

Characterization of the research network of the LACCEI Sustainability and Social Impact Committee, for an engineering with a purpose

Leonardo Sierra-Varela¹; Manuel Chávez-Delgado²; José P. Aguiar-Moya³; Juan Lara-Herrera⁴

¹ Universidad de La Frontera, Chile, leonardo.sierra@uf Frontera.cl

² Universidad Andres Bello, Chile, manuel.chavez@unab.cl

³ Universidad Fidélitas, Universidad de Costa Rica, Costa Rica, jaguiar@ufidelitas.ac.cr

⁴ Universidad de Ciencias y Humanidades, Perú, jlara@uch.edu.pe

Abstract— Within the framework of the 2030 Agenda, sustainability has become a cross-cutting theme in engineering education, positioning international academic networks as key mechanisms for building capacity and promoting purposeful engineering. However, the literature shows that the lack of systematic diagnoses and empirical characterizations is a recurring limitation in these networks, restricting their strategic management and impact assessment. This knowledge gap is particularly relevant in engineering networks focused on sustainability, due to their interdisciplinary nature and regional scope. In this context, the Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions (LACCEI), through its Sustainability and Social Impact Committee, promoted the creation of a Research Network. The objective of this study is to empirically and systematically characterize the academics who comprise this network, identifying their profiles, research areas, collaboration patterns, and their alignment with the Sustainable Development Goals. This study employed a descriptive, cross-sectional design with a mixed-methods approach, integrating descriptive statistics, content analysis, and bibliometric analysis. The results demonstrate sustained growth in scientific output, presence across all 17 Sustainable Development Goals (SDGs)—with SDG 9 being the most prominent—alongside an interdisciplinary thematic structure, as well as persistent territorial gaps. It is concluded that the network exhibits an advanced level of academic consolidation and constitutes a replicable diagnostic baseline for academic networks in engineering and sustainability.

Keywords— Sustainability; LACCEI; Academic networks; Bibliometric analysis.

Caracterización de la red de investigadores del Comité de Sostenibilidad e Impacto Social de LACCEI para una Ingeniería con propósito

Leonardo Sierra-Varela¹; Manuel Chávez-Delgado²; José P. Aguiar-Moya³; Juan Lara-Herrera⁴

¹ Universidad de La Frontera, Chile, leonardo.sierra@ufrontera.cl

² Universidad Andrés Bello, Chile, manuel.chavez@unab.cl

³ Universidad Fidélitas, Universidad de Costa Rica, jaguiar@ufidelitas.ac.cr

⁴ Universidad de Ciencias y Humanidades, Perú, jlara@uch.edu.pe

Resumen— En el marco de la Agenda 2030, la sostenibilidad se ha consolidado como un eje transversal en la educación en ingeniería, situando a las redes académicas internacionales como mecanismos clave para articular capacidades y promover una ingeniería con propósito. Sin embargo, la literatura evidencia que la ausencia de diagnósticos sistemáticos y caracterizaciones empíricas constituye una limitación recurrente en este tipo de redes, restringiendo su gestión estratégica y la evaluación de su impacto. Esta laguna de conocimiento resulta especialmente relevante en redes de ingeniería orientadas a sostenibilidad, debido a su carácter interdisciplinario y alcance regional. En este contexto, el Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions (LACCEI), a través de su Comité de Sostenibilidad e Impacto Social, impulsó la conformación de una Red de Investigadores. El objetivo del estudio es caracterizar empírica y sistemáticamente a los académicos que integran dicha red, identificando perfiles, líneas de investigación, patrones de colaboración y su alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Este estudio empleó un diseño descriptivo de corte transversal con enfoque mixto, integrando estadística descriptiva, análisis de contenido y análisis bibliométrico. Los resultados evidencian un crecimiento sostenido de la producción científica, presencia en los diez y siete ODS —con predominio del ODS 9— y una estructura temática interdisciplinaria, junto con brechas territoriales persistentes. Se concluye que la red presenta un nivel avanzado de consolidación académica y constituye una línea base diagnóstica replicable para redes académicas en ingeniería y sostenibilidad.

Palabras clave—Sostenibilidad; LACCEI; Redes académicas; Análisis bibliométrico.

I. INTRODUCCIÓN Y ESTADO DEL ARTE

La formación de ingenieros en la educación superior, ha reconocido la función estratégica de esta disciplina para responder a los retos sociales, ambientales y económicos con la educación para la sostenibilidad como un eje transversal. En el contexto de la Agenda 2030 de Naciones Unidas [1] y en línea con las directrices de organismos internacionales y regionales, tales como la Organización de Estados Americanos [2] y la UNESCO, las universidades se ven en la obligación de transformar sus modelos formativos, de investigación y de gestión para que aporten significativamente al desarrollo sostenible. Así, en lugar de ser un marco normativo declarativo la sostenibilidad se transforma en un principio guía para la

acción institucional y para formar profesionales con capacidad para actuar en sistemas complejos y multidimensionales. La literatura dedicada a la educación para la ingeniería ha sugerido que la integración de la sostenibilidad debería basarse en perspectivas de sistemas acerca de la enseñanza, el currículo, la investigación, la colaboración con la industria y las políticas institucionales. En las investigaciones más recientes se ha señalado que la adquisición de competencias para la sostenibilidad no se consigue sólo con la introducción de temáticas específicas sino mediante metodologías activas, trabajo colaborativo y participación en comunidades académicas que potencien la reflexión crítica y la innovación. En este principio, las redes universitarias y las comunidades de prácticas se revelan como dispositivos que pueden contribuir a tejer vínculos entre esfuerzos fragmentados, para construir conocimiento aplicado, y se manifiestan posibilidades de transformación institucional con niveles de impacto medible.

La expresión “ingeniería con propósito” aparece en este contexto como una transformación de las premisas tradicionales de la ingeniería. Este punto de vista extiende la idea de desempeño técnico al incluir explícitamente consideraciones éticas, sociales y medioambientales en la conceptualización, desarrollo y evaluación de soluciones de ingeniería [3]. La ingeniería con propósito considera que la práctica profesional debe estar dirigida no solo hacia la eficiencia y el avance tecnológico, sino también hacia su impacto en el bienestar social, la justicia y la sustentabilidad ambiental, en consonancia con la perspectiva de triple impacto (económico, social y ambiental). En esta línea, se abre un lugar para la docencia e investigación en ingeniería que contribuya a que la sociedad sea más resiliente y sustentable.

Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions (LACCEI) constituye una red internacional de facultades, escuelas y programas de ingeniería en América Latina, el Caribe y otras regiones del mundo, orientada a fortalecer la calidad de la educación en ingeniería, la investigación colaborativa y la acreditación internacional. A través de sus iniciativas y estructuras organizativas, LACCEI promueve la articulación interinstitucional y el desarrollo de proyectos con impacto regional y global. En este marco, el Comité de Sostenibilidad e Impacto Social surge como un

espacio estratégico para posicionar a la ingeniería como actor clave en la transición hacia prácticas responsables y sostenibles, integrando la sostenibilidad en la docencia, la investigación y la gestión institucional [4]. En este sentido, LACCEI ha promovido varios órganos de trabajo o comités permanentes sobre cuestiones estratégicas, como el Comité de Sostenibilidad e Impacto Social. Este comité se constituye como necesidad para que las instituciones de ingeniería tengan protagonismo en la transición hacia prácticas responsables y sostenibles [5]. Su creación está motivada por la necesidad urgente de integrar principios de sostenibilidad en la enseñanza, investigación y gestión institucional, asegurando que las decisiones se tomen de forma económicamente viable, ambientalmente responsable y socialmente equitativa. Igualmente tiene como objetivo el ser catalizadores de iniciativas transformadoras que relacionen la ingeniería al propósito de lograr un triple impacto: económico, social, y ambiental.

En el marco del Comité de Sostenibilidad e Impacto Social se conformó la Red de Investigadores, entendida metodológicamente como un espacio de colaboración y multidisciplinariedad. La red se forma a partir de la detección de proyectos, buenas prácticas y casos de éxito en sostenibilidad, y funciona a través de convocatorias, alianzas internacionales y la conformación de subcomités de formación, de investigación y de gestión. Su creación metodológica obedece a la necesidad de conectar esfuerzos dispersos en la región, de articular un repositorio de conocimientos y un sistema de cooperación académica que permita transferir capacidades y difundir resultados.

Desde la perspectiva del análisis científico de las redes, las redes académicas se han convertido en una unidad eficaz para indagar en dinámicas de producción de conocimiento, patrones de colaboración y procesos de transferencia científica. La literatura de análisis de redes de investigación subraya que la caracterización sistemática de comunidades permite identificar capacidades instaladas, nodos estratégicos, áreas de especialización y brechas de desarrollo, generando evidencia empírica para la toma de decisiones institucionales. En el campo de la educación superior y la ingeniería, este análisis es especialmente relevante debido a la naturaleza interdisciplinaria de los problemas relacionados con la sostenibilidad y el impacto social, que implica trabajo colaborativo y multinivel. Sin embargo, a pesar del cada vez mayor reconocimiento de las redes académicas como un recurso estratégico, la disponibilidad de investigación empírica que describa redes internacionales de ingeniería desde una perspectiva holística de sostenibilidad y repercusión social es limitada, particularmente en el contexto de Latinoamérica y el Caribe. La mayoría de las iniciativas son reportadas bajo instituciones o describen fragmentos parciales de las mismas sin un marco metodológico claro que permita replicar o comparar. En esta línea, la ausencia de diagnósticos sistemáticos y la naturaleza de categoría de potencialidad restringe la creación de estrategias informadas y limita la utilidad que como potenciadoras en la transformación

académica puedan tener las redes. Este vacío justifica la pertinencia y originalidad del estudio.

El propósito de la investigación es proporcionar un análisis sistemático de la investigación de los académicos que componen la red. Aunque existen iniciativas y proyectos en marcha, falta un diagnóstico general que ofrezca una capa de comprensión sobre los perfiles, intereses, líneas de investigación y niveles de colaboración de sus miembros. Como señalan Gutiérrez Mijares y Pellegrini Blanco, la educación superior sigue teniendo como desafío la integración de la sostenibilidad en sus prácticas y en sus estructuras institucionales [6]. Así que el desafío es que no hay información agregada que pueda servir como guía para el comité para tomar decisiones estratégicas o la gestión. En ese sentido, las directrices de UNESCO IESALC enfatizan la necesidad de que existan marcos analíticos que guíen la aplicación de la sostenibilidad en las instituciones de educación superior, lo que confirma la relevancia de este diagnóstico [7]. Por lo tanto, puede interpretarse que la finalidad de este trabajo es describir la Red de Investigadores del Comité de Sostenibilidad e Impacto Social de LACCEI para evidenciar su desarrollo académico y visibilizar un referente que potencie su impacto. En síntesis, algunos de los resultados esperados son la sistematización de las aportaciones académicas, la determinación de prioridades en materia de investigación y la definición de indicadores para el monitoreo de la red. La Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) ha señalado que la construcción de indicadores compuestos de desarrollo sostenible se ha convertido en un elemento fundamental para monitorear el avance de iniciativas regionales y asegurar su repercusión [8]. Esto está alineado con los pilares del comité: promover la cultura de la sustentabilidad, fomentar la investigación y la innovación en sustentabilidad, y robustecer la gestión institucional.

En este marco, el objetivo de este estudio es brindar un análisis sistemático de los académicos que conforman la Red de Investigadores del Comité de Sostenibilidad e Impacto Social de LACCEI. Aunque existen iniciativas y proyectos en marcha, no hay información consolidada que permita tener un panorama claro de los perfiles, intereses, líneas de investigación y niveles de colaboración entre sus miembros. La ausencia de este diagnóstico restringe la posibilidad de que el comité se oriente estratégicamente en sus acciones y, en consecuencia, para que la red pueda gestionar mejor sus recursos. Por lo tanto, esta es la única contribución consistente a la literatura que brinda una descripción empírica y metodológicamente explícita de una red en línea en ingeniería a nivel internacional, utilizando análisis descriptivos junto con análisis temáticos y bibliométricos. Se espera que los resultados puedan incluir el establecimiento sistemático de las contribuciones académicas, la priorización en la investigación y el desarrollo de un conjunto de indicadores para la monitorización y el fortalecimiento de la red. Este es un aporte en línea con los pilares del Comité de Sostenibilidad e Impacto Social de LACCEI que pretende posicionar la red como propuesta de ingeniería con propósito capaz de dar

respuestas a los desafíos de hoy con soluciones sostenibles para la región.

II. METODOLOGÍA

A. Diseño de la Investigación

El estudio se estructuró bajo un diseño descriptivo de corte transversal, orientado a la caracterización sistemática del aporte en investigación de los miembros del Comité Internacional de Sostenibilidad e Impacto Social de LACCEI. Este tipo de diseño resulta adecuado cuando el objetivo principal es identificar patrones, tendencias y configuraciones de producción científica en un momento determinado, sin pretender establecer relaciones causales ni evaluar efectos longitudinales [9].

Se adoptó un enfoque mixto, integrando técnicas cuantitativas y cualitativas en una lógica de complementariedad analítica. El componente cuantitativo permitió describir el perfil académico, institucional y temático de los investigadores, mientras que el componente cualitativo se orientó al análisis en profundidad de la producción científica y de los proyectos de investigación. La adopción de métodos mixtos responde a la necesidad de capturar tanto regularidades estructurales como significados y orientaciones temáticas presentes en la actividad investigativa del comité, siguiendo recomendaciones consolidadas en la literatura metodológica contemporánea [10]. La unidad de análisis estuvo constituida por los investigadores integrantes del comité, mientras que las unidades de observación incluyeron las respuestas a un cuestionario, artículos científicos reportados y la información documental asociada a proyectos de investigación y financiamiento.

La Figura 1 ilustra el proceso metodológico integral usado en este estudio, que es explicado en las siguientes subsecciones.

B. Instrumento de recolección de datos

La recolección de datos primarios se realizó mediante un cuestionario autoadministrado en línea, compuesto por 23 preguntas abiertas y cerradas, diseñado específicamente para este estudio. La aplicación del instrumento se efectuó a través de la plataforma QuestionPro, herramienta ampliamente utilizada para encuestas académicas por su estabilidad, trazabilidad de respuestas y facilidades de exportación de datos.

El uso de encuestas web resulta particularmente pertinente para poblaciones académicas internacionalizadas y geográficamente dispersas, permitiendo reducir costos, facilitar la participación y mejorar la eficiencia del proceso de levantamiento de información [11]. Asimismo, se consideraron las recomendaciones del checklist CHERRIES para encuestas electrónicas, con el fin de resguardar la claridad del instrumento, la transparencia del proceso y la calidad de los datos recolectados [12].

El cuestionario se estructuró en cinco bloques de información claramente diferenciados:

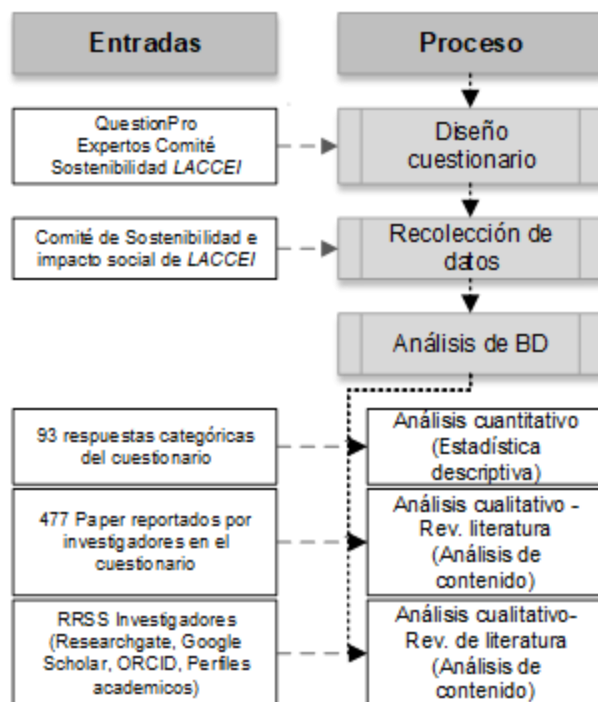


Fig. 1. Esquema metodológico

- (i) información laboral del investigador, incluyendo afiliación institucional y especialización;
- (ii) información académica curricular, incorporando identificadores persistentes y accesos a redes académicas como ORCID, Researchgate, u otras personalizadas;
- (iii) vinculación temática de la producción reciente con sostenibilidad e impacto social;
- (iv) identificación de hasta diez artículos científicos relevantes de autoría propia; y
- (v) información sobre proyectos de investigación, fuentes de financiamiento y resultados asociados.

El instrumento estuvo disponible públicamente durante todo el periodo de aplicación en el siguiente enlace: <https://ufro.questionpro.com/t/AQKbuZ50tB>

C. Validación del Instrumento

La validez de contenido del cuestionario se aseguró mediante un proceso sistemático de juicio experto, en el cual participaron 10 miembros del comité, con experiencia en investigación, sostenibilidad e impacto social. Los expertos evaluaron la claridad semántica, pertinencia temática y coherencia interna de los ítems, permitiendo identificar redundancias, ambigüedades y oportunidades de mejora.

Posteriormente, se realizó una aplicación piloto interna, orientada a verificar la comprensión de las preguntas y la funcionalidad operativa del instrumento en la plataforma digital. Este procedimiento se ajusta a enfoques contemporáneos de validación de instrumentos basados en revisión experta y pruebas preliminares, ampliamente documentados en la literatura metodológica [13][14]. Las

observaciones recogidas derivaron en ajustes menores de redacción, sin modificar la estructura conceptual del cuestionario.

D. *Aplicación del cuestionario y obtención de la muestra*

El cuestionario fue aplicado entre el 11 de octubre de 2024 y el 30 de junio de 2025, período en que se obtuvieron 93 respuestas válidas. La estrategia de difusión combinó dos mecanismos complementarios: la redistribución institucional realizada por los propios miembros representantes del comité en sus respectivas universidades y una difusión general coordinada por LACCEI a través de correo electrónico institucional.

La selección de participantes corresponde a un muestreo no probabilístico de tipo intencional, estrategia metodológica apropiada para estudios exploratorios centrados en comunidades académicas específicas y redes formales de investigación, donde el interés se focaliza en sujetos con conocimiento y participación directa en el fenómeno de estudio [15]. Si bien este tipo de muestreo no permite inferencias estadísticas poblacionales, resulta adecuado para caracterizar estructuras, prácticas y orientaciones de grupos académicos especializados.

E. *Estrategias de análisis*

El procesamiento y análisis de la información se desarrolló en tres etapas secuenciales, integrando procedimientos cuantitativos descriptivos, análisis documental cualitativo y revisión complementaria de proyectos de investigación.

Etapas 1 (Análisis Cuantitativo – Descriptivo): En una primera etapa, los datos provenientes de las preguntas cerradas del cuestionario fueron analizados mediante estadística descriptiva, empleando conteos de frecuencias absolutas y relativas. Este análisis permitió caracterizar el perfil académico e institucional de los investigadores, así como identificar tendencias generales en la vinculación temática con sostenibilidad e impacto social. El uso de estadística descriptiva resulta coherente con el carácter exploratorio y descriptivo del estudio [9].

Etapas 2 (Análisis documental en profundidad): En la segunda etapa se consolidó un corpus de 438 artículos científicos reportados por los investigadores participantes. Sobre este conjunto se aplicó un análisis de contenido, técnica sistemática y replicable orientada a la clasificación y categorización de información textual [16]. Los artículos fueron analizados considerando criterios como objetivo del estudio, tipo de investigación, país de desarrollo, año de publicación, tipo de indexación y vinculación explícita con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) definidos por Naciones Unidas [2].

De manera complementaria, se realizó un análisis de palabras clave y un análisis relacional de co-ocurrencia temática, con el propósito de identificar estructuras de conocimiento, núcleos temáticos y tendencias emergentes. Para la visualización y exploración de estas relaciones se utilizó el

software Gephi (versión 0.10), herramienta ampliamente empleada en estudios bibliométricos y análisis de redes científicas [17]. [18].

Etapas 3 (Revisión de Proyectos de Investigación): Finalmente, se efectuó una revisión documental complementaria de los proyectos de investigación reportados por los investigadores, utilizando los accesos proporcionados a plataformas académicas como ORCID, ResearchGate, Google Scholar y páginas web institucionales. Esta revisión permitió triangular la información declarada en el cuestionario, reforzar la trazabilidad de los productos científicos y contextualizar los proyectos en términos de financiamiento, colaboración y resultados [19] [20].

III. ANÁLISIS DE RESULTADOS

La Fig. 2 muestra la evolución temporal de la producción científica reportada por la Red de Investigadores del Comité de Sostenibilidad e Impacto Social de LACCEI, evidenciando un crecimiento sostenido durante los últimos quince años. Esta tendencia refleja un proceso de consolidación progresiva de la actividad investigativa y una mayor incorporación de la sostenibilidad y el impacto social como líneas relevantes dentro de la ingeniería. No obstante, el crecimiento observado no es homogéneo entre los países participantes, lo que sugiere diferencias estructurales en capacidades institucionales, masa crítica de investigadores y niveles de articulación dentro de la red.

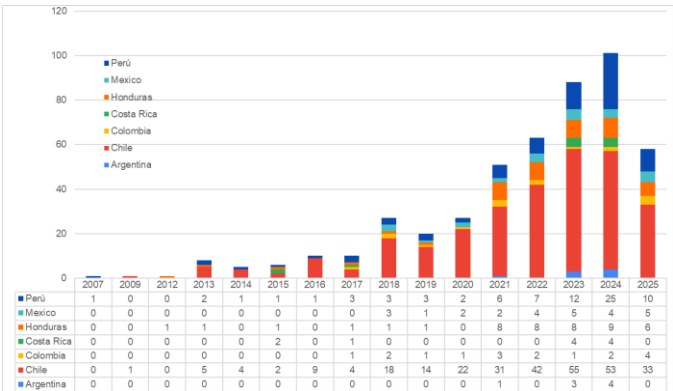


Fig. 2 Año de publicaciones reportadas por país.

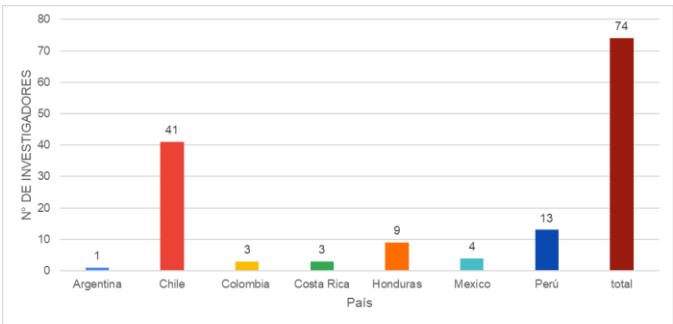


Fig. 3 Investigaciones por país.

Desde una perspectiva territorial, la Fig. 3 evidencia una concentración de la participación en un número limitado de países, con liderazgo de Chile, mientras que otras naciones presentan una contribución significativamente menor. Este patrón indica la necesidad de fortalecer estrategias de expansión y profundización regional, orientadas a incentivar la participación de universidades de países actualmente subrepresentados. En este contexto, el uso de investigadores ya consolidados dentro de la red como nodos de vinculación emerge como un mecanismo efectivo para ampliar la cobertura geográfica y equilibrar la representación regional.

La Fig. 4 presenta la distribución de las iniciativas de investigación según los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), mostrando que la red tiene presencia en la totalidad de los 17 objetivos. Sin embargo, se observa una mayor concentración de contribuciones asociadas al ODS 9 (Industria, Innovación e Infraestructura) y una menor participación en objetivos como el ODS 1 (Fin de la Pobreza). Este resultado es consistente con el foco disciplinar de las facultades de ingeniería que integran LACCEI, pero al mismo tiempo pone de relieve una oportunidad para promover enfoques más integrales que articulen la ingeniería con problemáticas sociales y económicas de carácter transversal, en coherencia con la Agenda 2030.

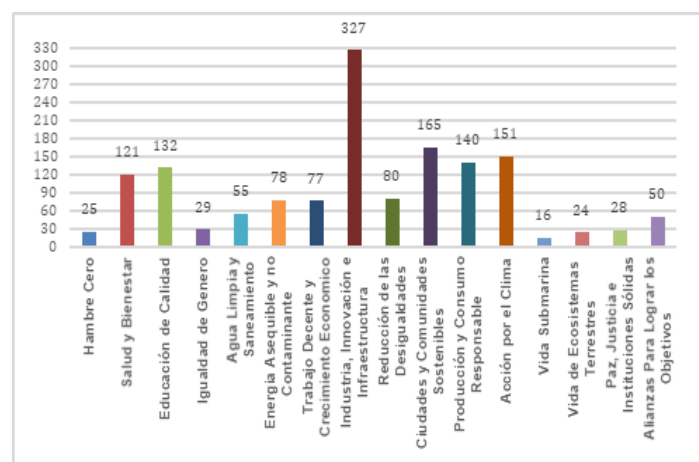


Fig. 4 ODS atendidos en la investigación realizada.

La menor participación relativa del ODS 1 (Fin de la Pobreza) no debe interpretarse como una ausencia de pertinencia de la ingeniería frente a este objetivo, sino como una oportunidad para fortalecer enfoques más explícitos de vinculación entre el desarrollo tecnológico, la inclusión social y la reducción de vulnerabilidades. En el contexto latinoamericano y caribeño, la contribución de la ingeniería al ODS 1 puede materializarse mediante líneas de acción concretas tales como: i) diseño de infraestructura básica resiliente y de bajo costo para comunidades en condición de vulnerabilidad; ii) desarrollo de soluciones tecnológicas apropiadas para agua, saneamiento, energía, movilidad y conectividad en territorios con rezagos estructurales; iii)

incorporación de criterios de asequibilidad, accesibilidad y equidad territorial en la formulación de proyectos; iv) fortalecimiento de procesos participativos de co-diseño con comunidades, gobiernos locales y actores sociales; y v) promoción de investigación aplicada orientada a medir impactos sociales de las soluciones de ingeniería en términos de bienestar, reducción de brechas y generación de capacidades locales. Desde esta perspectiva, una ingeniería con propósito no solo responde a desafíos técnicos, sino que también amplía su contribución a la superación de privaciones multidimensionales asociadas a la pobreza.

De forma complementaria, las brechas observadas entre países, áreas temáticas y niveles de visibilidad científica probablemente se deben a una combinación de factores estructurales e institucionales. Entre ellos destacan las diferencias en el acceso a financiamiento competitivo, la existencia desigual de incentivos para publicar, las capacidades heterogéneas de acompañamiento editorial y metodológico, la disponibilidad variable de redes internacionales de colaboración y, en algunos casos, un conocimiento limitado de rutas de indexación y de estrategias para convertir productos preliminares en publicaciones de mayor impacto. En consecuencia, el fortalecimiento de la red requiere no solo incrementar la producción científica, sino también consolidar mecanismos de mentoría, formación en escritura académica, acompañamiento para la postulación a fondos y esquemas de colaboración interinstitucional que permitan reducir dichas asimetrías.

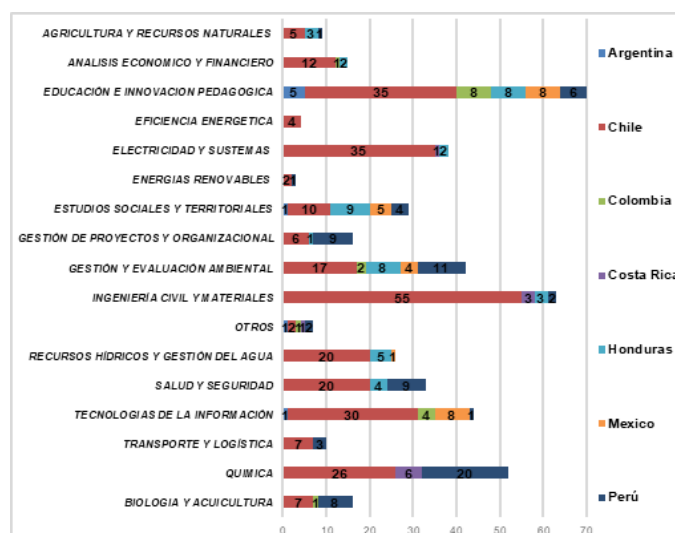
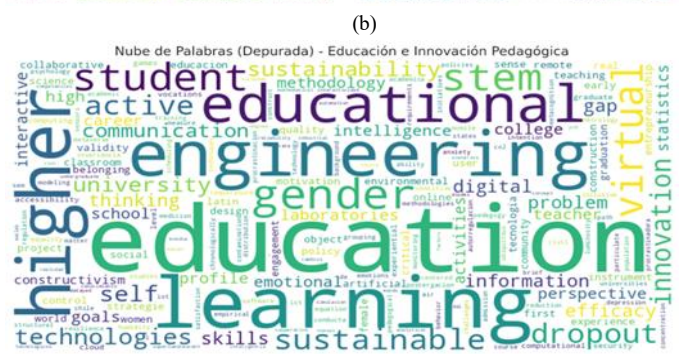


Fig. 5 Investigaciones por país.

En términos de áreas temáticas, la Fig. 5 muestra que la producción académica de la red se concentra principalmente en categorías de la ingeniería, tales como Industria, Innovación e Infraestructura, Ingeniería Civil y de Materiales, Electricidad y Sistemas, y Educación e Innovación Pedagógica. Si bien esta concentración reafirma la identidad disciplinar de LACCEI, la menor presencia en ámbitos como eficiencia energética,

[illegible]

La Fig. 6(a) presenta la distribución de los temas de investigación asociados a Ingeniería Civil y Materiales, evidenciando una concentración predominante en áreas directamente vinculadas a infraestructura, materiales de construcción y soluciones técnicas orientadas al desarrollo físico y productivo. Este patrón resulta coherente con el perfil disciplinar de las facultades de ingeniería que integran la red y con el énfasis histórico de la ingeniería civil en la provisión de infraestructura crítica para el desarrollo sostenible. No obstante, la dispersión temática observada también sugiere una diversidad de enfoques emergentes, lo que refleja una progresiva incorporación de criterios de sostenibilidad, resiliencia y desempeño ambiental dentro de los estudios técnicos tradicionales, reforzando el carácter aplicado de la investigación desarrollada por la red

pedagógico-formativo, evidencia un enfoque integral de la red, en el cual la generación de conocimiento aplicado se articula con la formación de ingenieros capaces de responder a desafíos complejos y multidimensionales.

En conjunto, el análisis comparativo de las Fig. 6(a) y 6(b) permite identificar una dualidad estratégica en la producción académica de la red: por un lado, una base sólida en investigación técnica propia de la ingeniería, y por otro, una línea complementaria orientada a la innovación educativa. Esta combinación refuerza el posicionamiento de la Red de Investigadores del Comité de Sostenibilidad e Impacto Social de LACCEI como un espacio académico que no solo genera soluciones técnicas, sino que también contribuye a la transformación de los procesos formativos necesarios para una ingeniería con propósito.

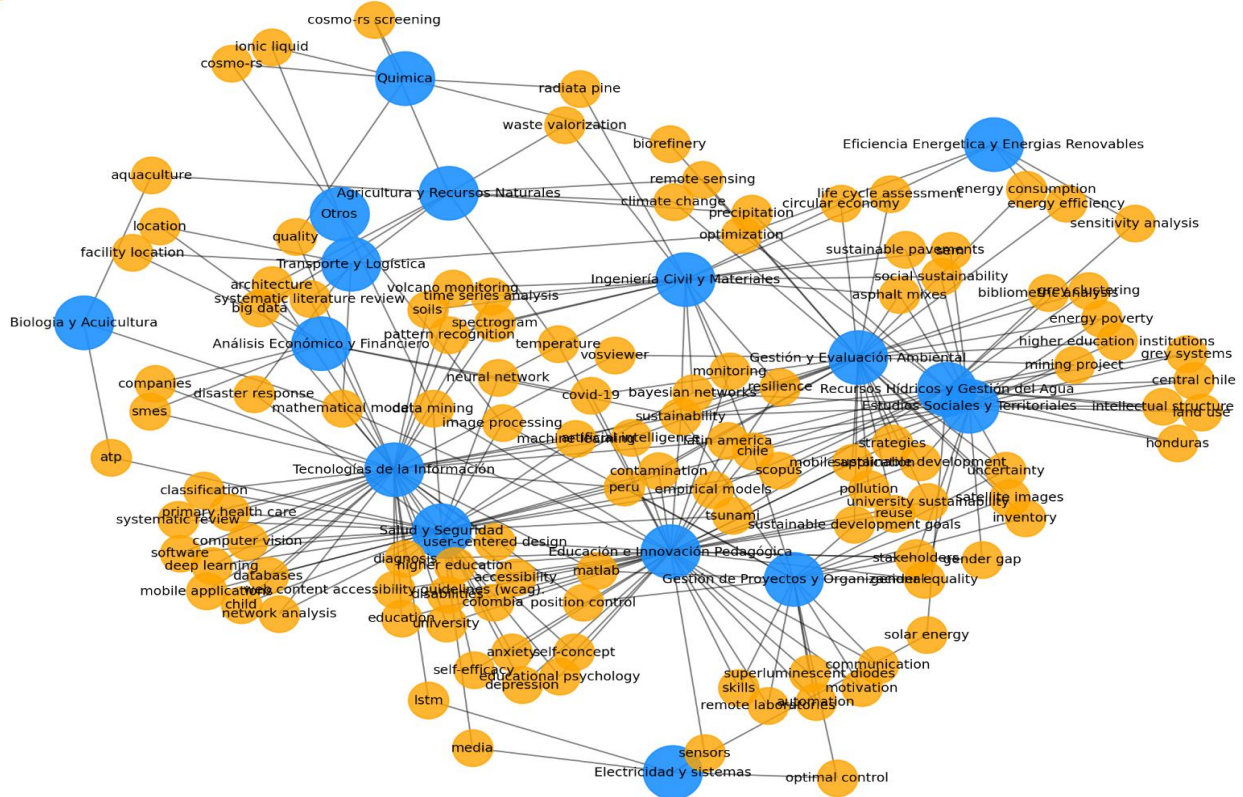
En aras de profundizar, se realiza un análisis de co-ocurrencia de palabras clave y de las redes relacionales entre categorías temáticas que se puede visualizar en la Fig. 7. Se identifica una estructura de conocimiento claramente interdisciplinaria, caracterizada por un núcleo central altamente interconectado que articula Ingeniería Civil y Materiales, Gestión y Evaluación Ambiental, Tecnologías de la Información y Educación e Innovación. Este núcleo actúa como eje integrador, evidenciando una producción científica orientada a la resolución de problemas complejos y al apoyo de la toma de decisiones en contextos reales. En general se identifican metodologías, herramientas de aplicación, parámetros y objetos de estudios como transversales a distintas disciplinas. Esto identifica puntos de potencial colaboración dentro de la sostenibilidad.

En efecto, las redes revelan clústeres consolidados asociados a sostenibilidad y gestión de recursos naturales, eficiencia energética y energías renovables, y análisis económico-logístico y territorial. Estos clústeres se apoyan en metodologías maduras como *life cycle assessment*, *remote sensing*, *optimization* y *time series analysis*, lo que da cuenta de un enfoque sistémico y evaluativo del impacto ambiental, energético y socioeconómico. De manera transversal, las tecnologías digitales —particularmente *inteligencia artificial*, *machine learning*, *computer vision* y *big data*— emergen como un soporte metodológico clave, conectando múltiples dominios disciplinarios.

Asimismo, se identifican núcleos temáticos problemáticos alineados con desafíos globales, tales como cambio climático, consumo y eficiencia energética, contaminación y gestión del agua, junto con una dimensión social y educativa que incorpora accesibilidad, equidad y sostenibilidad social. En términos de tendencias emergentes, destacan la digitalización de la sostenibilidad, la aplicación de enfoques de economía circular en ingeniería y la creciente territorialización de la investigación en contextos latinoamericanos.

En conjunto, estos resultados evidencian una convergencia temática coherente, donde la ingeniería se posiciona como articuladora de enfoques tecnológicos, ambientales y sociales.

Categorías
Palabras clave compartidas



Bar chart showing the number of publications for each country across 11 categories. The Y-axis ranges from 0 to 250. The X-axis lists categories: 1.- WOS, 2.- SCOPUS, 3.- CONFERENCIA, 4.- DOC. TRABAJO, 5.- GOOGLE SCHOLAR, 6.- LATINDEX, 7.- LIBRO, 8.- Scielo, 9.- TESIS, 10.- ART. WEB, 11.- CAP. LIBRO, and Sin información. The legend includes Argentina (blue), Chile (orange), Colombia (grey), Costa Rica (yellow), Honduras (light blue), Mexico (green), and Perú (dark blue).

Categoría	Argentina	Chile	Colombia	Costa Rica	Honduras	México	Perú
1.- WOS	237	237	0	0	0	0	0
2.- SCOPUS	0	0	0	0	0	0	0
3.- CONFERENCIA	0	0	0	0	0	0	0
4.- DOC. TRABAJO	0	0	0	0	0	0	0
5.- GOOGLE SCHOLAR	0	0	0	0	0	0	0
6.- LATINDEX	20	35	0	0	0	0	0
7.- LIBRO	21	29	0	0	0	0	0
8.- Scielo	15	0	0	0	0	0	0
9.- TESIS	0	0	0	0	0	0	0
10.- ART. WEB	0	0	0	0	0	0	0
11.- CAP. LIBRO	0	0	0	0	0	0	0
Sin información	0	0	0	0	0	0	0

Finalmente, la Fig. 8 analiza los tipos de indexación, presentación y difusión de la producción científica, evidenciando una alta concentración de publicaciones en revistas indexadas en Web of Science y Scopus, lo que da cuenta de un nivel relevante de calidad, visibilidad e impacto internacional, particularmente liderado por Chile. No obstante,

Asimismo, la estrategia de visibilidad de la red no debería limitarse exclusivamente a grupos editoriales en inglés. Si bien la publicación en revistas de alta indexación internacional continúa siendo fundamental para ampliar el impacto científico, también resulta estratégico fortalecer la circulación del conocimiento en idiomas representativos de América Latina, en particular en español y portugués. Una política editorial multilingüe permitiría ampliar la apropiación regional de los resultados, facilitar su uso por parte de instituciones de educación superior, tomadores de decisiones y actores territoriales, y mejorar la transferencia social del conocimiento generado por la red. En este sentido, la publicación combinada en inglés, español y portugués puede entenderse no como una

renuncia a la internacionalización, sino como una estrategia complementaria de pertinencia regional e inclusión académica.

En conjunto, los resultados evidencian que la Red de Investigadores del Comité de Sostenibilidad e Impacto Social de LACCEI ha logrado avances significativos en la consolidación académica, la alineación con los ODS y la visibilidad internacional. Sin embargo, persisten desafíos asociados a la equidad territorial, la diversificación temática y la reducción de brechas en la productividad científica, que deberán abordarse mediante estrategias colaborativas, el fortalecimiento de redes interinstitucionales y mecanismos orientados a convertir resultados preliminares en publicaciones de mayor impacto.

IV. CONCLUSIONES

Este estudio presenta una caracterización empírica y sistemática de la Red de Investigadores del Comité de Sostenibilidad e Impacto Social de LACCEI, aportando evidencia inédita sobre la configuración, orientación temática y dinámica de producción científica de una comunidad académica internacional en ingeniería. A partir de un enfoque metodológico mixto y un diseño descriptivo de corte transversal, se logró integrar análisis cuantitativos, revisión documental y técnicas bibliométricas, ofreciendo una visión comprensiva del estado actual de la red y de su potencial estratégico.

Los resultados evidencian una consolidación progresiva de la actividad investigativa durante los últimos quince años, lo que confirma la maduración institucional de la red y la creciente incorporación de la sostenibilidad y el impacto social como ejes relevantes de la investigación en ingeniería. Sin embargo, esta evolución no ha sido homogénea, ya que persisten asimetrías territoriales significativas, con una concentración de la producción científica en un número reducido de países. Este hallazgo subraya la necesidad de fortalecer mecanismos de articulación regional que promuevan una participación más equitativa, ampliando la cobertura geográfica y consolidando una verdadera comunidad latinoamericana y caribeña de práctica académica.

En relación con la alineación con la Agenda 2030, se constata una presencia de iniciativas en la totalidad de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, lo que posiciona a la red como un actor relevante en la agenda global de desarrollo sostenible. No obstante, la mayor concentración de contribuciones en el ODS 9, junto con la menor participación en objetivos de carácter social como el ODS 1, evidencia un patrón coherente con el perfil disciplinar de la ingeniería, pero al mismo tiempo plantea el desafío de avanzar hacia enfoques más integrales que fortalezcan la dimensión social de la investigación y amplíen el impacto transversal de la disciplina.

El análisis temático y de co-ocurrencia revela una estructura de conocimiento interdisciplinaria, donde convergen dominios técnicos, ambientales, sociales y educativos. La coexistencia de una base sólida en investigación aplicada —

particularmente en Ingeniería Civil y Materiales— con una línea complementaria orientada a Educación e Innovación Pedagógica, configura una dualidad estratégica que refuerza el concepto de “ingeniería con propósito”. Esta combinación permite articular la generación de soluciones técnicas con la transformación de los procesos formativos, posicionando a la red no solo como productora de conocimiento, sino también como agente de cambio en la formación de ingenieros capaces de responder a desafíos complejos y multidimensionales.

Desde la perspectiva de la visibilidad científica, la concentración de publicaciones en revistas indexadas en Web of Science y Scopus evidencia un nivel relevante de calidad e impacto internacional. Sin embargo, las brechas entre países y la menor presencia en bases regionales como SciELO y Latindex ponen de manifiesto la necesidad de fortalecer estrategias editoriales que favorezcan tanto la proyección global como la circulación del conocimiento en contextos latinoamericanos, ampliando el acceso a audiencias no angloparlantes y reforzando la pertinencia regional de los resultados.

En conjunto, los hallazgos permiten afirmar que la Red de Investigadores del Comité de Sostenibilidad e Impacto Social de LACCEI se encuentra en una fase de consolidación académica, con capacidades instaladas, núcleos temáticos definidos y un claro alineamiento con los principios de sostenibilidad e impacto social. No obstante, persisten desafíos estructurales vinculados a la equidad territorial, la diversificación temática y la reducción de brechas en productividad científica, los cuales deberán ser abordados mediante estrategias colaborativas, programas de fortalecimiento de capacidades y políticas de gestión del conocimiento orientadas a potenciar la cooperación interinstitucional.

En particular, el menor peso relativo del ODS 1 sugiere la necesidad de impulsar agendas de investigación y vinculación que conecten de manera más directa la ingeniería con la reducción de las vulnerabilidades sociales, la provisión equitativa de servicios básicos y el diseño de soluciones tecnológicas asequibles para territorios históricamente rezagados. Del mismo modo, la reducción de brechas dentro de la red exigirá acciones orientadas al financiamiento, a los incentivos a la publicación, a la formación en escritura científica y la consolidación de estrategias editoriales multilingües que fortalezcan tanto la visibilidad internacional como la pertinencia latinoamericana de los resultados.

Finalmente, este estudio aporta no solo una línea base diagnóstica para la toma de decisiones estratégicas del comité, sino también un modelo metodológico replicable para el análisis de redes académicas en ingeniería desde una perspectiva de sostenibilidad. En este sentido, la investigación contribuye a la literatura internacional al ofrecer una descripción empírica, sistemática y contextualizada de una comunidad académica que encarna el tránsito hacia una ingeniería con propósito, capaz de articular excelencia técnica,

responsabilidad social y compromiso con el desarrollo sostenible de la región.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

Los autores expresan su agradecimiento al Comité de Sostenibilidad e Impacto Social de LACCEI por el apoyo logístico brindado y por la provisión de la plataforma institucional que hizo posible la implementación y gestión del proceso de levantamiento de información. Asimismo, se reconoce de manera especial la valiosa colaboración de los investigadores pertenecientes a las instituciones miembros de LACCEI que respondieron el cuestionario, cuya participación fue fundamental para la conformación de la red de investigadores del Comité. Este respaldo resultó sustancial para otorgar cuerpo empírico y contenido analítico al presente trabajo

REFERENCIAS

- [1] [UNESCO IESALC, Contribución de la educación superior a los Objetivos de Desarrollo Sostenible: marco analítico. París, Francia: UNESCO, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384239>
- [2] Naciones Unidas, Educación – Desarrollo Sostenible. Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- [3] V. J. Bustamante, “Competencias de sostenibilidad en la educación de ingenierías,” *Revista Espacios*, vol. 45, no. 6, Caracas, 2024. DOI: 10.48082/espacios-a24v45n06p01
- [4] Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions (LACCEI), About LACCEI. [En línea]. Disponible en: <https://laccei.org/>
- [5] Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions (LACCEI), Sustainability and Social Impact Committee. [En línea]. Disponible en: <https://laccei.org/sustainability-and-social-impact/>
- [6] M. E. Gutiérrez Mijares y N. C. Pellegrini Blanco, “Integral en educación para el desarrollo sostenible: una propuesta para instituciones de educación superior,” *Areté, Revista Digital del Doctorado en Educación*, vol. 8, no. 15, Caracas, jun. 2022. [En línea]. Disponible en: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2443-45662022000100181
- [7] V. Galán-Muros, Directrices generales para la implementación de la sostenibilidad en instituciones de educación superior. UNESCO IESALC; United Nations Academic Impact, 2023. [En línea]. Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000387008_spa
- [8] Schuschny A.; Soto, H. Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Desarrollo Sostenible y Asentamientos Humanos, Santiago de Chile, 2009. [En línea]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/36611/S2009230_es.pdf
- [9] Creswell, J. W., & Creswell, J. D. “Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (5th ed.)”, SAGE Publications, 2018, <https://us.sagepub.com/en-us/nam/research-design/book255675>
- [10] Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. “Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.)”, SAGE Publications, 2018, <https://us.sagepub.com/en-us/nam/designing-and-conducting-mixed-methods-research/book241842>
- [11] Dillman, D. A., Smyth, J. D., & Christian, L. M. “Internet, phone, mail, and mixed-mode surveys: The tailored design method (4th ed.)”, Wiley, 2018, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9781118920555>
- [12] Eysenbach, G. “Improving the quality of web surveys: The CHERRIES checklist—Update”, *Journal of Medical Internet Research*, Vol. 18(2), Art. e13, 2016, <https://www.jmir.org/2016/2/e13/>
- [13] Zamanzadeh, V., Ghahramanian, A., Rassouli, M., Abbaszadeh, A., Alavi-Majd, H., & Nikanfar, A. R. “Design and implementation content validity study”, *Journal of Caring Sciences*, Vol. 4(2), pp. 165–178, 2015, <https://doi.org/10.15171/jcs.2015.017>
- [14] Yusoff, M. S. B. “ABC of content validation and content validity index calculation”, *Education in Medicine Journal*, Vol. 11(2), pp. 49–54, 2019, <https://doi.org/10.21315/eimj2019.11.2.6>
- [15] Etikan, I., Musa, S. A., & Alkassim, R. S. “Comparison of convenience sampling and purposive sampling”, *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, Vol. 5(1), pp. 1–4, 2016, <https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.11>
- [16] Neuendorf, K. A. “The content analysis guidebook (2nd ed.)”, SAGE Publications, 2017, <https://us.sagepub.com/en-us/nam/the-content-analysis-guidebook/book243754>
- [17] Donthu, N., Kumar, S., Mukherjee, D., Pandey, N., & Lim, W. M. “How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines”, *Journal of Business Research*, Vol. 133, pp. 285–296, 2021, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>
- [18] Aria, M., & Cuccurullo, C. “Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis”, *Journal of Informetrics*, Vol. 11, pp. 959–975, 2017, <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- [19] ORCID “ORCID: Connecting research and researchers”, ORCID Organization, 2023, <https://orcid.org/about>
- [20] Meho, L. I. “The evolution of scholarly communication and metrics”, *Journal of the Association for Information Science and Technology*, Vol. 72(1), pp. 4–9, 2021, <https://doi.org/10.1002/asi.24488>