia se fundamentan en metas teóricas establecidas por naturaleza del proyecto de investigación (Riffe et al., 2014). Para esta investigación la unidad de análisis son dos empresas que representan a la población objetivo. A continuación, una breve reseña de las empresas seleccionadas.

**Limagas Natural Perú S.A.** Desde el 2016 forma parte del Grupo Lipiandes mediante su subsidiaria Lima Gas S.A que adquirió el 100% de las acciones de Neogas Perú S.A. a su matriz Neogas Brasil. Lipiandes que es una de las mayores compañías de comercialización de energía con presencia en Chile, Colombia y Perú. Limagas Natural comercializa gas natural comprimido (GNC) y gas natural licuado (GNL), sus clientes que son industrias y grifos que están situados en la costa, sierra y selva del país.

**EVA Energy S.A.C.** Desde el 2023 forma parte del Grupo Lipiandes y Grupo Ham. Por un lado, la presencia de Lipiandes es por medio de su subsidiaria Lima Gas S.A. que posee el 60% de las acciones, Lipiandes que es una de las mayores compañías de comercialización de energía con presencia en Chile, Colombia y Perú. Por otro lado, la presencia del Grupo Ham es por medio de su subsidiaria Ham Perú S.A.C. que posee el 40% de las acciones, el Grupo Ham con presencia mundial apuesta por la comercialización de energía limpia mediante el gas natural. EVA Energy comercializa gas natural comprimido (GNC) y gas natural licuado (GNL) mediante estaciones de servicios (grifos) con presencia en la costa y sierra sur del país.

Cabe destacar que en una entrevista realizada por el diario La Tercera de Chile (2024), el gerente general de Lipiandes, Ángel Mafucci destacó lo siguiente “El gas seguirá siendo una energía de relevancia por mucho tiempo más para los países donde estamos, por eso seguimos desarrollándonos en esta región donde desplegaremos nuestra oferta carbono neutral paulatinamente a 2030”. (Ver el link <https://www.latercera.com/galeria /sociales /presentan-nueva-marca-lipiandes-y-su-estrategia-para-los-proximos-anos/ LDGPJZQIWVD4JHVJTRU 57CG33M/>)

### **3.3 Recopilación de Datos**

Para desarrollar la investigación se han recopilado datos que previamente fueron seleccionados mediante un análisis documentario (descriptivo). La selección fue estrictamente fijada por documentos de alto impacto con gran número de citas, calificados en los cuartiles superiores, de los últimos años y en el idioma inglés que es reconocida como una lengua universal y que están en publicaciones de prestigio. Se han clasificado diversas revistas de prestigio con diferentes ópticas de la bioeconomía entre las más resaltantes son la ecológica, la tecnológica y la de biomasa, pero todas llegando a la misma conclusión de la sostenibilidad. Además, se han obtenido datos descriptivos de las empresas que son parte de la muestra de este estudio.

Una de las fortalezas basadas en *case study* es la posibilidad de emplear técnicas cualitativas para la recopilación de la información, cualquier descubrimiento o conclusión es más persuasiva o mejor fundamentada si se soporta en diversas fuentes de información (Eisenhardt 1989; Dubé & Paré 2003). En consecuencia, diversas fuentes para validar la misma evidencia son altamente recomendable (Eisenhardt 1989; Yin 2014). El estudio de la bioeconomía es investigado por diversas áreas de la ciencia (Bugge et al., 2016). Se han identificado tres visiones coexistentes en el estudio de la bioeconomía, 1) bioecológica, en la que se destaca la sostenibilidad y la conservación del ecosistema, 2) biotecnológica, en la que resalta el uso de la tecnología, desarrollo económico y la investigación, considerando la sostenibilidad como un algo subordinado a consecuencia de la tecnología, 3) bioecológica con visión en recursos, donde destaca la importancia del crecimiento económico y la sostenibilidad, donde busca crear una cadena de valor mediante la reutilización de recursos (Bugge et al., 2016).

Para realizar la recolección de datos de las empresas que conforman la muestra del presente estudio, se revisaron las siguientes fuentes de información: (a) las páginas web, donde describen a las empresas, los productos que ofertan (gas natural comprimido y licuado), las plantas de operaciones, el área geográfica donde operan, los tipos de clientes, entre otros datos relevantes para el presente estudio, (b) se solicitó acceso a los estados financieros auditados y otros reportes que emitan para obtener datos descriptivos del negocio como sus actividades, sus fuentes de compra del gas natural, tipo de gas natural comercializan (de fuente de energías fósiles o renovables). Finalmente, en la revisión se no se encontraron reportes de sostenibilidad emitidas por las empresas, ya que no se encuentran obligadas. Los datos obtenidos en cada fuente de información fueron registrados, ordenados y analizados para su transcripción y elaboración de una base de datos en una plantilla MS Excel.

### 3.4 Análisis de los Datos

Yin (2014) afirmó que el análisis de datos "consists of examining, categorizing, tabulating, testing, or otherwise recombining both quantitative and qualitative evidence to address the initial propositions of a study". La investigación basada en el *case study* permite elegir los procedimientos que mejor se ajustan a las cuestiones de investigación (Creswell et al. 2007) lo que permite gestionar de la mejor manera la evidencia cualitativa (Tassinari et al. 2021). En este contexto, el *case study* permite una amplia adaptabilidad y variación individual (Cavaye, 1996). La explicación de estrategias y técnicas utilizadas en el análisis de datos deben evidenciar la imparcialidad del procedimiento por el cual los datos son desarrollados (Barratt et al. 2011). En consecuencia, dar una clara comprensión de las conclusiones al observador externo.

Como estrategia se utilizó la base de datos Web of Science de donde se obtuvo los datos a ser analizados, los artículos ya seleccionados y que son materia de análisis de la data están vinculados con temas de "bioeconomía", "economía circular", "cadena de valor", "energía", "biomasa", "gas natural", "el agotamiento de las energías fósiles" "biogás", "energía renovable", "reportes de sostenibilidad". Previo al análisis se elaboró una base de datos de los artículos fueron guardados en archivos pdf con los nombres del título de cada revista, año y cuartil al que pertenece, esta información fue almacenada en carpetas según el criterio de búsqueda.

Posteriormente, se armó una tabla de tabulación en un archivo MS Excel para la transcripción de los artículos seleccionados lo que ha permitido identificar autores, revistas, año de publicación, entre otros. Finalmente, el trabajo de investigación ha tomado 226 citas, abarcaron 87 número de revistas, las citas están entre los años 1987 - 2024, el 58% de las citas se concentran entre los años 2020 – 2024 y el promedio de citas es 6 por año. La concentración de citas que equivale a más del 44% pertenece a 12 revistas. Adicionalmente, con los datos recopilados de las empresas seleccionadas para el presente estudio elaboró una base de datos en una plantilla MS Excel.

Finalmente, la información obtenida de las revistas permitió identificar los factores de riesgos que amenazan la continuidad del sector del gas natural, así como las estrategias que pueden utilizar para minimizar los riesgos y asegurar su continuidad. Esto se complementó con los datos recopilados de las empresas seleccionadas. Con ello, se determinó los factores de riesgo aplican a las empresas seleccionadas.

## Capítulo IV: Resultados

A continuación, se presentan los resultados de la pregunta de la presente investigación. Para responder a la pregunta de investigación se han identificado los siguientes factores de riesgos que limitan el desarrollo del gas natural de las empresas Limagas Natural y EVA Energy. Además, estos factores y estrategias deben divulgarse conforme lo requieren las normas internacionales de sostenibilidad.

### **4.1 Factores de Riesgos Externos y Estrategias a Informar en los Reportes no Financieros**

El sector del gas natural debe trabajar en estrategias que les permitan reducir el riesgo de los factores tanto externos como internos que comprometen su continuidad en el mercado. Por un lado, deben lidiar con los problemas ecológicos causados por las energías fósiles, pues a nivel mundial se impulsa la descontaminación ambiental (Chen et al., 2020). Por otro lado, el desplazamiento de las energías fósiles por las energías renovables (Bhatnagar et al., 2022). Además, el acelerado agotamiento de las reservas de energías fósiles vinculadas con el incremento de la densidad poblacional (Adnan et al., 2019; Kang et al., 2020). A continuación, se explica cómo los factores de riesgos identificados comprometen la continuidad del sector del gas natural, sus estrategias para reducir los riesgos identificados y su divulgación en los reportes de sostenibilidad.

#### **4.1.1 Acuerdos Internacionales de Cero Emisiones de Carbono**

El mundo viene adoptando medidas y compromisos respecto a la descontaminación ambiental con metas trazadas hacia el 2030 y 2050, siendo el carbono neutral una de las principales metas ambientales (Kapoor et al., 2020). El Perú no es ajeno a estos temas y ha adoptado las tendencias internacionales y forma parte de los acuerdos mundiales respecto a los temas de sostenibilidad y cuidado del medio ambiente. Por tanto, viene impulsando la reducción de emisiones de carbono. El acuerdo de París tiene entre sus objetivos el desarrollo sostenible y la descontaminación ambiental (Olsen et al., 2018). El Perú forma parte de dicho acuerdo, y tiene las intenciones de formar parte de la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos). Motivado por ello, el Perú se sometió de manera voluntaria a la Evaluación de Desempeño Ambiental (EDA) por parte de la OCDE. Asimismo, la EDA ha establecido las pautas de que debe seguir el Perú para ser ecológicamente más sano y con mejor calidad de vida representa un primer paso del proceso para formar parte de la OCDE.

Para que se asegure la continuidad de las operaciones de Limagas Natural y EVA Energy en el Perú, dichas empresas deben adoptar estrategias para cumplir con la neutralidad

del carbono. Esto las motiva a seguir la línea de los convenios internacionales de descontaminación ambiental que el país ha firmado. Los acuerdos de las cero emisiones de carbono se presentan como un factor de riesgo que limita el desarrollo de ambas empresas, pues el producto que ofrecen no cumple con lo requerido, siendo un combustible fósil con emisiones de carbono. En los reportes de sostenibilidad como la GRI y la TFCO han permitido a las empresas informar los riesgos y estrategias vinculadas al medioambiente (Ismail et al., 2021; Mihai & Aleca, 2023; Aldoser & Albaz, 2023; Saptono et al., 2023). Finalmente, se puede utilizar los reportes no financieros para comunicar el riesgo de la comercialización del gas natural debido a los acuerdos del carbono neutral. Además, de las estrategias de la producción de energías renovables que armonizan con el carbono neutral.

#### **4.1.2 Aceleración del Agotamiento de las Reservas de Gas Natural**

Autores como tales como Adnan (2019) y Kang (2020) sostuvieron que el acelerado agotamiento de las reservas de energías fósiles está vinculado con el aumento de la densidad poblacional. El aumento demográfico no se va a detener, por el contrario, seguirá aumentando según las proyecciones. En consecuencia, la demanda de energía seguirá el mismo camino, lo que será un desafío para el futuro del mercado de energía, entre ellas el gas natural.

Limagas Natural y EVA Energy no son ajenas a la realidad del acelerado agotamiento de los recursos fósiles. Al comercializar con una energía de naturaleza no renovable, se encuentra comprometida la continuidad del negocio en el futuro. La presencia de las empresas en el mercado depende de la disponibilidad del producto que ofertan. Así pues, deben asegurar que el bien que ofrecen debe estar disponible para comercializarlo en el mercado. Si bien hoy existen sustitutos de energías, en su mayoría siguen siendo de origen fósil y de diferentes características comparado con el gas natural.

Ambas compañías hoy no tienen un producto sustituto que comercialicen con las mismas características o similares al gas natural y les asegure su permanencia en el mercado, por lo que deben trabajar en estrategias que le permitan asegurar la continuidad del suministro de gas natural en el mercado. Explorar nuevas energías con características similares al gas natural y que cumplan con los requisitos de sostenibilidad y descontaminación que el mundo viene adoptando es una tarea que deben tener en sus agendas. Finalmente, el acelerado agotamiento de los recursos no renovables impulsado por la demanda otro factor de riesgo que comprometen el futuro de Limagas Natural y EVA Energy y debe ser divulgado. En los reportes de sostenibilidad como la GRI y la TFCO permiten a las empresas informar los riesgos y estrategias vinculadas al medioambiente (Ismail et al., 2021; Mihai & Aleca, 2023; Aldoser &

Albaz, 2023; Saptono et al., 2023). Consecuentemente, se puede utilizar los reportes no financieros para comunicar el riesgo del agotamiento del gas natural en el futuro debido a la naturaleza del producto (no renovable). Además, de las estrategias de la producción de energías renovables que aseguran el suministro para futuras generaciones.

#### **4.1.3 Biogás**

Limagas Natural y EVA Energy están dentro de la industria de las energías fósiles que vienen siendo cuestionada por la contaminación ambiental. Adicionalmente, ha generado preocupación por no asegurar sostenibilidad del gas natural para las futuras generaciones. Esto ha impulsado a buscar alternativas que permitan asegurar el suministro de energía en el largo plazo y que cumplan con los requisitos ambientales. Por ello, el comercio y aperturas de nuevos productos de energías con características renovables y amigables con el medio ambiente está iniciando su desplazamiento en el mercado de energía (Chen et al., 2020).

Con estos nuevos tipos de energía en el mercado, la oferta y la demanda de energía van a sufrir cambios, debido a que las energías renovables aseguran el suministro a largo plazo y son compatibles con el ambiente. Además, que su consumo viene siendo impulsados por los gobiernos como el Perú que ya tiene acuerdos internacionales firmados y buscan soluciones a la crisis energética por temas ambientales y de sostenibilidad. Así pues, Limagas Natural y EVA Energy deben estar preparadas para enfrentar la nueva competencia que viene en el mercado de gas natural.

En el grupo de energías renovables, una que tiene las características similares al gas natural es el biogás que es una energía renovable producidas a partir de desechos orgánicos que abundan en el mercado. Lo que hace más atractivo a este tipo de energía renovable es que en comparación a las otras energías, la materia prima que utiliza puede ser de diferentes tipos de desechos orgánicos. Por ejemplo, las excretas de los animales, desechos de frutas, entre otras; lo que le permite no depender de solo una materia prima.

El biogás genera otro factor de riesgo para el desarrollo del gas natural de origen fósil y que debe ser revelado. Pues el biogás puede reemplazar y desplazar al gas natural en el mercado. No necesita mayores cambios al tener características similares al gas natural. Además, de sumar a la descontaminación ambiental, asegura el suministro a futuro, lo que el gas natural no puede cumplir. En los reportes de sostenibilidad como la GRI y la TFCO permiten a las empresas informar los riesgos y estrategias vinculadas al medioambiente (Aldoser & Albaz, 2023; Ismail et al., 2021; Mihai & Aleca, 2023; Saptono et al., 2023). Finalmente, se puede utilizar los reportes no financieros para informar el riesgo de la

comercialización del biogás que reemplaza al gas natural, debido a que es una energía que contribuye con el medioambiente y asegura el suministro para futuras generaciones. Sin embargo, el biogás puede incluirse en las estrategias de buscar un sustituto del gas natural para asegurar el cumplimiento de las exigencias medioambientales y el suministro.

#### **4.1.4 Bioeconomía Circular**

La crisis energética que hoy se está viviendo debido a la contaminación ambiental y la preocupación de asegurar el suministro son temas de importancia a nivel mundial y se están tomando las medidas a través de compromisos internacionales que involucran a que las economías como la del Perú las cumplan. Ello involucra a las empresas del sector energético como Limagas Natural y EVA Energy a adecuarse a tales medidas. Por ello, han ingresado conceptos como economía circular y bioeconomía para ayudar a solucionar los problemas ecológicos y de sostenibilidad. La economía circular, es la reutilización de recursos para optimizar la cadena de valor. Esto mediante el ingreso de los desechos y desperdicios en la economía a través de productos con valor agregado. Mientras que el concepto bioeconomía sigue la corriente de la reutilización de los desechos y desperdicios, pero enfocado a los de origen biológico.

Ambos conceptos se unifican en una sola idea que es la bioeconomía circular y esto significa el uso eficiente de los recursos biológicos mediante la reutilización de los desechos y éstos vuelvan a ser introducidos a la economía. En consecuencia, la bioeconomía circular ayuda a solucionar problemas como producción sostenible, mejora en la salud pública, mitigación del cambio climático, y desarrollo social que se engloban en un desarrollo mundial sostenible. Además, que permite cumplir con las agendas internacionales que Perú se encuentra obligada. Las empresas deben tener en sus agendas la bioeconomía circular debido a que no da espacio a que energías como el gas natural al ser de naturaleza no renovable y no cumplen con los principios de reutilización.

Los acuerdos internacionales de las cuales el Perú viene siendo participe ha tomado la tendencia de la bioeconomía circular para cumplir con las agendas ambientales que se vienen trabajando, por ello esto afecta a Limagas Natural y EVA Energy que deben seguir la misma tendencia que las economías vienen adoptando. Ambas compañías deben tomar los principios de bioeconomía circular en sus agendas. En los reportes de sostenibilidad como la GRI y la TFCO permiten a las empresas informar los riesgos y estrategias vinculadas al medioambiente (Aldoser & Albaz, 2023; Mihai & Aleca, 2023; Saptono et al., 2023). Finalmente, se puede utilizar los informes no financieros para comunicar el riesgo de la bioeconomía circular que

está vinculada son la sostenibilidad y el gas natural no cumple con ello, pues es una energía no sostenible en el tiempo al ser de naturaleza no renovable. Además, se debe incluir en los informes las estrategias que es la producción de energías renovables donde se aplica la bioeconomía circular.

#### **4.1.5 El Mercado**

A Limas Natural y EVA Energy no les basta con encontrar el sustituto renovable al gas natural, otro de los siguientes pasos a seguir es la difusión del producto en el mercado. Existen ciertas dificultades vinculadas a la puesta en marcha del biogás relacionadas con la ausencia de aceptación de un nuevo producto en la sociedad, de las plantas de biometano y regulaciones por parte de los estados. Es normal que los consumidores tengan ciertas dudas e interrogantes cuando ingresa un nuevo producto en el mercado que reemplaza a otro que ha sido consumido durante décadas. Cuestionamientos como el funcionamiento del nuevo producto, rendimiento, posibles daños a los equipos, costos y otros son algunos de los puntos que debe aclarar Limas Natural y EVA Energy a los consumidores. El factor de riesgo de la aceptación de un nuevo producto en el mercado es otro de los temas que deben abordar ambas compañías. En los reportes de sostenibilidad como la GRI y la TFCF permiten a las empresas informar los riesgos y estrategias vinculadas al medioambiente (Ismail et al., 2021; Mihai & Aleca, 2023; Aldoser & Albaz, 2023; Saptano et al., 2023). Finalmente, se puede utilizar los reportes no financieros para comunicare del riesgo por los cuestionamientos del uso de energías no renovables al ser poco usadas en el mercado. Además, se debe incluir en los informes las estrategias de difusión que impulsen el uso de las energías no renovables.

Para un mejor entendimiento se muestra en la Tabla 3 los factores externos que afectan a las empresas que son parte de la muestra, los cuales son: (a) acuerdos internacionales de cero emisiones de carbono, (b) aceleración del agotamiento de las reservas de gas natural, (c) biogás, (d) bioeconomía circular, y (e) el mercado.

**Tabla 3***Factores de Riesgos Externos que Limitan el Desarrollo del Gas Natural*

Riesgos	Acuerdos Internacionales de Cero Emisiones de Carbono	Aceleración del Agotamiento de las Reservas de Gas Natural	Biogás	Bioeconomía Circular	El Mercado
Limagas natural	sí	sí	sí	sí	sí
Eva Energy	sí	sí	sí	sí	sí
Autores	El Acuerdo de París (Olsen et al. 2018) Pacto Verde Europeo (Bhatnagar et al., 2022)	(Kang et al., 2020) (Yadav et al., 2023)	(Chen et al., 2020) (Okolie et al., 2021)	(Beluhova-Uzunova et al., 2019)	(Budzianowski & Brodacka, 2017)

## **4.2 Factores de Riesgos Internos**

### **4.2.1 Tecnológica**

La tecnología para las cero emisiones de carbono y producción de energía amigable, serán temas de investigación y desarrollo con la finalidad de agilizar la transición de una economía de cero emisiones de carbono (Wang et al., 2021). Si bien Limagas Natural y EVA Energy ya se conocen alternativas de energías renovables que pueden sustituir al gas natural, todavía queda una línea por desarrollar y producir el biogás, posteriormente ser introducidas en el mercado peruano. El tema de la tecnología juega un papel fundamental para que la transición sea un éxito. Hoy ambas compañías no cuentan con la tecnología para producir el biogás que puede reemplazar al gas natural.

Limagas Natural y EVA Energy no solo deben ser capaces de producir gas que no contamine el medio ambiente, sino que deben ser eficientes en costos para ser competitivos en el mercado el gas natural, por naturaleza del producto tiene su sustituto en energía renovable al biogás, sin embargo, su producción mundial recién está empezando a tener presencia en el mercado de gas natural, pero en algunos lugares del mundo como en el Perú su presencia es escasa o nula.

Limagas Natural y EVA Energy no tienen la experiencia de producir biogás, en consecuencia, tampoco cuenta con la tecnología. Por ello, para producir biogás se requiere acceso a la tecnología y eficiencia en su producción, siendo esto un factor de riesgo que limita el desarrollo para ambas compañías que debe ser revelado en la información de sostenibilidad. En los reportes de sostenibilidad como la GRI y la TFCO permiten a las empresas informar los riesgos y estrategias vinculadas al medioambiente (Ismail et al., 2021; Mihai & Aleca, 2023; Aldoser & Albaz, 2023; Saptono et al., 2023). Finalmente, se puede utilizar los reportes no financieros para informar el riesgo tecnológico para la producción de biogás (energía renovable del gas natural). Además, se debe incluir en los informes las estrategias de alianzas con compañías con experiencia en la producción de biogás.

### **4.2.2 Infraestructura y Materia Prima**

La infraestructura con la que cuenta hoy Limagas Natural y EVA Energy no es capaz de producir el biogás, solo se limita para la comercialización del gas natural. La ausencia de plantas, maquinaria y equipos no les permite a las compañías seguir la tendencia de un mundo con carbono neutral mediante la producción de biogás. Otro de los temas es la disponibilidad de materia prima que, si bien existe en el mercado, por el momento las compañías no tienen experiencia en la compra de estos productos para producir el biogás, por lo que deben explorar

el acceso a estos bienes y asegurar su disponibilidad para garantizar la permanencia de la producción. En consecuencia, tanto la infraestructura y la materia prima para producir biogás se convierten en otro factor de riesgo a revelarse que limitan el desarrollo de ambas compañías y que deben ser resueltas por Limagas Natural y EVA Energy. En los reportes de sostenibilidad como la GRI y la TFCF permiten a las empresas informar los riesgos y estrategias vinculadas al medioambiente (Ismail et al., 2021; Mihai & Aleca, 2023; Aldoser & Albaz, 2023; Saptano et al., 2023). Finalmente, se puede utilizar los reportes no financieros para informar el riesgo de la infraestructura y materia prima. Además, se debe incluir en los informes las estrategias de alianzas con compañías con experiencia en las construcciones de plantas de biogás y sumar socios estratégicos del sector avícola, agrícola y otras industrias que generen la materia prima.

#### **4.2.3 Altos Costos en la Producción de Biogás**

No basta con tener los recursos disponibles para el desarrollo de un nuevo producto que reemplace el gas natural. Además, se requiere que tener costos competitivos para ingresar al mercado de energía. Limagas Natural y EVA Energy no tienen experiencia en la producción de biogás, en consecuencia, deben estudiar los costos que les va a generar la producción de esta nueva energía. Por ello, deben tomar las medidas para ser eficientes en la producción de biogás. Ello les podrá permitir ingresar el biogás al mercado peruano con precios competitivos. El factor de riesgo de los altos costos de producción que genera el biogás es otro de los puntos que deben abordar ambas compañías. En los reportes de sostenibilidad como la GRI y la TFCF permiten a las empresas informar los riesgos y estrategias vinculadas al medioambiente (Ismail et al., 2021; Mihai & Aleca, 2023; Aldoser & Albaz, 2023; Saptano et al., 2023). Finalmente, se puede utilizar los reportes no financieros para informar el riesgo de los altos costos de producir el biogás buscando reemplazar el gas natural (energía fósil). Además, se debe incluir en los informes las estrategias para obtener un producto a precios competitivos, al producir biogás se puede comercializar certificados de carbono a otras empresas para cumplir con sus metas medioambientales.

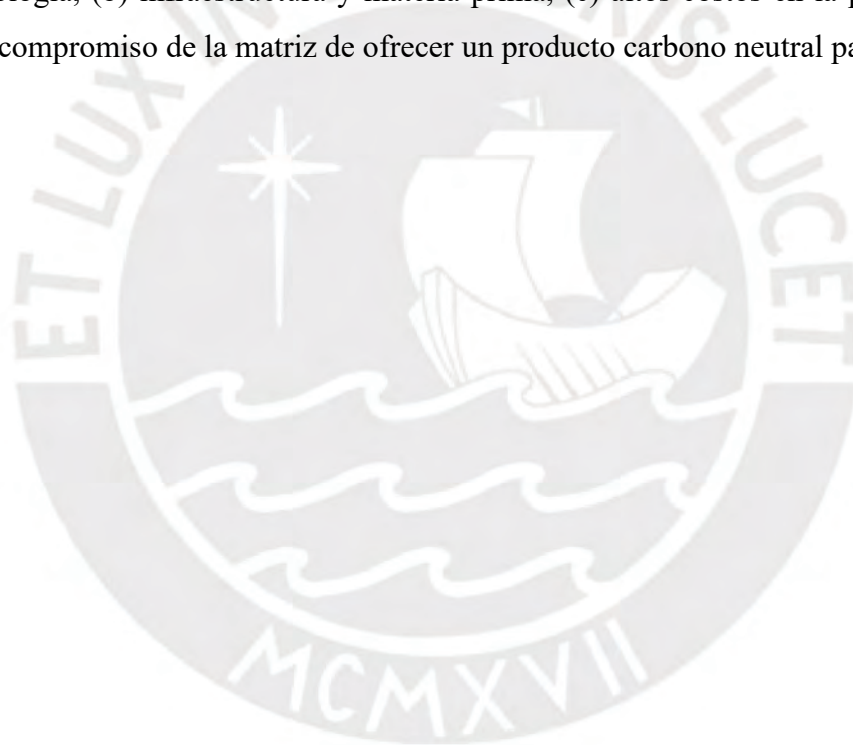
#### **4.2.4 Compromiso de la Matriz de Carbono Neutral para el 2030**

Limagas Natural y EVA Energy pertenecen al grupo Lipiandes que tiene el compromiso de carbono neutral de manera paulatina hacia el 2030, además que el entorno del país donde desarrolla sus actividades apunta hacia la misma dirección. Ello obliga a las compañías a trabajar en medidas que les permitan cumplir con los compromisos de la matriz. Por ello, deben trabajar en explorar nuevos productos que les permitan alcanzar la meta de cero emisiones de carbono. Además, que otro punto que juega en contra es el tiempo, desarrollar nuevos

productos en los próximos 6 años. El compromiso de cero emisiones de carbono adoptada por la matriz, crea un nuevo factor que compromete el desarrollo a ambas compañías. Esto genera otro factor de riesgo que debe revelarse.

En los reportes de sostenibilidad como la GRI y la TFCO permiten a las empresas informar los riesgos y estrategias vinculadas al medioambiente (Ismail et al., 2021; Mihai & Aleca, 2023; Aldoser & Albaz, 2023; Saptono et al., 2023). Finalmente, se puede utilizar los reportes no financieros para comunicar el riesgo de la comercialización del gas natural debido a los compromisos de la matriz al ofrecer un producto con carbono neutral. Además, de las estrategias de la producción de energías renovables que armonizan con el carbono neutral.

En la Tabla 4 se muestra los factores de riesgos internos identificados en la presente investigación que afectan a cada una de las empresas que son parte de la muestra, los cuales son: (a) tecnología, (b) infraestructura y materia prima, (c) altos costos en la producción de biogás, y (d) compromiso de la matriz de ofrecer un producto carbono neutral para el 2030.



**Tabla 4***Factores de Riesgos Internos que Limitan el Desarrollo del Gas Natural*

Riesgos	Tecnológica	Infraestructura y Materia Prima	Altos Costos en la Producción De Biogás	Compromiso de la Matriz de Carbono Neutral Para El 2030
Limagas Natural	sí	sí	sí	sí
EVA Energy	sí	sí	sí	sí
Autores	(Wang et al., 2021)	(Budzianowski & Brodacka, 2017)	(Fitzgerald, 2017)	El Acuerdo de París (Olsen et al. 2018) Pacto Verde Europeo (Bhatnagar et al., 2022)

### 4.3 Futuras Líneas de Investigación

El biogás como una de las soluciones a los factores que limitan el desarrollo del gas natural tiene un amplio camino por estudiar, pues si bien existen investigaciones internacionales, todavía queda mucho por aprender de este producto ecológico, pues tiene una proyección alentadora para que contribuya a la solución de la crisis energética y con el ingreso de las nuevas normas de sostenibilidad se requiere un mayor entendimiento del tema. Si bien está siendo desarrollada en el mundo, esto no viene siendo de manera uniforme, pues es notorio que las mayores investigaciones vienen de Europa, donde justamente este producto ya es comercializado con una fuerte presencia en el mercado europeo, sin embargo, en otras latitudes como en el Perú todavía es escasa en literatura y desarrollo masivo de este tipo de energía. Faltan investigaciones que aclaren a los usuarios del mercado peruano como puede ser explotado los recursos biológicos para la producción de biogás, así como los costos que generan y si estos hoy pueden ser competitivos en el Perú.

Además, existe una necesidad de brindar información integrada a los stakeholders mediante la armonización de la contabilidad y la información no financiera. La información medioambiental y de sostenibilidad no son obligatoria para las empresas en Perú, en consecuencia, es nula o escasa su aplicación. Sin embargo, se mantiene el sentido de urgencia para que los usuarios obtengan información completa de las empresas, sin limitarse a datos financieros. Por ello, se necesitan mayores estudios en la integración entre los reportes financieros y no financieros para ser una herramienta de comunicación que contenga información global de las empresas.

## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

A nivel mundial se han suscrito compromisos de descontaminación ambiental y sostenibilidad, el Perú forma parte de dichos acuerdos y la matriz Lipiandes sigue la misma dirección mediante su compromiso de carbono neutral hacia el 2030. Ello obliga a las empresas Limagas Natural y EVA Energy a trabajar en estrategias ambientales que les permitan cumplir con dichos acuerdos, ya que sus operaciones las realiza en Perú y forman parte del grupo Lipiandes.

La teoría del desarrollo sostenible es la base que ha permitido desarrollar los temas de solución ambiental y de sostenibilidad de recursos, por ello tenemos a la bioeconomía circular que propone soluciones a los problemas energéticos que enfrenta el mundo, estos temas no son ajenos a las agendas de las empresas Limagas Natural y EVA Energy.

Las empresas Limagas Natural y EVA Energy, enfrentan una gran amenaza con los factores de infraestructura, materia prima y altos costos que limitan su desarrollo para producir productos que cumplan los requisitos exigidos por los acuerdos internacionales y el compromiso de la matriz. En la actualidad ambas compañías no cuentan con la infraestructura ni tecnología para desarrollar nuevos productos ecológicos en el mercado peruano.

El biogás llega como un factor que limita el desarrollo del gas natural, pues se convierte en el sustituto ecológico y sostenible del gas natural, lo que obliga a las empresas Limagas Natural y EVA Energy a adaptarse a las nuevas exigencias del mercado peruano y a nivel mundial.

Los reportes no financieros se pueden utilizar como un medio de comunicación para reportar y divulgar los riesgos que afrontan las compañías, así como las estrategias que aplican para minimizar tales riesgos. Lo que les permite brindar una información integra a los stakeholders.

## Recomendaciones

Las empresas Limagas Natural y EVA Energy deben planificar estrategias que les permita cumplir con las obligaciones de carbono neutral. Para ello deben iniciar con la medición de emisiones de CO<sub>2</sub> que generan ambas compañías mediante sus operaciones y plantear estrategias que le permitan cumplir con los compromisos.

La producción de biogás como energía alternativa enfocado en la realidad del entorno peruano debe ser estudiada por Limagas Natural y EVA Energy. Esto con la finalidad de prepararse hacia un futuro que les asegure su permanencia en el mercado, pues el biogás les permitirá enfrentar las barreras de desarrollo como la descontaminación ambiental y la aceleración del agotamiento del gas natural.

Las empresas Limagas Natural y EVA Energy, deben explorar otros mercados como el europeo que ya están adelantados en la producción de biogás. Esto les va a permitir tomar la experiencia de otras empresas y como se han adaptado a nuevos productos sustitutos del gas natural.

Limagas Natural y EVA Energy además de asegurar tecnología e infraestructura con experiencia de mercados ya adelantados, también deben explorar que materia prima (sector agrícola, avícolas, industrias, etc.) se encuentra disponible en el Perú para la producción del biogás, asegurando la disponibilidad que le permita mantener una producción permanente.

Debido a los compromisos medioambientales y de sostenibilidad que viene adoptando el Perú y la Matriz Lipiandes, tanto Limagas Natural como EVA Energy pueden utilizar como medio de difusión los reportes no financieros para comunicar los riesgos y estrategias vinculadas al medioambiente.

## Referencias

- Adams, W.M., & Jeanrenaud, S. (2008). Transition To Sustainability: Towards a Humane and Diverse World. *IUCN*, 1-31.
- Adler, R., Mansi, M., Pandey, R., & Stringer, C. (2017). United Nations Decade on Biodiversity A Study of the Reporting Practices of the Australian Mining Industry. *Accounting Auditing & Accountability Journal*, 30, 1711-1745. DOI: 10.1108/AAAJ-04-2015-2028
- Adnan, AI., Ong, MY., Nomanbhay, S., Chew, KW., & Show, PL. (2019). Technologies for Biogas Upgrading to Biomethane: A Review. *Bioengineering-Basel*, 6(92). DOI: 10.3390/bioengineering6040092
- Afolabi, H., Ram, R., & Show, PL. (2022). Harmonization of Sustainability Reporting Regulation: Analysis of a Contested Arena. *Sustainability*, 14(5517). DOI: 10.3390/su14095517
- Aguado-Correa, F., De la Vega-Jiménez, JJ., López-Jiménez, JM., Padilla-Garrido, N., & Rabadán-Martín, I. (2023). Evaluation of Non-Financial Information and its Contribution to Advancing the Sustainable Development Goals Within the Spanish Banking Sector. *European Research on Management and Business Economics*, 29(100211). DOI: 10.1016/j.iedeen.2022.100211
- Ahmad, S., Khan, D., & Magda, R. (2019). Assessing the Influence of Financial Inclusion on Environmental Degradation in the ASEAN Region Through the Panel PMG-ARDL Approach. *Sustainability*, 14(7058). DOI: 10.3390/su14127058
- Akhtar, N., & Rashid, A. (2024). Financial Development and Sustainable Development: A Review of Literature. *Bioresource Technology*. DOI: 10.1002/sd.3068

- Alam, MK. (2021). Rationality of Fourth Party in Legitimacy Theory: Shariah Governance of Islamic Financial Institutions. *Journal Of Islamic Accounting and Business Research*, 12, 418-438. DOI: 10.1108/JIABR-08-2019-0154
- Aldoseri, MM., & Albaz, MM. (2023). Climate Change Risks Disclosure: Do Business Strategy and Management Characteristics Matter?. *International Journal of Financial Studies*, 11(150). DOI: 10.3390/ijfs11040150
- Alsayegh, MF., Ditta, A., Mahmood, Z., & Kouser, R. (2023). The Role of Sustainability Reporting and Governance in Achieving Sustainable Development Goals: An International Investigation. *Sustainability*, 15(3531). DOI: 10.3390/su15043531
- Al Amosh, H., Khatib, SFA., & Hussainey, K. (2022). The Financial Determinants of Integrated Reporting Disclosure by Jordanian Companies. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(375). DOI: 10.3390/jrfm15090375
- Alghamdi, OA., & Agag, G. (2023). Unlocking the Power of Reporting: Exploring the Link between Voluntary Sustainability Reporting, Customer Behavior, and Firm Value. *Sustainability*, 15(15584). DOI: 10.3390/su152115584
- Ampese, LC., Sganzerla, WG., Ziero, HD., Costa, JM., Martins, G., & Forster-Carneiro, T (2022). Valorization of Apple Pomace for Biogas Production: A Leading Anaerobic Biorefinery Approach for a Circular Bioeconomy. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 14, 14843-14857. DOI: 10.1007/s13399-022-03534-6
- An, D., Wang, TF., Zhou, Q., Wang, CS., Yang, QY., Xu, BJ., & Zhang, QF. (2017). Effects of Total Solids Content on Performance of Sludge Mesophilic Anaerobic Digestion and Dewaterability of Digested Sludge. *Waste Management*, 62, 188-193. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.01.042
- Angulo-Mosquera, LS., Alvarado-Alvarado, AA., Rivas-Arrieta, MJ., Cattaneo, CR., Rene, ER., & García-Depraect, O. (2021). Production of Solid Biofuels from Organic Waste

- in Developing Countries: A Review from Sustainability and Economic Feasibility Perspectives. *Science of the Total Environment*, 795(148816). DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.148816
- Antonic, B., Jancikova, S., Dordevic, D., & Tremlova, B. (2020). Apple Pomace as Food Fortification Ingredient: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Food Science*, 85, 2977-2985. DOI: 10.1111/1750-3841.15449
- Arya, SS., Venkatram, R., More, PR., & Vijayan, P. (2022) The Wastes of Coffee Bean Processing for Utilization in Food: A Review. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*, 59, 429-444. DOI: 10.1007/s13197-021-05032-5
- Atkins, J., Doni, F., Gasperini, A., Artuso, S., La Torre, I., & Sorrentino, L. (2023). Exploring the Effectiveness of Sustainability Measurement: Which ESG Metrics Will Survive COVID-19? *Journal Of Business Ethics*, 185, 629-646. DOI: 10.1007/s10551-022-05183-1
- Atelge, MR., Krisa, D., Kumar, G., Eskicioglu, C., Nguyen, DD., Chang, SW., Atabani, AE., Al-Muhtaseb, AH., & Unalan, S. (2020). Biogas Production from Organic Waste: Recent Progress and Perspectives. *Waste and Biomass Valorization*, 11, 1019-1040. DOI: 10.1007/s12649-018-00546-0
- Aureli, S., Del Baldo, M., Lombardi, R., & Nappo, F. (2020). Nonfinancial Reporting Regulation and Challenges in Sustainability Disclosure and Corporate Governance Practices. *Business Strategy and the Environment*, 29, 2932-2403. DOI: 10.1002/bse.2509
- Awasthi, SK., Sarsaiya, S., Awasthi, MK., Liu, T., Zhao, JC., Kumar, S., & Zhang, ZQ. (2020). Changes in Global Trends in Food Waste Composting: Research Challenges and Opportunities. *Bioresource Technology*, 299(122555). DOI: 10.1016/j.biortech.2019.122555

- Baena-Moreno, FM., Malico, I., & Marques, IP. (2021). Promoting Sustainability: Wastewater Treatment Plants as a Source of Biomethane in Regions Far from a High-Pressure Grid. A Real Portuguese Case Study. *Sustainability*, 13(8933). DOI: 10.3390/su13168933
- Barratt, M., Choi, TY., & Li, M. (2011). Qualitative Case Studies in Operations Management: Trends, Research Outcomes, And Future Research Implications. *Journal Of Operations Management*, 29, 329-342. DOI: 10.1016/j.jom.2010.06.002
- Bashir, MF., Shahbaz, M., Ma, BL., & Alam, K. (2024). Evaluating the Roles of Energy Innovation, Fossil Fuel Costs and Environmental Compliance Towards Energy Transition in Advanced Industrial Economies. *Journal of Environmental Management*, 351(119709). DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.119709
- Battaglia, M. (2008). Encyclopedia of Survey Research Methods. [Versión Adobe Digital editions]. DOI: 10.4135/9781412963947.n337
- Battaglia, M., Passeti, E., Bianchi, L., & Frey, M. (2016). Managing for Integration: A Longitudinal Analysis of Management Control for Sustainability. *Journal Of Cleaner Production*, 136,213-225. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.01.108
- Batstone, DJ., & Viridis, B. (2014). The Role of Anaerobic Digestion in The Emerging Energy Economy. *Current Opinion in Biotechnology*, 27, 142-149. DOI: 10.1016/j.copbio.2014.01.013
- Beausang, C., McDonnell, K., & Murphy, F. (2020). Anaerobic Digestion of Poultry Litter - a Consequential Life Cycle Assessment. *Science of the Total Environment*, 735 (139494). DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.139494
- Bebbington, J., Brown, J., & Frame, B. (2007). Accounting Technologies and Sustainability Assessment Models. *Ecological Economics*, 61, 224-236. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2006.10.021

- Bebbington, J., & Larrinaga, C. (2014). Accounting and Sustainable Development: An Exploration. *Accounting Organizations and Society*, 39, 395-413. DOI: 10.1016/j.aos.2014.01.003
- Beluhova-Uzunova, R., Shishkova, M., & Ivanova, B. (2019). Concepts And Key Sectors of The Bioeconomy. *Trakia Journal of Sciences*, 17 (1). DOI: 10.15547/tjs.2019.s.01.037
- Bentsen, NS., Nilsson, D., & Larsen, S. (2021). Agricultural Residues for Energy - A Case Study on the Influence of Resource Availability, Economy and Policy on the Use of Straw for Energy in Denmark and Sweden. *Biomass & Bioenergy*, 108, 278-288. DOI: 10.1016/j.biombioe.2017.11.015
- Berri, A., & Toma, L. (2023). Factors Influencing Consumer Use of Social Supermarkets in The UK: A Redistribution Model Providing Low-Cost Surplus Food. *Cleaner and Responsible Consumption*, 10(100133). DOI: 10.1016/j.clrc.2023.100133
- Bhatnagar, N., Ryan, D., Murphy, R., & Enright, AM. (2022). A Comprehensive Review of Green Policy, Anaerobic Digestion of Animal Manure and Chicken Litter Feedstock Potential - Global and Irish Perspective. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 154(111884). DOI: 10.1016/j.rser.2021.111884
- Biomass Energy Potential Atlas of Turkey. Retrieved December 24, 2021. Recuperado de <http://bepa.yegm.gov.tr>
- Boiral, O., Heras-Saizarbitoria, I., & Brotherton, MC. (2019). Assessing and Improving the Quality of Sustainability Reports: The Auditors' Perspective. *Journal of Business Ethics*, 155, 703-721. DOI: 10.1007/s10551-017-3516-4
- Boons, F., & Wagner, M. (2009). Assessing the Relationship Between Economic and Ecological Performance: Distinguishing System Levels and the Role of Innovation. *Ecological Economics*, 68, 1908-1914. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2009.02.012

- Borge, L., & Bröring, S. (2017). Exploring Effectiveness of Technology Transfer in Interdisciplinary Settings: The Case of the Bioeconomy. *Creativity And Innovation Management, 26*, 311-322. DOI: 10.1111/caim.12222
- Borujeni, NE., Alavijeh, MK., Denayer, JFM., & Karimi, K. (2023). A Novel Integrated Biorefinery Approach for Apple Pomace Valorization with Significant Socioeconomic Benefits. *Renewable Energy, 208*, 275-286. DOI: 10.1016/j.renene.2023.03.056
- Bosi, MK., Lajuni, N., Wellfren, AC., & Lim, TS. (2022). Sustainability Reporting through Environmental, Social, and Governance: A Bibliometric Review. *Sustainability, 14*(12071). DOI: 10.3390/su141912071
- Bouten, L., & Hoozée, S. (2013). On The Interplay Between Environmental Reporting and Management Accounting Change. *Management Accounting Research, 24*, 333-348. DOI: 10.1016/j.mar.2013.06.005
- Brandao, AS., & Santos, JMRC. (2024). Sustainability from Policy to Practice: Assessing the Impact of European Research and Innovation Frameworks on Circular Bioeconomy. *Sustainability, 16*(2355). DOI: 10.3390/su16062355
- Brandao, M., Endenich, C., Luther, R., & Trapp, R. (2017). Separation – Integration – and Now ...? A Historical Perspective on the Relationship Between German Management Accounting and Financial Accounting. *Accounting History, 22*, 67-91. DOI: 10.1177/1032373216658035
- Bresciani, S., Rehman, SU., Giovando, G., & Alam, GM. (2023). The Role of Environmental Management Accounting and Environmental Knowledge Management Practices Influence on Environmental Performance: Mediated-Moderated Model. *Journal of Knowledge Management, 27*, 896-918. DOI: 10.1108/JKM-12-2021-0953

- Budzianowski, WM., & Brodacka, M. (2017) Biomethane Storage: Evaluation of Technologies, End Uses, Business Models, and Sustainability. *Energy Conversion and Management*, 141, 254-273. DOI: 10.1016/j.enconman.2016.08.071
- Bugge, MM., Hansen, T., & Klitkou, A. (2016). What is the Bioeconomy? A Review of the Literature. *Sustainability*, 8(691). DOI: 10.3390/su8070691
- Burritt, RL., & Schaltegger, S. (2010) Sustainability Accounting and Reporting: Fad or Trend? *Accounting Auditing & Accountability Journal*, 23, 829-846. DOI: 10.1108/09513571011080144
- Campos-Vega, R., Loarca-Piña, G., Vergara-Castañeda, HA., & Oomah, BD. (2015). Spent Coffee Grounds: A Review on Current Research and Future Prospects. *Trends in Food Science & Technology*, 45, 24-36. DOI: 10.1016/j.tifs.2015.04.012
- Carus, M., & Dammer, L. (2018). The Circular Bioeconomy—Concepts, Opportunities, and Limitations. *Ind Biotechnol*, 14(2) 83-91. DOI: 10.1089/ind.2018.29121.mc
- Cavaye, ALM. (1996). Case Study Research: A Multi-Faceted Research Approach for IS. *Information Systems Journal*, 6, 227-242. DOI: 10.1111/j.1365-2575.1996.tb00015.x
- Chelli, M., Richard, J. & Durocher, S. (2014). France's New Economic Regulations: Insights from Institutional Legitimacy Theory. *Accounting Auditing & Accountability Journal*, 27, 283-316. DOI: 10.1108/AAAJ-07-2013-1415
- Chen, SY., Zhang, Q., Mclellan, B., & Zhang, TT. (2020). Review on the Petroleum Market in China: History, Challenges and Prospects. *Petroleum Science*, 17, 1779-1794. DOI: 10.1007/s12182-020-00501-6
- Cho, CH. (2009). Legitimation Strategies Used in Response to Environmental Disaster: A French Case Study of Total SA's Erika and AZF Incidents. *European Accounting Review*, 18(PII 907043562), 33-62. DOI: 10.1080/09638180802579616

- Clark, JH., Farmer, TJ., Herrero-Davila, L., & Sherwood, J. (2016). Circular Economy Design Considerations for Research and Process Development in the Chemical Sciences. *Green Chemistry*, 18, 3914-3934. DOI: 10.1039/c6gc00501b
- Coll-Martínez, E., Labrouche, G., Nadel, S. & Orozco, L. (2024). Regional Determinants of Biogas Production Units Setup: Evidence from France. *Papers in Regional Science*, 103(100007). DOI: 10.1016/j.pirs.2024.100007
- Couto, E., Calijuri, ML., Assemany, P., & Raj, T. (2020). Biomass Production in High Rate Ponds and Hydrothermal Liquefaction: Wastewater Treatment and Bioenergy Integration. *Science of the Total Environment*, 724(138104). DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138104
- Creswell, JW., Hanson, WE., Clark, VLP., & Morales, A. (2007). Qualitative Research Designs: Selection and Implementation. *Counseling Psychologist*, 35, 236-264. DOI: 10.1177/0011000006287390
- Christofi, A., Christofi, P., & Sisaye, S. (2012). Corporate Sustainability: Historical Development and Reporting Practices. *Management Research Review*, 35, 157-172. DOI: 10.1108/01409171211195170
- Czekala, W. (2021). Solid Fraction of Digestate from Biogas Plant as a Material for Pellets Production. *Energies*, 14(5034). DOI: 10.3390/en14165034
- Czekala, W., Lukomska, A., Pulka, J., Bojarski, W., Pochwatka, P., Kowalczyk-Jusko, A., Oniszczyk, A. & Dach, J. (2023). Waste-To-Energy: Biogas Potential of Waste from Coffee Production and Consumption. *Energy*, 276(127604). DOI: 10.1016/j.energy.2023.127604
- D'Amato, D., Droste, N., Allen, B., Kettunen, M., Lähtinen, K., Korhonen, J., Leskinen, P., Matthies, BD., & Toppinen, A. (2017). Green, Circular, Bio Economy: A

- Comparative Analysis of Sustainability Avenues. *Journal of Cleaner Production*, 168, 716-734. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.09.053
- D'Amato, D., Veijonaho, S., & Toppinen, A. (2020). Towards Sustainability? Forest-Based Circular Bioeconomy Business Models in Finnish SMEs. *Forest Policy and Economics*, 110(101848). DOI: 10.1016/j.forpol.2018.12.004
- De Besi, M., & McCormick, K. (2015). Towards a Bioeconomy in Europe: National, Regional and Industrial Strategies. *Sustainability*, 7, 10461-10478. DOI: 10.3390/su70810461
- De Souza, CM., Rodrigues, DD., & De Sousa, PHM. (2022) Development of the Coffee Taster's Emotion Wheel for the Coffee Drinking Experience. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 27(100451). DOI: 10.1016/j.ijgfs.2021.100451
- Deegan, CM. (2019). Legitimacy Theory: Despite Its Enduring Popularity and Contribution, Time is Right for a Necessary Makeover. *Accounting Auditing & Accountability Journal*, 32, 307-2329. DOI: 10.1108/AAAJ-08-2018-3638
- Demski, JS., & Feltham, GA. (1976). Cost determination: A conceptual approach. Iowa State University Press
- Dennehy, C., Lawlor, PG., Gardiner, GE., Jiang, Y., Cormican, P., McCabe, MS., & Zhan, XM. (2017). Process Stability and Microbial Community Composition in Pig Manure and Food Waste Anaerobic Co-Digesters Operated at Low Hrts. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 11(4). DOI: 10.1007/s11783-017-0923-9
- D'Este, M., Alvarado-Morales, M., Ciofalo, A., & Angelidaki, I. (2017). Macroalgae *Laminaria Digitata* and *Saccharina Latissima* as Potential Biomasses for Biogas and Total Phenolics Production: Focusing on Seasonal and Spatial Variations of the Algae. *Energy & Fuels*, 31, 7166-7175. DOI: 10.1021/acs.energyfuels.7b00853

- De Villiers, C., & Dimes, R. (2021). How Management Control Systems Enable and Constrain Integrated Thinking. *Meditari Accountancy Research*, 29, 851-872. DOI: 10.1108/MEDAR-05-2020-0880
- Donner, M., Gohier, R., & De Vries, H. (2020). A New Circular Business Model Typology for Creating Value from Agro-Waste. *Science of the Total Environment*, 716 (137065). DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.137065
- Dubé, L., & Paré, G. (2003). Rigor in Information Systems Positivist Case Research: Current Practices, Trends, and Recommendations. *Mis Quarterly*, 27, 597-635. Recuperado de <https://www.jstor.org/stable/30036550>
- Eisenhardt, Km. (1989). Building Theories from Case-Study Research. *Academy of Management Review*, 14, 532-550. DOI: 10.2307/258557
- Elsayed, M., Ran, Y., Ai, P., Azab, M., Mansour, A., Jin, KD., Zhang, YL., & Abomohra, A. (2020). Innovative Integrated Approach of Biofuel Production from Agricultural Wastes by Anaerobic Digestion and Black Soldier Fly Larvae. *Journal of Cleaner Production*, 263(121495). DOI: DOI10.1016/j.jclepro.2020.121495
- Etikan I. (2016): Comparison of Convenience Sampling and Purposive Sampling. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1). DOI: 10.1007/s11356-023-29632-0
- Fagerström, A., Al Seadi, T., Rasi, S., & Briseid, T. (2018). The Role of Anaerobic Digestion and Biogas in the Circular Economy. *IEA Bioenergy*. Recuperado de anaerobic-digestion\_web\_END.pdf
- FAOSTAT, 2022
- Farber, SC., Costanza, R., & Wilson, MA. (2002). Economic and Ecological Concepts for Valuing Ecosystem Services. *Ecological Economics*. 41, 375-392. DOI: 10.1016/S0921-8009(02)00088-5

- Fell, MJ., Vigurs, C., Maidment, C., & Shipworth, D. (2023). Smart Local Energy Systems as a Societal Project: Developing a Theory of Change. *Smart Energy*, 11(100109). DOI: 10.1016/j.segy.2023.100109
- Ferraz, D., & Pyka, A. (2023). Circular Economy, Bioeconomy, and Sustainable Development Goals: A Systematic Literature Review. *Environmental Science and Pollution Research*, 30. DOI: 10.1007/s11356-023-29632-0
- Fetanat, A., Tayebi, M., & Moteraghi, M. (2024). Selection of Biomass and Bioenergy Applications from Rice Production Waste: An Integrated Method of a Circular Bioeconomy-Based Fuzzy Inference System and Portfolio Decision Analysis. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. DOI: 10.1007/s10163-024-02045-y
- Fitzgerald, ND. (2017). Chemistry Challenges to Enable a Sustainable Bioeconomy. *Nature Reviews Chemistry*, 1(80). DOI: 10.1038/s41570-017-0080
- Flood R.L. (1999): Rethinking the Fifth Discipline: Learning within the Unknowable. [Version DX Reader] Recuperado de [https://books.google.com.pe/books?id=0ETGGpsKwdUC&pg=PR3&hl=es&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=0ETGGpsKwdUC&pg=PR3&hl=es&source=gbs_selected_pages&cad=1#v=onepage&q&f=false)
- Fontaine, D., Feng, L., Labouriau, R., Moller, HB., Eriksen, J., & Sorensen, P. (2020). Nitrogen and Sulfur Availability in Digestates from Anaerobic Co-digestion of Cover Crops, Straw and Cattle Manure. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 20, 621-636. DOI: 10.1007/s42729-019-00151-7
- Franco, JDB., Franco, A Jr., Battistelle, RAG., & Bezerra, BS. (2020). Dynamic Capabilities: Unveiling Key Resources for Environmental Sustainability and Economic Sustainability, and Corporate Social Responsibility towards Sustainable Development Goals. *Resources-Basel*, 13(22). DOI: 10.3390/resources13020022

- Gaurav, N., Sivasankari, S., Kiran, GS., Ninawe, A., & Selvin, J. (2017). Utilization of Bioresources for Sustainable Biofuels: A Review. *Journal of Cleaner Production*, 272 (122738). DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.122738
- Gil-Marín, M., Vega-Muñoz, A., Contreras-Barraza, N., Salazar-Sepúlveda, G., Vera-Ruiz, S., & Losada, AV. (2022). Sustainability Accounting Studies: A Metasynthesis. *Sustainability*, 14 (9533). DOI: 10.3390/su14159533
- 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, 1284-1309. DOI: 10.1108/SAMPJ-06-2021-0222
- Golebiewska, E., Kalinowska, M., & Yildiz, G. (2022) Sustainable Use of Apple Pomace (AP) in Different Industrial Sectors. *Materials*, 15(1788). DOI: 10.3390/ma15051788
- Gunarathne, ADN., & Lee, KH. (2022) Eco-Control for Corporate Sustainable Management: A Sustainability Development Stage Perspective. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27, 2515-2529. DOI: 10.1002/csr.1973
- Hahn, T., Figge, F., Pinkse, J., & Preuss, L. (2010). Trade-Offs in Corporate Sustainability: You Can't Have Your Cake and Eat It. *Business Strategy and The Environment*, 19, 217-229. DOI: 10.1002/bse.674
- Haider, J., Qyum, MA., Kazmi, B., Ali, I., Nizami, AS., & Lee, M. (2020). Simulation Study of Deep Eutectic Solvent-Based Biogas Upgrading Process Integrated with Single Mixed Refrigerant Biomethane Liquefaction. *Biofuel Research Journal-Brj*, 7, 1245-1255. DOI: 10.18331/BRJ2020.7.4.3
- Hamzah, HT., Sridevi, V., Surya, DV., Ramesh, P., Rao, CS., Palla, S., & Abdullah, TA. (2024). Synergistic Effects and Product Yields in Microwave-Assisted In-Situ Co-

- Pyrolysis of Rice Straw and Paraffin Wax. *Process Safety and Environmental Protection*, 182, 45-55. DOI: 10.1016/j.psep.2023.11.048
- Hartzmark, SM., & Sussman, AB. (2024). Sustainable Investing and Financing for Sustainable Development: A Hybrid Review. *Sustainable Development*, 32, 4469-4485. DOI: 10.1002/sd.2912
- Hassanein, A., Lansing, S., & Tikekar, R. (2019) Impact of Metal Nanoparticles on Biogas Production from Poultry Litter. *Bioresource Technology*, 275, 200-206. DOI: 10.1016/j.biortech.2018.12.048
- Häyhä, T., & Franzese, PP. (2014) Ecosystem Services Assessment: A Review Under an Ecological-Economic and Systems Perspective. *Ecological Modelling*, 289, 124-132. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2014.07.002
- Herbohn, K. (2005). A Full Cost Environmental Accounting Experiment. *Accounting Organizations and Society*, 30, 519-536. DOI: 10.1016/j.aos.2005.01.001
- Henri, JF., & Journeault, M. (2010). Eco-Control: The Influence of Management Control Systems on Environmental and Economic Performance. *Accounting Organizations and Society*, 35, 63-80. DOI: 10.1016/j.aos.2009.02.001
- Henri, JF., Journeault, M., & Brousseau, C. (2017). Eco-Control Change and Environmental Performance: A Longitudinal Perspective. *Journal of Accounting & Organizational Change*, 13(2), 188-215. DOI: 10.1108/JAOC-04-2016-0023
- Hemmer, T., & Labro, E. (2008). On The Optimal Relation Between the Properties of Managerial and Financial Reporting Systems. *Journal Of Accounting Research*, 46, 1209-1240. DOI: 10.1111/j.1475-679X.2008.00303.x
- Herrera-Franco, G., Bravo-Montero, L., Caicedo-Potosí, J., & Carrión-Mero, P. (2024). A Sustainability Approach Between the Water-Energy-Food Nexus and Clean Energy. *Water*, 16(1017). DOI: 10.3390/w16071017

- Hopwood, AG., Unerman, J., & Fries, J. (2010). Accounting for sustainability: Practical insights. Earthscan.
- Hossfeld, C., Muller-Lagarde, Y., & Zevounou, L. (2020). The Evolution of the European Public Good Assessment in the EU Endorsement Process of IFRS. *Accounting in Europe*, 17, 314-333. DOI: 10.1080/17449480.2020.1818799
- <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- <https://www.latercera.com/galeria/sociales/presentan-nueva-marca-lipiandes-y-su-estrategia-para-los-proximos-anos/LDGPJZQIWVD4JHVJTRU57CG33M/>
- Hysa, E., Kruja, A., Rehman, NU., & Laurenti, R. (2020). Circular Economy Innovation and Environmental Sustainability Impact on Economic Growth: An Integrated Model for Sustainable Development. *Sustainability*, 12(4831). DOI: 10.3390/su12124831
- International Energy Agency. Outlook for Biogas and Biomethane: Prospects for Organic Growth; IEA: Paris, France, 2020
- Ismail, H., Saleem, MA., Zahra, S., Tufail, MS., & Ali, RA. (2021). Application of Global Reporting Initiative (GRI) Principles for Measuring Quality of Corporate Social Responsibility (CSR) Disclosure: Evidence from Pakistan. *Sustainability*, 13(11409). DOI: 10.3390/su132011409
- Joshiyura, M., Mathur, S., & Kedia, N. (2024). Sustainable Investing and Financing for Sustainable Development: A Hybrid Review. *Sustainable Development*, 32, 4469-4485. DOI: 0.1002/sd.2912
- Kabyanga, M., Balana, BB., Mugisha, J., Walekhwa, PN., Smith, J., & Glenk, K. (2018). Economic Potential of Flexible Balloon Biogas Digester Among Smallholder Farmers: A Case Study from Uganda. *Renewable Energy*, 120, 392-400. DOI: 10.1016/j.renene.2017.12.103

- Kang, MM., Zhao, WW., Jia, LZ., & Liu, YX. (2020). Balancing Carbon Emission Reductions and Social Economic Development for Sustainable Development: Experience From 24 Countries. *Chinese Geographical Science*, 30(3), 379-396. DOI: 10.1007/s11769-020-1117-0
- Khatri, I., & Kjærland, F. (2023). Sustainability Reporting Practices and Environmental Performance Amongst Nordic Listed Firms. *Journal Of Cleaner Production*, 418(138172). DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.138172
- Kapoor, R., Ghosh, P., Kumar, M., Sengupta, S., Gupta, A., Kumar, SS., Vijay, & et al. (2020). Valorization of Agricultural Waste for Biogas Based Circular Economy in India: A Research Outlook. *Bioresource Technology*, 304(123036). DOI: 10.1016/j.biortech.2020.123036
- Kaur, H., Siwal, SS., Bishnoi, P., & Rarotra, S. (2022). Towards the Impact of COVID-19 on the Environment, Education, And Economy (EEE). *Biomaterials and Polymers Horizon*, 1(2). DOI: 10.37819/bph.001.02.0213
- Kauser, S., Murtaza, MA., Hussain, A., Imran, M., Kabir, K., Najam, A., An, QU., & et al. (2023). Apple Pomace, A Bioresource of Functional and Nutritional Components with Potential of Utilization in Different Food Formulations: A Review. *Food Chemistry Advances*, 4(100598). DOI: 10.1016/j.focha.2023.100598
- Kazem, HA. (2011). Renewable Energy in Oman: Status and Future Prospects. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 15, 3465-3469. DOI: 10.1016/j.rser.2011.05.015
- Klitkou, A., Fevolden, M., & Capasso, M. (2019). Valorisation Pathways for Organic Waste Streams in Circular Bioeconomies. *From Waste to Value*. DOI: 10.4324/9780429460289

- Kolk, A., 2016. The Social Responsibility of International Business: From Ethics and the Environment to CSR And Sustainable Development. *Journal of World Business*, 51, 23-34. DOI: 10.1016/j.jwb.2015.08.010
- Kosre, A., Koreti, D., Mahish, PK., & Chandrawanshi, NK. (2021). Current Perspective of Sustainable Utilization of Agro Waste and Biotransformation of Energy in Mushroom. *Energy: Crises, Challenges and Solutions*, DOI:10.1002/9781119741503.ch15
- Kougias, PG., Boe, K., Tsapekos, P., & Angelidaki, I. (2014). Foam Suppression in Overloaded Manure-Based Biogas Reactors Using Antifoaming Agents. *Bioresource Technology*, 153, 198-205. DOI: 10.1016/j.biortech.2013.11.083
- Kougias, PG., Treu, L., Campanaro, S., Zhu, XY., & Angelidaki, I. (2016). Dynamic Functional Characterization and Phylogenetic Changes Due to Long Chain Fatty Acids Pulses in Biogas Reactors. *Scientific Reports*, 6(28810). DOI: 10.1038/srep28810
- Kularathne, IW., Gunathilake, CA., Rathneweera, AC., Kalpage, CS., & Rajapakse, S. (2019). The Effect of Use of Biofuels on Environmental Pollution - A Review. *International Journal of Renewable Energy Research*, 9(3), 1335-1367. Recuperado de <https://www.ijrer.org/ijrer/index.php/ijrer/article/view/9577>
- Lamboglia, R., Fiorentino, R., Mancini, D., & Garzella, S. (2018). From a Garbage Crisis to Sustainability Strategies: The Case Study of Naples' Waste Collection Firm. *Journal of Cleaner Production*, 186, 726-735. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.03.151
- Lelieveld, J., Klingmüller, K., Pozzer, A., Burnett, RT., Haines, A., & Ramanathan, V. (2019). Effects of Fossil Fuel and Total Anthropogenic Emission Removal on Public Health and Climate. *Proceedings of The National Academy of Sciences of The United States of America*, 116(15), 7192-7197. DOI: 10.1073/pnas.1819989116

- Lewandowski, I., Lippe, M., Castro Montoya, J., & Dickhöfer, U. (2019). Primary Production. *In Bioeconomy: Shaping the Transition to a Sustainable, Biobased Economy*, 97-178. DOI: 10.1007/978-3-319-68152-8\_13
- Li, B., Lu, YY., & Li, YL. (2022). A Review of Natural Gas Hydrate Formation with Amino Acids. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(1134). DOI: 10.3390/jmse10081134
- Licandro, OD., Ramírez, AG., Alvarado-Peña, LJ., Vega., LA. & Correa, P. (2019). Implementation of the ISO 26000 Guidelines on Active Participation and Community Development. *Social Sciences*, 8(9), 263. DOI: 10.3390/socsci8090263
- Lim, MML., Jorgensen, PS., & Wyborn, CA. (2018). Reframing The Sustainable Development Goals to Achieve Sustainable Development in the Anthropocene-A Systems Approach. *Ecology And Society*, 23(22). DOI: 10.5751/ES-10182-230322
- Lindkvist, E., & Karlsson, M. (2018) Biogas Production Plants; Existing Classifications and Proposed Categories. *Journal of Cleaner Production*, 174, 1588-1597. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.10.317
- Liu, CY., Li, H., Zhang, YY., & Liu, C. (2016). Improve Biogas Production from Low-Organic-Content Sludge Through High-Solids Anaerobic Co-Digestion with Food Waste. *Bioresource Technology*, 219, 252-260. DOI: 10.1016/j.biortech.2016.07.130
- Liu, J., Baeyens, J., Deng, YM., Tan, TW., & Zhang, HL. (2020). The Chemical CO<sub>2</sub> Capture by Carbonation-Decarbonation Cycles. *Journal of Environmental Management*, 260(110054). DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.110054
- Lobo, M.J., Pietriga, E., & Appert, C. (2015). An Evaluation of Interactive Map Comparison Techniques. *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, 3573-3582. doi.org/10.1145/2702123.270213

- Mähönen, J., (2020). Comprehensive Approach to Relevant and Reliable Reporting in Europe: A Dream Impossible? *Sustainability*, 12(5277). DOI: 10.3390/su12135277
- Man, M., & Bogueanu-Popa, MM. (2020). Impact of Non-Financial Information on Sustainable Reporting of Organisations' Performance: Case Study on the Companies Listed on the Bucharest Stock Exchange. *Sustainability*, 12(2179). DOI: 10.3390/su12062179
- Manesh, MHK., Rezazadeh, A., & Kabiri, S. (2020). A Feasibility Study on the Potential, Economic, and Environmental Advantages of Biogas Production from Poultry Manure in Iran. *Renewable Energy*, 159, 87-106. DOI: 10.1016/j.renene.2020.05.173
- Manogaran, MD., Hakimi, M., Ahmad, MHN.B., Shamsuddin, R., Lim, JW., Hassan, MAM., & Sahrin, NT. (2023) Mesophilic Methane Fermentation of Chicken Manure at a Wide Range of Ammonia Concentration: Stability, Inhibition and Recovery. *Sustainability*, 15(5813). DOI: 10.3390/su15075813
- Manogaran, MD., Shamsuddin, MR., Mohd Yusoff, MH., & Lay, M. (2022) An Overview on Available Treatment Processes of Poultry Manure in Malaysia. *Sustainability*. DOI: doi.org/10.1063/5.0099555
- Martins, F., Felgueiras, C., & Smitkova, M. (2018). Fossil Fuel Energy Consumption in European Countries. *Energy Procedia*, 153, 107-111. DOI: 10.1016/j.egypro.2018.10.050
- Martins, F., Felgueiras, C., Smitkova, M., & Caetano, N. (2019). Analysis of Fossil Fuel Energy Consumption and Environmental Impacts in European Countries. *Energies*, 12(964). DOI: 10.3390/en12060964
- Maas, K., Schaltegger, S., & Crutzen, N. (2016). Integrating Corporate Sustainability Assessment, Management Accounting, Control, and Reporting. *Journal Of Cleaner Production*, 136, 237-248. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.05.008

- Matthews, HD., Tokarska, KB., Nicholls, ZRJ., Rogelj, J., Canadell, JG., Friedlingstein, P., Frölicher, TL., & et al (2020). Opportunities And Challenges in Using Remaining Carbon Budgets to Guide Climate Policy. *Nature Geoscience*, 13, 769-779. DOI: 10.1038/s41561-020-00663-3
- Matthews, MR. (1997). Twenty-Five Years of Social and Environmental Accounting Research: Is There a Silver Jubilee to Celebrate? *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 10, 481-531. DOI: 10.1108/EUM00000000004417
- Mehta, A., Mishra, A., Basu, S., Shetti, NP., Reddy, KR., Saleh, TA., & Aminabhavi, TM. (2019). Band Gap Tuning and Surface Modification of Carbon Dots for Sustainable Environmental Remediation and Photocatalytic Hydrogen Production - A Review. *Journal of Environmental Management*, 250(109486). DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.109486
- Mennicken, A., & Espeland, WN. (2019). What's New with Numbers? Sociological Approaches to the Study of Quantification. *Annual Review of Sociology*, Vol 45, 223-245. DOI: 10.1146/annurev-soc-073117-041343
- Mihai, F., & Thakur, VK. (2023). Sustainability Reporting Based on GRI Standards within Organizations in Romania. *Electronics*, 12(690). DOI: 10.3390/electronics12030690
- Mishra, K., Siwal, SS., Nayaka, SC., Guan, ZW., & Thakur, VK. (2023). Waste-to-chemicals: Green Solutions for Bioeconomy Markets. *Science of The Total Environment*, 887(164006). DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.164006
- Nargotra, P., Sharma, V., Gupta, M., Kour, S., & Bajaj, BK. (2018). Application of Ionic Liquid and Alkali Pretreatment for Enhancing Saccharification of Sunflower Stalk Biomass for Potential Biofuel-Ethanol Production. *Bioresource Technology*, 267, 560-568. DOI: 10.1016/j.biortech.2018.07.070

- Nassani, AA., Yousaf, Z., Radulescu, M., & Haffar, M. (2022). Environmental Performance through Environmental Resources Conservation Efforts: Does Corporate Social Responsibility Authenticity Act as Mediator? *Sustainability*, *14*(2330). DOI: 10.3390/su14042330
- Ndlovu, P., Babae, S., & Naidoo, P. (2022). Review On CH<sub>4</sub>-CO<sub>2</sub> Replacement for CO<sub>2</sub> Sequestration and CH<sub>4</sub>/CO<sub>2</sub> Hydrate Formation in Porous Media. *Fuel*, *320* (123795). DOI: 10.1016/j.fuel.2022.123795
- Niu, QG., Qiao, W., Qiang, H., Hojo, T., & Li, YY. (2013) Effect of Temperature on Co-Anaerobic Digestion of Chicken Manure and Empty Fruit Bunch: A Kinetic Parametric Study. *Bioresource Technology*, *137*, 358-367. DOI: 10.1016/j.biortech.2013.03.080
- Nong, D., Escobar, N., Britz, W., & Borner, J. (2020). Long-Term Impacts of Bio-Based Innovation in the Chemical Sector: A Dynamic Global Perspective. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, *73*, 205-214. DOI: 10.1016/j.rser.2017.01.070
- Okolie, JA., Mukherjee, A., Nanda, S., Dalai, AK., & Kozinski, JA. (2021). International Journal of Energy Research. *International Journal of Energy Research*, *45*, 14145-14469. DOI: 10.1002/er.6697
- Oldroyd, D., Fleischman, RK., & Tyson, TN. (2008). The Culpability of Accounting Practice in Promoting Slavery in The British Empire and Antebellum United States. *Critical Perspectives on Accounting*, *19*, 764-784. DOI: 10.1016/j.cpa.2006.11.005
- Olsen, KH., Arens, C., & Mersmann, F. (2018). Learning From CDM SD Tool Experience for Article 6.4 of the Paris Agreement. *Climate Policy*, *18*, 383-395. DOI: 10.1080/14693062.2016.1277686

- Oncioiu, I., Petrescu, AG., Bîlcan, FR., Petrescu, M., Popescu, DM., & Anghel, E. (2020). Corporate Sustainability Reporting and Financial Performance. *Sustainability*, 12(4297). DOI: 10.3390/su12104297
- Ordieres, R., & Cultrone, G. (2022) Technical Quality of Solid Bricks Made Using Clayey Earth with Added Coffee Grounds and Fly Ash. *Construction and Building Materials*, 289(125837). DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.125837
- Osman, AI., Abdelkader, A., Farrell, C., Rooney, D., & Morgan, K. (2019). Reusing, Recycling and Up-Cycling of Biomass: A Review of Practical and Kinetic Modelling Approaches. *Fuel Processing Technology*, 192, 179-202. DOI: 10.1016/j.fuproc.2019.04.026
- Owamah, HI., Alfa, MI., & Dahunsi, SO. (2014) Optimization of Biogas from Chicken Droppings with Cymbopogon Citratus. *Renewable Energy*, 68, 366-371. DOI: 10.1016/j.renene.2014.02.006
- Paini, J., Benedetti, V., Menin, L., Baratieri, M., & Patuzzi, F. (2021). Subcritical Water Hydrolysis Coupled with Hydrothermal Carbonization for Apple Pomace Integrated Cascade Valorization. *Bioresource Technology*, 342(125956). DOI: 10.1016/j.biortech.2021.125956
- Pandit, S., Pandit, C., Mathuriya, AS., Chatterjee, S., Jadhav, DA., Yadav, KK., & Khalid, M. (2024). Wired for Energy: Electromethanogenesis Redefining Anaerobic Digestion. *Process Safety and Environmental Protection*, 185, 588-601. DOI: 10.1016/j.psep.2024.03.021
- Patten, DM. (2020). Seeking legitimacy. *Sustainability Accounting Management and Policy Journal*, 11, 1009-1021. DOI: 10.1108/SAMPJ-12-2018-0332

- Petrescu, AG., Bilcan, FR., Petrescu, M., Oncioiu, IH., Türkes, MC., & Capusneanu, S. (2020). Assessing the Benefits of the Sustainability Reporting Practices in the Top Romanian Companies. *Sustainability*, 12(3470). DOI: 10.3390/su12083470
- Pizzi, S., Mastroleo, G., Venturelli, A., & Caputo, F. (2023). The digitalization of Sustainability Reporting Processes: A conceptual framework. *Business Strategy and the Environment*, 33, 1040-1050. DOI: 10.1002/bse.3544
- Pondeville, S., Swaen, V., & De Rongé, Y. (2013). Environmental Management Control Systems: The Role of Contextual and Strategic Factors. *Management Accounting Research*, 24, 317-332. DOI: 10.1016/j.mar.2013.06.007
- Prussi, M., Julea, A., Lonza, L., & Thiel, C. (2021). Biomethane As Alternative Fuel for The EU Road Sector: Analysis of Existing and Planned Infrastructure. *Energy Strategy Reviews*, 33(100612). DOI: 10.1016/j.esr.2020.100612
- Rahi, ABMF., Johansson, J., Fagerström, A., & Blomkvist, M. (2021). Sustainability Reporting and Management Control System: A Structured Literature Review. *Journal of Risk and Financial Management*, 15(562). DOI: 10.3390/jrfm15120562
- Riffe D., Lacy S., Fico F., Watson B. (2014): Analyzing Media Messages: Using Quantitative Content Analysis in Research [Version Adobe Digital Editions]. DOI: 10.4324/9780429464287
- Rodriguez-Anton, JM., Rubio-Andrada, L., Celemín-Pedroche, MS., & Alonso-Almeida, MDM. (2019). Analysis of the Relations Between Circular Economy and Sustainable Development Goals. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, 26, 708-720. DOI: 10.1080/13504509.2019.1666754
- Rojas-Serrano, F., Garcia-Garcia, G., Parra-López, C., & Sayadi-Gmada, S. (2024). Sustainability, Circular Economy and Bioeconomy: A Conceptual Review and

Integration into the Notion of Sustainable Circular Bioeconomy. *New Medit*, 23, 3-22.

DOI: 10.30682/nm2402a

Rossi, F., Gambelli, AM., Sharma, DK., Castellani, B., Nicolini, A., & Castaldi, MJ. (2019).

Experiments on Methane Hydrates Formation in Seabed Deposits and Gas Recovery

Adopting Carbon Dioxide Replacement Strategies. *Applied Thermal Engineering*,

148, 371-381. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2018.11.053

Saberian, M., Li, J., Donnoli, A., Bonderenko, E., Oliva, P., Gill, B., Lockrey, S., & et al.

(2021) Recycling of Spent Coffee Grounds in Construction Materials: A Review.

*Journal of Cleaner Production*, 289(125837). DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.125837

Saptono, PB., Mahmud, G., Pratiwi, I., Purwanto, D., Khozen, I., Aditama, MA., Khodijah,

S., & et al. (2023) Development of Climate-Related Disclosure Indicators for

Application in Indonesia: A Delphi Method Study. *Sustainability*, 15(10915). DOI:

10.3390/su151410915

Sarangi, PK., & Nanda, S. (2020). Biohydrogen Production Through Dark Fermentation.

*Chemical Engineering & Technology*, 43, 601-612. DOI: 10.1002/ceat.201900452

Schmid, C., Horschig, T., Pfeiffer, A., Szarka, N., & Thrän, D. (2019). Biogas Upgrading: A

Review of National Biomethane Strategies and Support Policies in Selected

Countries. *Energies*, 12(3803). DOI: 10.3390/en12193803

Shanmugam, S., Sekar, M., Sivaramakrishnan, R., Raj, T., Ong, ES., Rabbani, AH., Rene,

ER., Mathimani, T., Brindhadevi, K., & Pugazhendhi, A. (2021). Pretreatment of

Second and Third Generation Feedstock for Enhanced Biohythane Production:

Challenges, Recent Trends and Perspectives. *International Journal of Hydrogen*

*Energy*, 46, 11252-11268. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2020.12.083

Sharma, V., Nargotra, P., & Bajaj, BK. (2019). Ultrasound And Surfactant Assisted Ionic

Liquid Pretreatment of Sugarcane Bagasse for Enhancing Saccharification Using

- Enzymes from an Ionic Liquid Tolerant *Aspergillus Assiutensis* VS34. *Bioresource Technology*, 285(121319). DOI: 10.1016/j.biortech.2019.121319
- Sharma, V., Nargotra, P., Sharma, S., Sawhney, D., Vaid, S., Bangotra, R., Dutt, HC., & Bajaj, BK. (2023b). Microwave Irradiation-Assisted Ionic Liquid or Deep Eutectic Solvent Pretreatment for Effective Bioconversion of Sugarcane Bagasse to Bioethanol. *Energy Ecology and Environment*, 8, 141-156. DOI: 10.1007/s40974-022-00267-0
- Sharma, V., Sharma, D., Tsai, ML., Ortizo, RGG., Yadav, A., Nargotra, P., Chen, CW., Sun, PP., & Dong, CD. (2023a). Insights Into the Recent Advances of Agro-Industrial Waste Valorization for Sustainable Biogas Production. *Sustainable Development*, 390 (129829) DOI: 10.1016/j.biortech.2023.129829
- Simons, R. (1990). The Role of Management Control-Systems in Creating Competitive Advantage - New Perspectives. *Accounting Organizations and Society*, 15, 127-143 DOI: 10.1016/0361-3682(90)90018-P
- Soderstrom, N., Khan, A., & Solano, RA. (2020). The Management Accounting (R)Evolution in Sustainability Reporting. *Chinese Management Accounting Review*, 13 (3), 120-131 DOI: hdl.handle.net/11343/258504
- Stefanescu, CA. (2021). Sustainability Reporting in the Public Realm-Trends and Patterns in Knowledge Development. *Sustainability*, 13(4128) DOI: 10.3390/su13084128
- Steinhöfel, E., Galeitzke, M., Kohl, H., & Orth, R. (2019). Sustainability Reporting in German Manufacturing SMEs. *Procedia Manufacturing*, 33, 610-617 DOI: 10.1016/j.promfg.2019.04.076
- Stewart, P. (2001). Complexity Theories, Social Theory, and the Question of Social Complexity. *Philosophy of the Social Sciences*, 31, 323-360. DOI: 10.1177/004839310103100303

- Stolowy, H., & Paugam, L. (2023). Sustainability Reporting: Is Convergence Possible? *Accounting in Europe*, 20, 139-165. DOI: 10.1080/17449480.2023.2189016
- Suchman, MC. (1995). Managing Legitimacy - Strategic and Institutional Approaches. *Academy of Management Review*, 20, 571-610. DOI: 10.2307/258788
- Sun, HY., Wang, GY., Bai, JW., Shen, JF., Zheng, XY., Dan, ER., Chen, FY & et al. (2023a). Corporate Sustainable Development, Corporate Environmental Performance and Cost of Debt. *Sustainability*, 15(228). DOI: 10.3390/su15010228
- Sun, HZ., Chang, YJ., Sun, BJ., Wang, K., Chen, GM., Li, H., & Dai, YG. (2023b). Spatial-Temporal Evolution of Reservoir Effective Stress During Marine Hydrate Depressurization Production. *International Journal of Hydrogen Energy*, 48, 33483-33495. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2023.05.134
- Sun, L., Ong, TS., Teh, BH., & Di Vaio, A. (2024). Sustainable Performance Measurement Through Digital Transformation Within the Sustainable Development Framework: The Mediating Effect of Supply Chain Concentration. *Sustainable Development*. DOI:10.1002/sd.3007
- Tang, Y., Zhang, YL., He, YF., Zhou, YJ., Zhao, P., & Wang, GR. (2024). Study on Multi-Stage Adjust Mechanism of Downhole Stratification Control Tool for Natural Gas Hydrate Multi-Gas Combined Production Gas Lift. *International Journal of Hydrogen Energy*, 72, 800-814. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2024.05.253
- Tassinari, G., Drabik, D., Boccaletti, S., & Soregaroli, C. (2021). Case Studies Research in The Bioeconomy: A Systematic Literature Review. *Agricultural Economics-Zemledska Ekonomika*, 67, 286-303. DOI: 10.17221/21/2021-AGRICECON
- Tawfik, A., Alalm, MG., Awad, HM., Islam, M., Qyyum, MA., Al-Muhtaseb, AH., Osman, AI., & Lee, M. (2022). Solar Photo-Oxidation of Recalcitrant Industrial Wastewater:

- A Review. *Environmental Chemistry Letters*, 20, 1839-1862. DOI:10.1007/s10311-022-01390-4
- Tekathen, M. (2019). Unpacking the Fluidity of Management Accounting Concepts: An Ethnographic Social Site Analysis of Enterprise Risk Management. *European Accounting Review*, 28, 977-1010. DOI: 10.1080/09638180.2019.1575759
- Temmes, A., & Peck, P. (2020). Do Forest Biorefineries Fit with Working Principles of a Circular Bioeconomy? A Case of Finnish and Swedish Initiatives. *Forest Policy and Economics*, 110 (101896). DOI: 10.1016/j.forpol.2019.03.013
- Tezer, Ö., Karabag, N., Öngen, A., Çolpan, CÖ., & Ayol, A. (2022). Biomass Gasification for Sustainable Energy Production: A Review. *International Journal of Hydrogen Energy*, 47, 15419-15433. DOI: 10.1016/j.ijhydene.2022.02.158
- Tian, Z., Zhang, Y., Li, YY., Chi, YZ., & Yang, M. (2015). Rapid Establishment of Thermophilic Anaerobic Microbial Community During the One-Step Startup of Thermophilic Anaerobic Digestion from a Mesophilic Digester. *Water Research*, 69, 9-19. DOI: 10.1016/j.watres.2014.11.001
- Tommasetti, A., Mussari, R., Maione, G., & Sorrentino, D. (2020) Sustainability Accounting and Reporting in the Public Sector: Towards Public Value Co-Creation?. *Sustainability*, 12(1909). DOI: 10.3390/su12051909
- Tomic, T., & Schneider, DR. (2018) The Role of Energy from Waste in Circular Economy and Closing the Loop Concept - Energy Analysis Approach. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 98, 268-287. DOI: 10.1016/j.rser.2018.09.029
- Torelli, R. (2021) Sustainability, Responsibility and Ethics: Different Concepts for a Single Path. *Social Responsibility Journal*, 17, 719-739. DOI: 10.1108/SRJ-03-2020-0081

- Toplicean, IM., & Datcu, AD. (2024). An Overview on Bioeconomy in Agricultural Sector, Biomass Production, Recycling Methods, and Circular Economy Considerations. *Agriculture-Basel*, 14(1143). DOI: 10.3390/agriculture14071143
- Troshani, I., & Rowbottom, N. (2023). Corporate Sustainability Reporting and Information Infrastructure. *Accounting Auditing & Accountability Journal*, 37,1209-1237. DOI: 10.1108/AAAJ-01-2023-6244
- Umeghalu, CE., Chukwuma, EC., Okonkwo, IF., & Umeh, SO. (2012). Potentials for Biogas Production in Anambra State of Nigeria Using Cow Dung and Poultry Droppings. *International Journal of Veterinary Science*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ijvets.com/wp-content/uploads/pdf-files/Volume-1-Issue-1-2012/26-30.pdf
- United Nation [UN]. (2017). Sustainable Development Goals: 17 Goals to Transform Our World. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/> (Retrieved, 07.02.2017)
- United Nations, 2022. Department of economic and social affairs. Recuperado de <https://www.un.org/en/desa/world-population-projected-reach-98-billion-2050-and-112-billion-2100>.
- Valenti, F., Porto, SMC., Selvaggi, R., & Pecorino, B. (2024). Sustainability Reporting: How Consistency and Interdependence in Financial and Managerial Accounting Enhance Eco-Controls. *Journal of Public Affairs*, 24(e2910). DOI: 10.1002/pa.2910
- Varma, A., Mancini, D., & Kaushik, S. (2018). Evaluation of Biomethane Potential from By-Products and Agricultural Residues Co-Digestion in Southern Italy. *Journal of Environmental Management*, 223, 834-840. DOI: 10.1016/j.jenvman.2018.06.098
- Velvizhi, G., Shanthakumar, S., Das, B., Pugazhendhi, A., Priya, TS., Ashok, B., Nanthagopal, K., Vignesh, R., & Karthick, C. (2020). Biodegradable And Non-Biodegradable Fraction of Municipal Solid Waste for Multifaceted Applications

- Through a Closed Loop Integrated Refinery Platform: Paving a Path Towards Circular Economy. *Science of the Total Environment*, 731(138049). DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138049
- Venturelli, A., Caputo, A., Pizzi, S., & Valenza, G. (2020). A Dynamic Framework for Sustainable Open Innovation in the Food Industry. *British Food Journal*, 124, 1895-1911. DOI: 10.1108/BFJ-03-2021-0293
- Vluggen, R., Gelderman, C.J., Semeijn, J., & Van Pelt, M. (2019). Sustainable Public Procurement-External Forces and Accountability. *Sustainability*, 11(5696). DOI: 10.3390/su11205696
- Wan, TH., Li, ZZ., Yu, YJ., Liang, QY., Lu, HF., & Wang, JL. (2023). Depressurization-Induced Gas Production from Hydrate Reservoirs in the Shenhu Sea Area Using Horizontal Well: Numerical Simulation on Horizontal Well Section Deployment for Gas Production Enhancement. *Frontiers in Earth Science*, 10 (1137217). DOI: 10.3389/feart.2023.1137217
- Wang, F., Harindintwali, J.D., Yuan, Z.Z., Wang, M., Wang, F.M., Li, S., Yin, Z.G., Huang, L., Fu, Y.H., & Li, L. (2021). Technologies and Perspectives for Achieving Carbon Neutrality. *Innovation*, 2 (100180). DOI: 10.1016/j.xinn.2021.100180
- Wang, H.B., Zhang, L., He, J.Y., & Zhou, T. (2022). The Development of Natural Gas Hydrate Exploitation Technology from Perspective of Patents. *Frontiers In Energy Research*, 10 (860591). DOI: 10.3389/fenrg.2022.860591
- Wu, W.W., Ullah, R., & Shah, S.J. (2020). Linking Corporate Environmental Performance to Financial Performance of Pakistani Firms: The Roles of Technological capability and Public awareness. *Sustainability*, 12 (1446). DOI: 10.3390/su12041446
- World Bioenergy Association (WBA). Global bioenergy Statistics-. 2019. [www.worldbioenergy.org](http://www.worldbioenergy.org). [Accessed 25 December 2021].

- Xue, KP., Liu, Y., Yu, T., & Lv, JC. (2023). Numerical Simulation of Optimized Step-Wise Depressurization for Enhanced Natural Gas Hydrate Production in the Nankai Trough of Japan. *Processes*, *11* (1812). DOI: 10.3390/pr11061812
- Yadav, M., Aneja, R., & Ahmed, W. (2023). Do Clean Energy Transition, Environment Degradation, and Energy Efficiency Influence Health Expenditure: Empirical Evidence from Emerging Countries. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, *154* (111884). DOI: 10.1016/j.rser.2021.111884
- Yalew, SG., Van Vliet, MTH., Gernaat, DEHJ., Ludwig, F., Miara, A., Park, C., Byers, E & et al. (2020). Impacts of Climate Change on Energy Systems in Global and Regional Scenarios. *Nature Energy*, *5*, 794-802. DOI: 10.1038/s41560-020-0664-z
- Yin R.K. (2014): Case Study Research: Design and Methods. 5th Ed. Newbury Park, SAGE: 3-68
- Young-Ferris, A., & Roberts, J. (2023). Looking for Something that Isn't There': A Case Study of an Early Attempt at ESG Integration in Investment Decision Making. *European Accounting Review*, *32*, 717-744. DOI: 10.1080/09638180.2021.2000458
- Zhang, GX., Shi, PH., Zhai, C., Jin, Y., Han, MY., Liu, SY., Liu, & et al. (2024). Review of Energy Self-Circulation Systems Integrating Biogas Utilization with Powerfuels Production in Global Livestock Industry. *Bioresource Technology*, *408*(131193). DOI: 10.1016/j.biortech.2024.131193
- Zhang, BY., & Chen, B. (2017). Sustainability Accounting of a Household Biogas Project Based on Emergy. *Applied Energy*, *194*, 819-831. DOI: 10.1016/j.apenergy.2016.05.141
- Zhang, L., Xu, M., Chen, HX., Li, YXY., & Chen, SG. (2022). Globalization, Green Economy and Environmental Challenges: State of the Art Review for Practical

- Implications. *Frontiers In Environmental Science*, 10(870271). DOI: 10.3389/fenvs.2022.870271
- Zhang, S., & Chen, WY. (2022). Assessing The Energy Transition in China Towards Carbon Neutrality with a Probabilistic Framework. *Nature Communications*, 13(87). DOI: 10.1038/S41467-021-27671-0
- Zhang, W., Heaven, S., & Banks, CJ. (2017). Continuous Operation of Thermophilic Food Waste Digestion with Side-Stream Ammonia Stripping. *Bioresource Technology*, 244, 611-620. DOI: 10.1016/j.biortech.2017.07.180
- Zhang, W., Luo, AJ., Wang, JJ., Wang, K., & Chibura, PE. (2022b). A Review on Gas Hydrate Production Feasibility for Permafrost and Marine Hydrates. *Journal of Natural Gas Science and Engineering*, 100(104441). DOI: 10.1016/j.jngse.2022.104441
- Zhong, M., & Wang, MY. (2023). Corporate Sustainability Disclosure on Social Media and Its Difference from Sustainability Reports: Evidence from the Energy Sector. *Frontiers In Environmental Science*, 11(1147191). DOI: 10.3389/fenvs.2023.1147191
- Zhou, YJ., Kerkhoven, EJ., & Nielsen, J. (2018). Barriers and Opportunities in Bio-Based Production of Hydrocarbons. *Nature Energy*, 3, 925-935. DOI: 10.1038/s41560-018-0197-x
- Zhu, XY., Treu, L., Kougias, PG., Campanaro, S., & Angelidaki, I. (2017). Characterization of the Planktonic Microbiome in Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors During Adaptation of Mesophilic Methanogenic Granules to Thermophilic Operational Conditions. *Anaerobe*, 46, 69-77. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2016.12.015
- Zhu, YH., Wang, PK., Pang, SJ., Zhang, S., & Xiao, R. (2021). A Review of the Resource and Test Production of Natural Gas Hydrates in China. *Energy & Fuels*, 35, 9137-9150. DOI: 10.1021/acs.energyfuels.1c00485