



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), Noviembre-Diciembre 2025,
Volumen 9, Número 6.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6

ESTRATEGIAS EMPRESARIALES EN EMPRESAS DEL SECTOR DE LA SIDERURGIA: REVISIÓN SISTEMÁTICA Y ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

BUSINESS STRATEGIES IN THE STEEL INDUSTRY: A SYSTEMATIC REVIEW AND BIBLIOMETRIC ANALYSIS

Victor Hugo Salazar González

Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia

Milena Isabel Niebles Jinete

Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia

Fabio Andrés Rodríguez Vargas

Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.22010

Estrategias Empresariales en Empresas del Sector de la Siderurgia: Revisión Sistemática y Análisis Bibliométrico

Victor Hugo Salazar González¹victor.salazar-go@uniminuto.edu.co<https://orcid.org/0009-0005-3992-2832>Corporación Universitaria Minuto de Dios
UNIMINUTO**Milena Isabel Niebles Jinete**milena.niebles@uniminuto.edu.co<https://orcid.org/0009-0002-7951-9851>Corporación Universitaria Minuto de Dios
UNIMINUTO**Fabio Andrés Rodríguez Vargas**fabio.rodriguez-va@uniminuto.edu.co<https://orcid.org/0009-0009-1707-6304>Corporación Universitaria Minuto de Dios
UNIMINUTO

RESUMEN

La industria siderúrgica constituye un componente esencial para el crecimiento económico mundial, aportando significativamente al crecimiento industrial, la generación de empleos y la competitividad empresarial. En este contexto, comprender los enfoques estratégicos que aplican las empresas del sector resulta esencial para fortalecer su posicionamiento ante las exigencias que plantea la globalización y la transformación productiva. Este artículo tiene como propósito analizar que enfoques predominan en los enfoques estratégicos aplicados por las compañías del sector siderúrgico, con el fin de identificar patrones comunes que contribuyan a su competitividad y sostenibilidad. El estudio se llevó a cabo empleando un enfoque cualitativo con carácter exploratorio, a través de una revisión documental sistemática de 83 documentos académicos indexados procedentes de la base de datos Scopus, que fueron clasificados y analizados en tres categorías: estrategias orientadas al liderazgo en costos, a la diferenciación y aproximaciones focalizadas en nichos específicos. Los resultados revelan una clara predominancia del liderazgo en costos y de la diferenciación como ejes estratégicos que impulsan la eficiencia y la innovación en el sector. En conclusión, se evidencia que las estrategias empresariales en la industria siderúrgica desempeñan un papel determinante en su competitividad global, al promover la optimización de procesos, la innovación tecnología y la generación de valor sostenible.

Palabras clave: empresas siderúrgicas, competitividad, diversificación, dirección empresarial, estrategias.

¹ Autor principal

Correspondencia: victor.salazar-go@uniminuto.edu.co

Business Strategies in the Steel Industry: A Systematic Review and Bibliometric Analysis

ABSTRACT

The steel industry constitutes one of the fundamental pillars of global economic development, contributing significantly to industrial growth, job creation, and business competitiveness. In this context, understanding the strategic approaches adopted by companies in the sector is essential to strengthen their positioning in the face of globalization and productive transformation challenges. This article aims to analyze the predominant approaches in the business strategies implemented by steel organizations to identify common patterns that contribute to their competitiveness and sustainability. The research was developed employing an exploratory qualitative method, by means of a systematic documentary review of 83 academic documents indexed in the Scopus database, which were classified and analyzed into three categories: cost leadership, differentiation, and focus. The results reveal a clear predominance of cost leadership and differentiation as strategic axes that drive efficiency and innovation in the sector. In conclusion, business strategies within the steel sector fulfill a decisive role in its global competitiveness by promoting process optimization, technological innovation, and the generation of sustainable value.

Keywords: steel companies, competitiveness, diversification, business management, strategies

*Artículo recibido 10 diciembre 2025
Aceptado para publicación: 10 enero 2026*



INTRODUCCIÓN

En el panorama empresarial contemporáneo a nivel global se identifica complejidad y volatilidad sin precedentes. En lo que va de la década de 2020, en particular, se ha acentuado la imperiosa necesidad de que las empresas u organizaciones operen en un contexto definido por la incertidumbre, la inestabilidad y las transformaciones continuas, factores que, en su conjunto, ejercen una notoria presión sobre las estructuras tradicionales de negocio (PwC, 2020). En dicho escenario dinámico, la eficacia de las estrategias empresariales se posiciona como el elemento central para la supervivencia, la competitividad y el crecimiento sostenido.

Las empresas y organizaciones se enfrentan hoy a un contexto de competencia más globalizada y que se acelera a pasos agigantados. Esto a su vez se complementa con movimientos rápidos e impredecibles en las dinámicas de los mercados, tanto a nivel regional, nacional e internacional. Además de eso, la innovación tecnológica avanza a un ritmo que se perfila como indetenible, demandando así una adaptación continua y una reinversión constante y sobre la marcha de las actividades operativas, comerciales y administrativas en prácticamente todos los sectores industriales.

En este entorno cada vez más competitivo y en una constante evolución, la capacidad de las empresas y organizaciones para poder formular y ejecutar las estrategias eficaces es un tema de gran importancia. No solo resulta crucial para el desempeño económico de las ciudades, regiones y países, también, se busca profundizar en la comprensión de la resiliencia organizacional y las estrategias adaptativas que capaciten a las empresas para poder prosperar, sostener su pertinencia y garantizar su operatividad fiable a largo plazo en entornos de alta complejidad (Akpınar & Özer-Caylan, 2022). La gestión estratégica se convierte, así, en un imperativo para lograr la sostenibilidad empresarial.

En este contexto de grandes desafíos y oportunidades, resulta fundamental comprender qué constituye la estrategia dentro del ámbito empresarial. Desde una perspectiva organizacional, la estrategia se entiende como el proceso mediante el cual se establecen las metas y propósitos fundamentales de proyección prolongada dentro de una organización, junto con la adopción de cursos de actuación y la distribución de los recursos necesarios y esenciales para lograr dichos propósitos en un entorno dinámico y competitivo (Chandler, 1962).

En tal sentido, la hoja de ruta que le permite a una organización poder establecer su dirección, definir su alcance de operación, así como decidir cómo va a asignar sus recursos con el fin de generar valor y asegurar una posición competitiva cimentada y sostenible.

Esta conceptualización va más allá de la mera planificación; implica una visión prospectiva que considera el futuro, la posición actual de la empresa y los caminos para transitar de una a otra. La estrategia busca armonizar los recursos y competencias internas con las condiciones y desafíos del entorno, lo que le permite no solo reaccionar a los cambios, sino también anticiparlos y, en la medida de lo posible, moldearlos a su favor, asegurando así su evolución y una ventaja competitiva sostenible (Grant, 2016).

A fin de abordar la variedad de contextos que deben afrontar las organizaciones, se han diseñado o demarcado diversas clasificaciones y tipos de estrategias. La estrategia tiene como objetivo central alinear las fortalezas internas de una entidad con las posibilidades que ofrece el entorno, mientras se mitigan las debilidades y se afrontan las amenazas, permitiendo a la empresa anticipar los cambios del mercado, en la medida de lo posible, influir en ellos para asegurar su evolución y ventaja competitiva (David, 2011). Dichas decisiones de alto nivel determinan el portafolio de negocios de la empresa.

En un nivel más específico, las estrategias competitivas, popularizadas por figuras destacadas como Michael Porter, dictan cómo una entidad empresarial debe competir eficazmente dentro de un sector industrial particular. Estas incluyen el liderazgo en costos (proporcionar productos con precios inferiores), la diferenciación (ofertar bienes o servicios únicos, diferenciados y altamente valorados por el consumidor) y el enfoque o nicho (dirigirse a un segmento de mercado específico) (Porter, 1980). Complementariamente, las estrategias funcionales orientan las acciones de áreas como marketing, operaciones, finanzas y recursos humanos para respaldar la estrategia global, asegurando que cada departamento apoye el cumplimiento de las metas institucionales (Sánchez, 2020).

La relevancia de la estrategia para las empresas y organizaciones es innegable y abarca múltiples dimensiones. En primer lugar, establece una dirección clara y un propósito compartido, facilitando la cohesión y el alineamiento de las acciones de todos los miembros que conforman la entidad. Esta unidad interna es crucial para la movilización adecuada de los recursos humanos, tecnológicos y económicos disponibles hacia objetivos comunes, optimizando el rendimiento y evitando la dispersión.

En segundo lugar, una estrategia adecuadamente formulada le permite a la empresa anticipar y responder proactivamente a las dinámicas del entorno, convirtiendo potenciales amenazas en oportunidades valiosas (Palacios Rodríguez, 2020).

Esta agilidad adaptativa es fundamental en mercados volátiles, siendo un elemento decisivo para diferenciar los resultados favorables de los adversos. Finalmente, la estrategia optimiza la asignación de recursos, asegurando que las inversiones se canalicen hacia las áreas que generarán el mayor valor y una ventaja competitiva duradera, a la vez que impulsa la innovación y el aprendizaje organizacional para mantener la pertinencia de la entidad (Porter, 1985).

Este aspecto cobra especial relevancia para las pequeñas y medianas empresas (PYME), las cuales, dadas sus características de flexibilidad, a menudo pueden lograr encontrar nichos de mercado proporcionando ofertas marginalmente diferentes o innovando de este modo en el marketing y servicio al cliente con opciones de bajo costo (Burns, P., 2016).

En un contexto más localizado, la relevancia de tales estrategias se acentúa en regiones específicas que buscan consolidar su desarrollo. La trayectoria de la industria siderúrgica, desde sus orígenes con los primeros procesos de fundición del hierro hasta su avance meteórico durante la Revolución Industrial del Siglo XIX, demuestra una profunda capacidad de adaptación y crecimiento. Este desarrollo ha desempeñado un papel fundamental en la evolución de las sociedades modernas, al proporcionar materiales esenciales para la infraestructura, el transporte y la maquinaria industrial (Esteller Lores, 2004). Este sector ha evolucionado notablemente, integrando de manera continua todas las innovaciones tecnológicas y prácticas orientadas a la sostenibilidad para responder eficazmente a las dinámicas del mercado global y a los crecientes desafíos medioambientales y regulatorios (Azevedo et al., 2023). En un contexto más específico, en la ciudad de Barranquilla-Colombia, este sector ha representado un impacto notable en el desarrollo económico regional.

El presente artículo se enfoca justamente en analizar la competitividad y las estrategias de crecimiento que han sido implementadas por las empresas siderúrgicas de Barranquilla. Buscamos mediante esto poder comprender cómo estas organizaciones se están o se han estado preparando y enfrentando los desafíos presentes en el mercado actual para lograr adaptarse a un entorno que se encuentra en constante evolución y aumentar sus probabilidades de éxito.

El punto neurálgico se centra en identificar y comprender las tácticas que les permiten no solo sobrevivir, sino también poder desarrollarse y consolidarse en un mercado que, en diversos aspectos, puede estar totalmente saturado y ser altamente competitivo. Para abordar dicho análisis, se ha empleado una metodología combinada que incluye entrevistas con empresarios locales de Barranquilla y un riguroso análisis de los datos de mercado, lo que permite adquirir una perspectiva más completa y detallada de las estrategias implementadas, sus efectos y las experiencias recabadas, tales como la adopción de tecnologías innovadoras, la optimización de la eficiencia en las etapas productivas y en la diversificación de productos y servicios.

Finalmente, mediante este artículo se aspira a proporcionar una serie de recomendaciones estratégicas basadas en un enfoque integral, a fin de conseguir un equilibrio armonioso entre el desarrollo tecnológico y la eficiencia operativa. El objetivo es vital para la consolidación y la expansión de las empresas en el sector siderúrgico. Estas recomendaciones estarán dirigidas a todos los implicados en los factores políticos y socioeconómicos, con la finalidad de lograr fortalecer la posición competitiva de empresas grandes, medianas y pequeñas, además de promover su desarrollo sostenible con un crecimiento constante, tomando como referencia las dinámicas observadas en la ciudad de Barranquilla y su influencia en el crecimiento económico tanto local como regional.

METODOLOGÍA

Con el presente documento se busca generar un aporte significativo a la literatura académica, para lo cual se utiliza el enfoque de revisión bibliográfica como procedimiento, entendiéndose esta como un proceso que aplica métodos sistemáticos en análisis independientes con el fin de reunir información para abordar una pregunta definida y formulada de forma explícita y bien estructurada (Dekkers, et al, 2019). Se utiliza la propuesta metodológica de Petticrew y Roberts (2006), aplicada a el ámbito de las ciencias sociales, a través de una secuencia de seis etapas fundamentales, la cual se articula además con la elaboración de los componentes contemplados establecidos por la declaración PRISMA (2020) tal como se detalla a continuación:

Paso 1. Formulación de preguntas de investigación: Se propone una interrogante de carácter investigativo principal, a saber: ¿Qué enfoques tienen las estrategias empresariales que aplican las empresas del sector de la siderurgia?

Paso 2. Selección de bases de datos: Se realiza la revisión empleando la plataforma bibliográfica Scopus, la cual es reconocida como un eficiente instrumento de búsqueda dada su amplia cobertura, alcance, así como en la calidad de contenido científico. Los términos principales para utilizar dentro de la construcción de la ecuación de búsqueda se presentan en la tabla 1, a partir de los cuales se desprenden sus correspondientes traducciones al inglés.

Tabla 1. Términos utilizados para la construcción de la ecuación de búsqueda en base Scopus

Estrategia empresarial	Empresa	Sector de la siderurgia
Business Strategy	Business	Iron and steel industry
Corporate Strategy	Company	Siderurgy
	Organization	Steel industry
	Enterprise	

Nota. Creación propia

Para la búsqueda se utiliza la ecuación que se presenta a continuación: (business strategy OR corporate strategy) AND (business OR company OR organization OR enterprise) AND (iron and steel industry OR siderurgy OR steel industry).

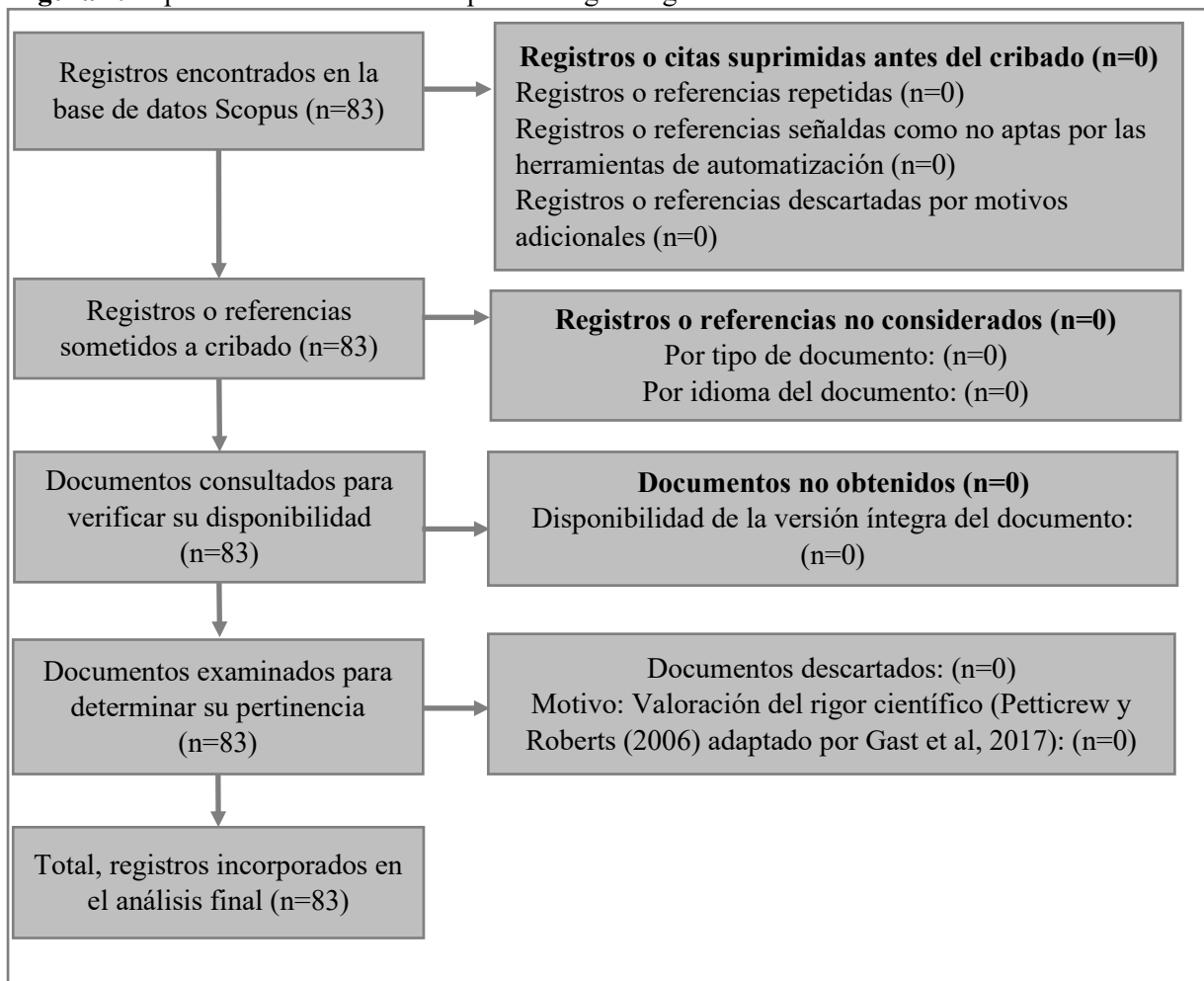
Paso 3. Definición de los criterios para incluir o excluir documentos: Como parámetros para determinar qué documentos se incorporan o se descartan se proponen los siguientes: periodo de revisión, 1985-2023; de materiales académicos: artículos, documento de conferencia, libros; idioma del documento: inglés, alemán o ruso. De igual manera, como criterio de inclusión se plantea el contar con el acceso íntegro al texto académico.

Paso 4. Análisis bibliométrico: Se toma en cuenta la importancia y reconocimiento del estudio bibliométrico como herramienta de evaluación (Ceballos-Parra et al., 2018), en este caso concreto se utiliza la estadística descriptiva en el cual se abordan diversos aspectos tales como la revista de publicación, los autores, las entidades de adscripción, los países de origen, entre otros elementos. Estos permiten identificar tendencias en cuanto a la producción de información vinculada con el propósito de la presente investigación.

Paso 5. Valoración del rigor científico de las publicaciones: En este paso se procede a efectuar un análisis del rigor académico de los documentos a ser tenidos en cuenta dentro de la revisión sistemática planteada, se utilizan once criterios propuestos por Petticrew y Roberts (2006) que fueron adaptados

por Gast et al. (2017) para su uso en las ciencias sociales. Para evaluar cada parámetro de calidad, se utilizará una escala de tres niveles: si el criterio no es definido, se le otorga una calificación de 0.0; en caso de que el criterio aparezca de una manera poco clara, se le otorga una puntuación correspondiente al 0.5 y si el criterio presenta una claridad total, la puntuación es de 1.0 (Torres et al., 2025; Gonzalez et al, 2025). En tal sentido, el rango de puntuación va de 0 a 11, por lo que, se necesita de una puntuación mínima de calidad de 6 para que el documento sea apto para la revisión (Liévano et al., 2025; Salinas et al, 2025). Los criterios que han sido definidos para la revisión sistemática se exponen siguiendo la guía PRISMA, tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Representación del método aplicado según la guía PRISMA



Nota. Adaptado de Herrera et al. (2025); Lopera et al. (2025)

Desarrollado el proceso de selección acorde a los criterios definidos, de los 83 documentos hallados en la plataforma bibliográfica Scopus se obtiene que el 100% de estos se tienen en cuenta en el proceso de la revisión.

La Tabla 2 presenta la relación de los documentos incorporados relacionando los datos de ID del documento (número identificador dentro de la presente revisión), cita del documento y número de citas.

Tabla 2. Fuentes consideradas en la revisión sistemática

ID	Titulo	Citas	ID	Titulo	Citas
1	Zhang Q. et al. (2018)	154	43	Yang L. & He Z. (2017)	3
2	Modaresi R. et al. (2014)	110	44	Grabowska S. & Furman J. (2015)	2
3	Shen J. et al. (2021)	91	45	de Souza J.F.T. & Pacca S.A. (2023)	2
4	Shen J. et al. (2021)	63	46	Tsuda K. (1996)	1
5	Hafeez K. et al. (1996)	53	47	Kellermayr K.H. (1993)	1
6	Kumar N. & Chadha A. (2009)	48	48	Olko S. & Brzóska J. (2017)	1
7	Hassard J. et al. (2010)	42	49	Tarassenko Ya.V. (2014)	1
8	Cardoni A. et al. (2020)	40	50	Samajdar C. (2014)	1
9	Bellevrat E. (2009)	37	51	Lin Y. et al. (2023)	1
10	Ayeni P. et al. (2016)	31	52	Kriwet Heinz (1989)	0
11	Axelsson M. et al. (2021)	29	53	Kato S. et al. (1997)	0
12	Hokoma R.A. et al. (2010)	26	54	Hickey K.D. & Bliss B.J. (2011)	0
13	Mardan N. & Klahr R. (2012)	26	55	Pellett C.R. (2018)	0
14	Clemens B. (2001)	24	56	Akgun C.C. et al. (2023)	0
15	Trollip H. et al. (2022)	22	57	Eftekhari A. & Torabi A. (2022)	0
16	Basu S. et al. (2019)	22	58	Anon (1996)	0
17	Karali N. et al. (2016)	21	59	Samways N.L. (1996)	0
18	Johannsdottir L. & McInerney C. (2018)	20	60	Severin P.W.A. (2000)	0
19	Lu H. et al. (2010)	20	61	Hickey K.D. & Bliss B.J. (2012)	0
20	Wang P. et al. (2014)	17	62	Kao R.T. (1985)	0
21	Montero A.P. (1998)	17	63	Bada H. (2008)	0
22	Clemens B.W. & Papadakis M. (2008)	16	64	Steiner B.A. (2004)	0
23	Gu W. et al. (2021)	16	65	Lachmann K. et al. (2013)	0
24	Weeks K. et al. (2010)	16	66	Boswell J. (2014)	0
25	Dhar B.K. et al. (2022)	14	67	Galimberti M. et al. (2023)	0
26	Potter A. et al. (2007)	12	68	Liao Y.-T. et al. (2016)	0
27	Velkar A. (2009)	11	69	Wagner S. (2010)	0
28	Hebeda O. et al. (2023)	9	70	Mousa S. (2023)	0
29	Hesami Arani M. et al. (2021)	8	71	Kao R.T. (1985)	0

ID	Titulo	Citas
30	Serhan Y.N.A. et al. (2015)	8
31	Hammond G.P. (2022)	7
32	Birat J.-P. (2004)	5
33	Sheikh F. (2021)	5
34	Chertov A.D. (2003)	5
35	Rosner F. et al. (2023)	5
36	Eleftheriadis R.J. & Myklebusta O. (2015)	5
37	Cravioto J. et al. (2021)	5
38	Janszen F.H.A. & Vloemans M.P.F. (1997)	5
39	Rosegger G. (1992)	4
40	Schumacher J. (2000)	4
41	Ruan T. et al. (2022)	4
42	Sáez-García M.A. (2017)	3

ID	Titulo	Citas
72	Hasegawa K. et al. (2006)	0
73	Li D. et al. (2022)	0
74	Carragher B. (2006)	0
75	Gupta P. et al. (2010)	0
76	Iskanian P. et al. (2007)	0
77	Richter A. (2011)	0
78	Nova G. (2008)	0
79	Li S. et al. (2023)	0
80	Gohres H.-W. (1999)	0
81	Theis E. (2002)	0
82	Senk D. et al. (2009)	0
83	Prodi Romano (2000)	0

Paso 6. Identificación de categorías de análisis. Las categorías identificadas se derivan de la pregunta de investigación formulada. En relación con dicha pregunta, se plantean las siguientes categorías:

Tabla 3 Categorías de trabajo

Pregunta	Categorías
¿Qué enfoques tienen las estrategias empresariales que aplican las empresas del sector de la siderurgia?	Liderazgo en Costos Diferenciación Enfoque o nicho

Nota. Creación Propia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

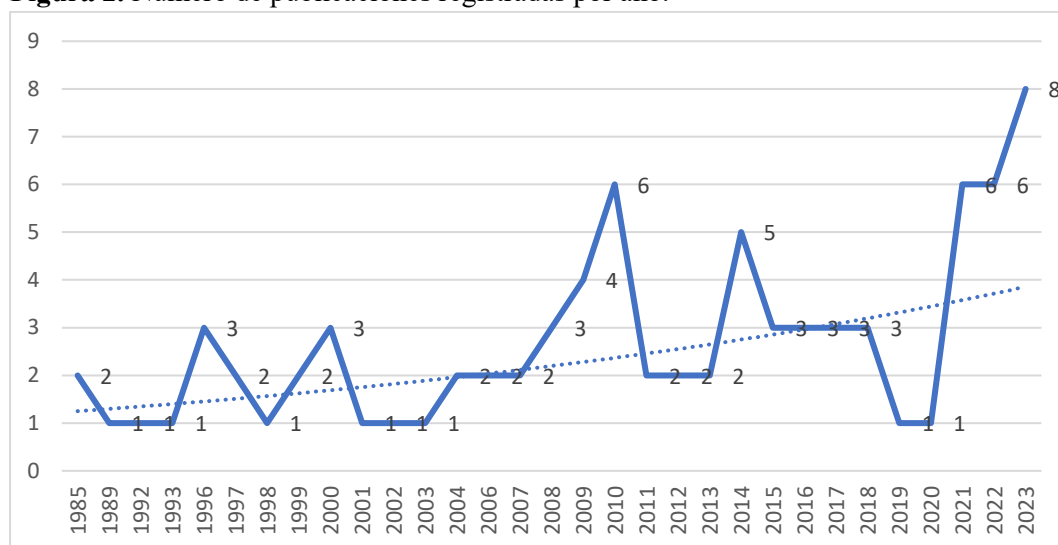
Tal como se ha presentado desde el enfoque metodológico, para esta investigación se propuso el desarrollo de un análisis y revisión sistemática los cuales se desarrollan a continuación.

Análisis bibliométrico

En el presente apartado se detalla los distintos análisis de la información recopilada. Para ello, se examinan las tendencias de publicación a lo largo del tiempo, la productividad de autores entre otros.

La Figura 2 muestra la tendencia cambiante en la cantidad de documentos publicados en el campo específico de conocimiento para el periodo de revisión según parámetros especificados.

Figura 2. Numero de publicaciones registradas por año.

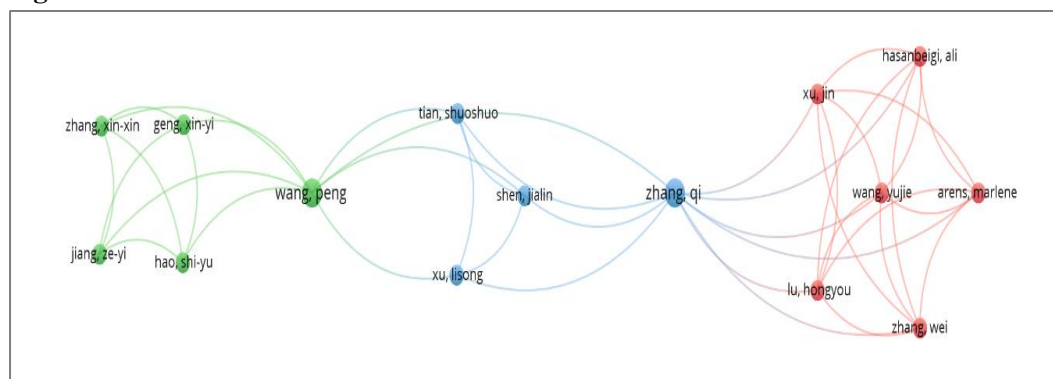


Fuente: creación propia.

Como se puede identificar en la Figura 2, no se evidencia una producción constante a lo largo del tiempo de revisión, pues en algunos años se presentó una producción mínima, de una o dos publicaciones, lo que refleja una variabilidad en la producción académica del periodo analizado.. El año de mayor producción fue 2023, seguido de 2022 y 2021 (y de manera excepcional 2010 y 2014). La mayor tendencia de publicaciones se identifica en el periodo correspondiente a la crisis sanitaria por Covid-19.

En la Figura 3 se expone un diagrama de red que ilustra las interacciones y relaciones entre un grupo de individuos, así mismo cada uno de los nodos en la red está representado por una persona, debidamente identificada con su nombre y apellido, mientras que las líneas que conectan a todos los nodos muestran o reflejan la existencia de interacciones o relaciones entre este grupo de personas.

Figura 3 Análisis de co-concurrencia de autores.

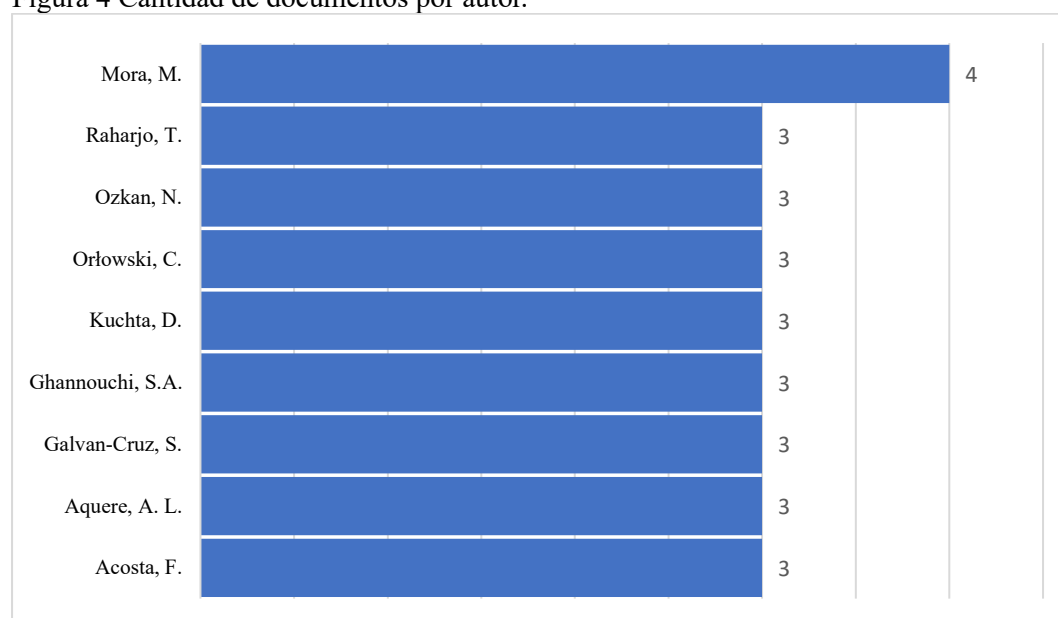


Fuente: Creación propia

La Figura 3 nos muestra la conexión y relación entre 14 de los autores más destacados y las diferentes temáticas de la investigación. El cuerpo o estructura del diagrama nos plantea la existencia de un enlace o red articulada, dentro del cual, una buena parte de los autores están relacionados de alguna forma entre sí, lo cual podría dar a entender la existencia de un entorno cohesionado, integrado o de un grupo de trabajo bien interconectado.

En la Figura 4 expone y detalla la distribución de los documentos por autor, resaltándose el número de publicaciones realizadas a cada uno de estos autores. Este modo de análisis resulta claro y gran utilidad a la hora de examinar la contribución y el aporte individual en contextos profesionales y académicos.

Figura 4 Cantidad de documentos por autor.

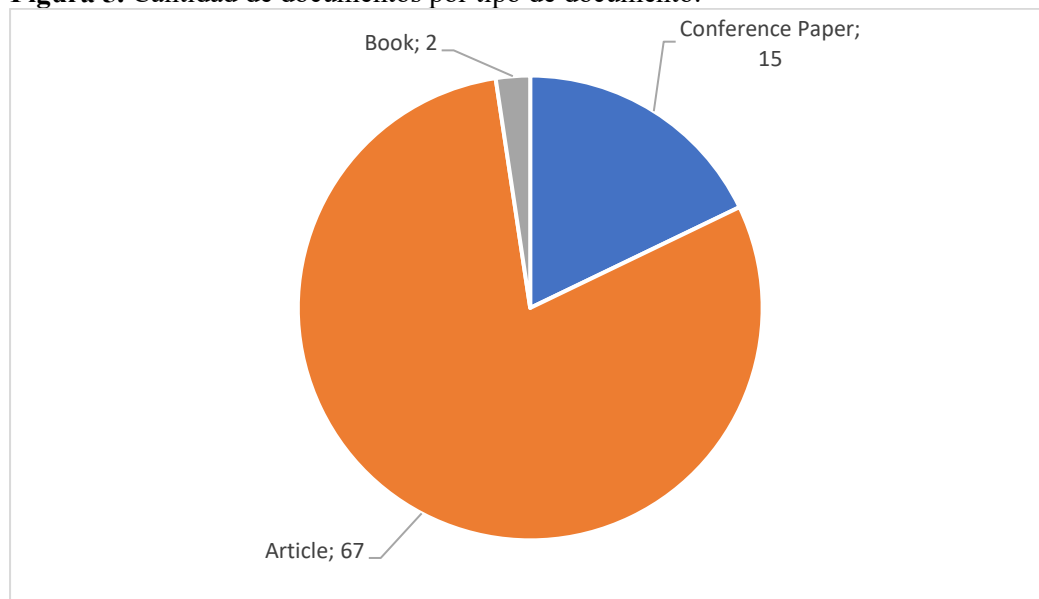


Fuente: Creación propia

La Figura 4 ofrece un método fácil para una comparación rápida y comprensible de la producción de cada autor dentro un grupo determinado, resaltando a su vez las áreas más importantes de la investigación, y brindando un punto de vista coherente sobre el aporte de cada persona en la creación intelectual estudiada.

Para entender mejor la comprensión de los hallazgos obtenidos en este estudio, se muestra en la Figura 5, la cual representa el número de documentos clasificados de acuerdo a su tipo, encontrados durante la etapa de estudio.

Figura 5. Cantidad de documentos por tipo de documento.



Fuente: Creación propia

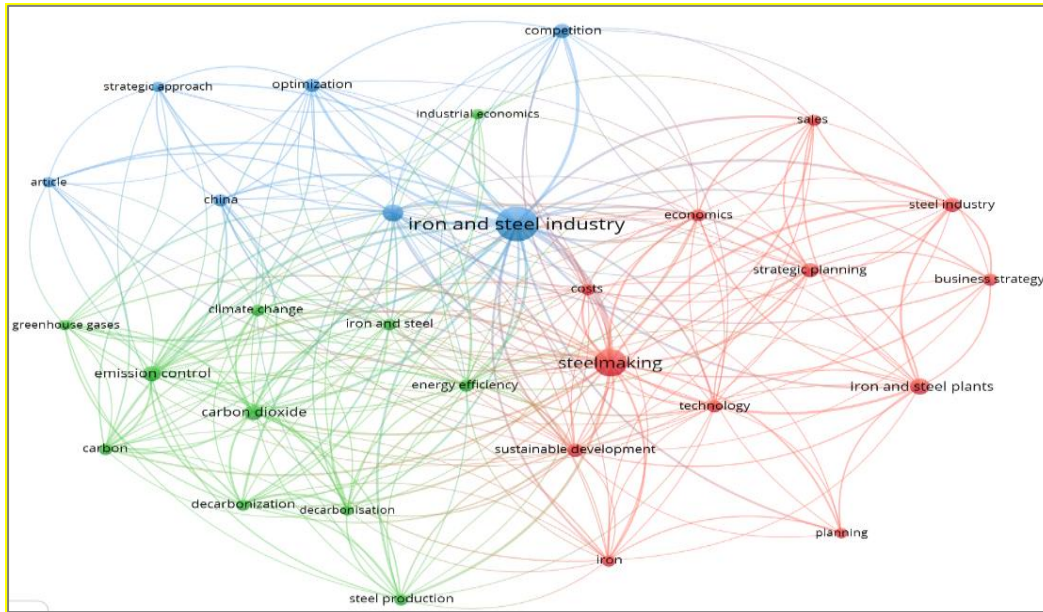
El presente análisis detallado en la Figura 5 nos devela que los denominados “articles” o artículos constituyen la gran mayoría de los documentos recabados y analizados, representando esto un 67% del total, dicha cifra supera por mucho a los “Conference paper” o artículo de conferencia que corresponde el 15% y a los “book” o libros que únicamente son el 2%, como se puede apreciar en la Figura 5.

La clara preeminencia de los “articles”, lo que subraya su importancia en el desarrollo de la investigación y, a su vez, destaca el grado de alcance que los mismos, relacionados con la siderurgia, han alcanzado a nivel académico, económico y mundial.

La imagen en la Figura 6 expone un mapa que entrelaza una red de coocurrencia en términos clave, los cuales se presentan en el campo de la investigación en el área de las siderurgias

Así mismo dicho en dicho mapa cada uno de sus nodos representa un determinado termino junto con las líneas que los entrelazan e indican la frecuencia o patrón con la que estos aparecen juntos en los documentos.

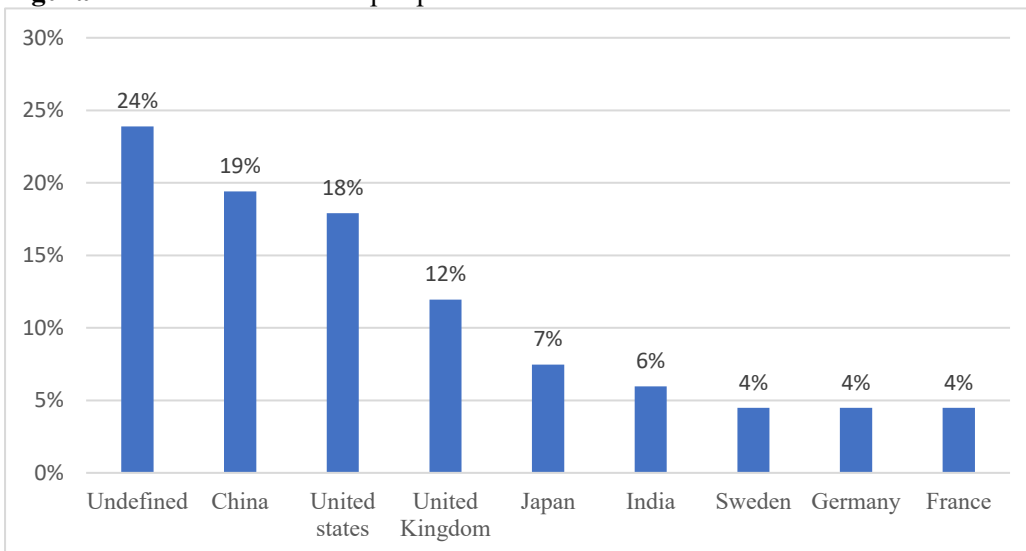
Figura 6 Análisis de concurrencia en palabras clave.



Fuente: Creación propia

Con la finalidad de entender con mayor claridad los resultados recabados durante la investigación, se presenta la Figura 7, que detalla la cantidad de documentos con base en el país de origen de estos en relación con sus aportes al campo de la industria siderúrgica.

Figura 7 Análisis documentos por país.



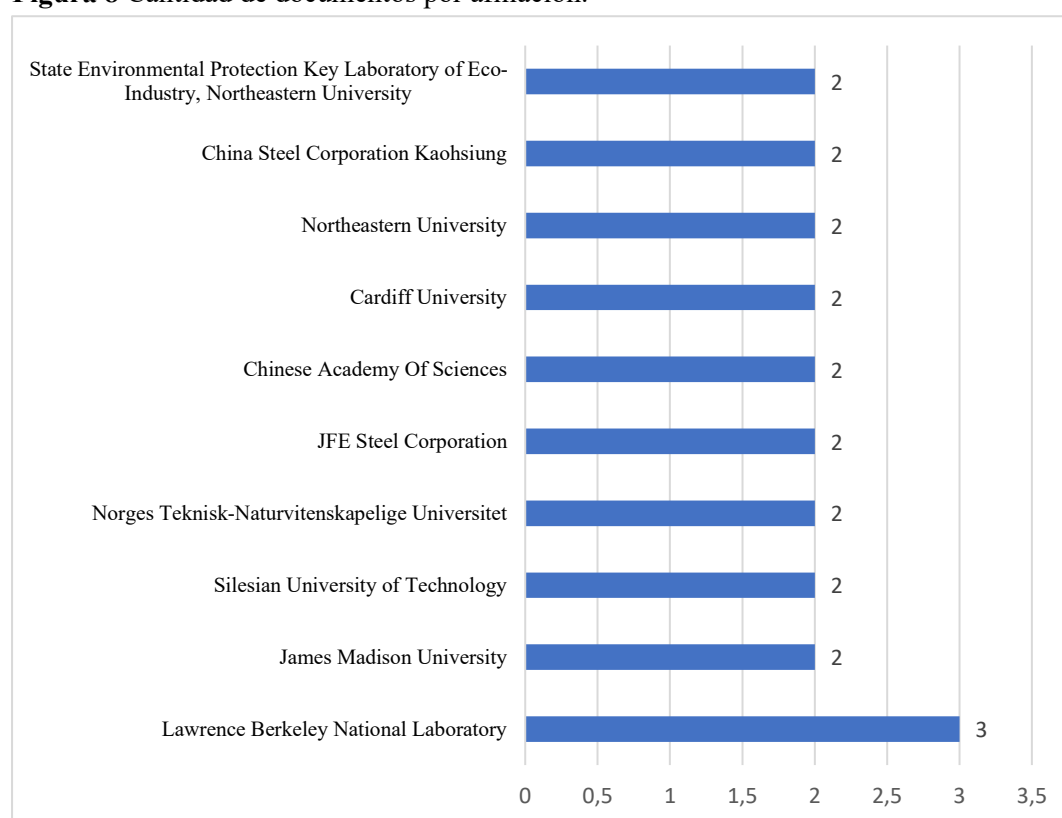
Fuente: Creación propia

En lo que respecta a la cantidad o número de documentos por país, en la Figura 7 se expone que los denominados "Undefined" o no identificados son dominantes acumulando un total de 16 documentos (lo cual refleja seguramente un punto a mejorar desde la base de referencia), seguido muy de cerca por

China con 13 documentos recabados y Estados Unidos con 12 documentos, basándonos en estos dos países coincide notoriamente con el desarrollo industrial que han experimentado estos en las últimas décadas. En contraste, países como Reino Unido presentan 8 documentos, Japón 5 documentos, India 4, mientras que Suecia, Alemania y Francia tienen solo 3 documentos respectivamente.

En la Figura 8 que se muestra a continuación se detalla la cantidad de documentos relacionados con diversas fuentes de financiación en un grupo de datos debidamente determinado y claramente identificable.

Figura 8 Cantidad de documentos por afiliación.

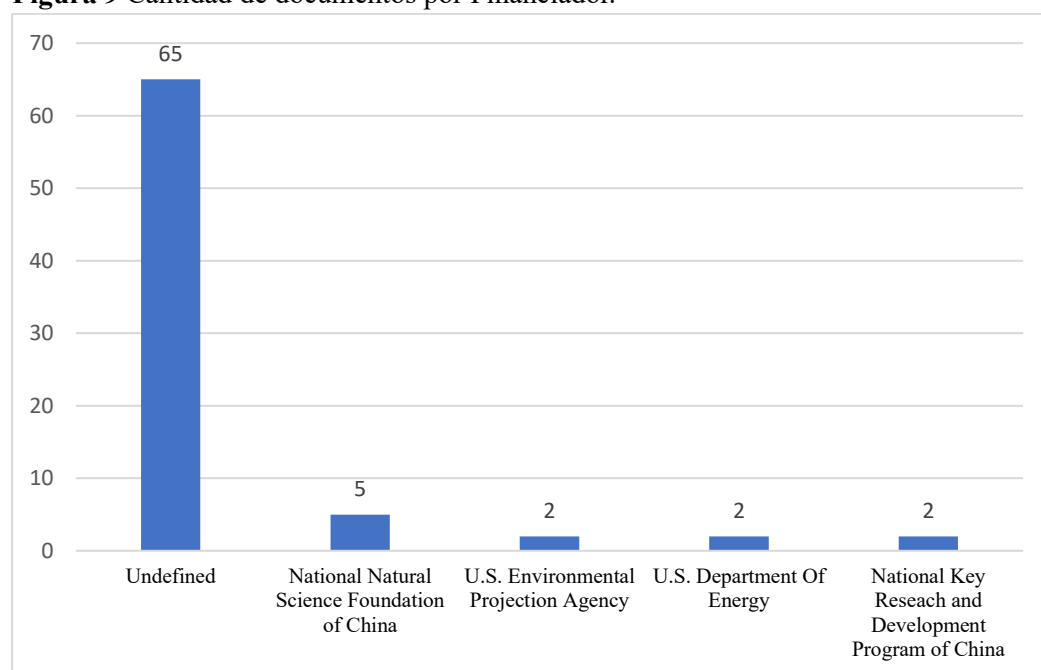


Fuente: Creación propia

En el presente análisis observado en la Figura 8, podemos apreciar u observar la gran cantidad de documentos en base a su afiliación, podemos ver que el Lawrence Berkeley National Laboratory se destaca por tener el mayor número de documentos por afiliación, mientras que el resto de las instituciones desde el James Madison University hasta el State Environmental Protection Key Laboratory of Eco-Industry, Northeastern University, poseen todas el mismo número de documentos en base a su afiliación.

En la Figura 9 que se expone a continuación, nos muestra la clara evidencia de la clasificación los documentos en base a las fuentes de su financiación y desarrollo, en la misma se pueden apreciar que instituciones de alta reputación como el National Natural Science Foundation of China, entre otras haciendo sus contribuciones en el ámbito del impacto e importancia de la industria siderúrgica.

Figura 9 Cantidad de documentos por Financiador.



Fuente: Creación propia

Un punto importante a destacar a los más importantes financiadores de los documentos relacionado a la industria siderúrgica, en la Figura 9 se observa que existen 65 documentos clasificados en la categoría de “Undefined” o No identificado, siendo estos los de mayor aporte pero desconociéndose su fuente de financiación (lo cual refleja seguramente un punto a mejorar desde la base de referencia), mientras que Instituciones de alto prestigio académico y político, como el National Natural Science Foundation of China, quien hace el mayor aporte con 5 documentos financiados por esta, mientras que el resto desde U.S. Environmental Projection Agency al National Key Research and Development Program of China, solo aportan con 2 documentos en la materia, financiados por cada una.

Análisis de Categorías con base en los hallazgos.

El análisis de las estrategias empresariales en la industria siderúrgica permite identificar distintos enfoques competitivos que explican las formas en que las organizaciones buscan fortalecer su posición en el mercado.

Con el fin de comprender con mayor precisión las orientaciones estratégicas predominantes en el sector, los documentos revisados fueron clasificados según el tipo de estrategia aplicada. La Tabla 4 presenta esta categorización en tres grupos: liderazgo en costos, cuando las empresas priorizan la eficiencia productiva y la reducción de gastos; diferenciación, cuando se enfocan en la innovación, calidad o valor agregado; y enfoque o nicho, cuando concentran sus esfuerzos en segmentos específicos del mercado. Esta clasificación permite visualizar la diversidad de estrategias presentes en el sector y su influencia en la competitividad global de la siderurgia.

Tabla 4 Análisis de categorías según hallazgos.

Enfoque estratégico identificado	Número de documentos	Documento ID
Liderazgo en Costos		1,3,5,6,7,10,12,13,16,17,19,20,21,23,24,26,29,30,34,37,40,42,43,45,46,51,52,53,59,60,61,62,63,64,65,72,73,75,79,80,81.
Diferenciación		2,4,8,9,11,14,15,18,22,25,28,31,32,33,35,38,41,44,48,49,50,54,55,56,57,58,66,67,68,69,70,71,74,76,77,78,82.
Enfoque o Nicho		27,39,47,83.

Nota: creación propia

El análisis de los 83 documentos revisados evidencia una clara diversidad en los enfoques estratégicos adoptados por las empresas del sector siderúrgico. De acuerdo con lo expuesto en la Tabla 4, el 50,6% de los documentos analizados se orientan hacia estrategias de liderazgo en costos, que enfatizan la eficiencia productiva, la optimización energética y la reducción de desperdicios. Por su parte, el 44,6% de los documentos se relaciona con estrategias de diferenciación, destacando la innovación tecnológica, la sostenibilidad y la calidad como fuentes de ventaja competitiva. Finalmente, el 4,8% de las investigaciones se asocia con estrategias de enfoque o nicho, centradas en la especialización de productos y la atención de segmentos específicos. Estos resultados permiten inferir que el sector siderúrgico combina prácticas de diferenciación con liderazgo en costos para sostener su competitividad en entornos globalizados.

DISCUSIÓN

Los hallazgos obtenidos en esta investigación permiten establecer una relación directa entre lo expuesto en el marco teórico y los resultados derivados del análisis documental. En primera instancia se confirma lo planteado por diversos autores que reconocen a la industria siderúrgica como un pilar esencial para

la competitividad y el crecimiento económico, debido a su capacidad de generar valor agregado y adaptarse a los retos de la globalización. La literatura coincide en que la aplicación de estrategias empresariales adecuadas de diferenciación, liderazgo en costos o enfoque resulta determinante para sostener la rentabilidad y la permanencia del sector en mercados dinámicos. En este sentido, los resultados obtenidos en la Tabla 4 evidencian una tendencia del sector a combinar eficiencia y especialización coherente con las bases teóricas de la gestión estratégica.

El predominio de las estrategias de liderazgo en costos es decir el 50,6% de los documentos guarda coherencia con los planteamientos de Porter (1980), y Chandler (1990), quienes resaltan la eficiencia operativa y el control de costos como vías para alcanzar ventajas sostenibles en industrias intensivas en capital. Los documentos revisados señalan la automatización, la innovación de procesos y la optimización energética como acciones recurrentes que fortalecen esta orientación. Estos resultados confirman lo propuesto en el marco teórico: las empresas siderúrgicas tienden a priorizar la eficiencia y el aprovechamiento de economías de escala como respuesta a las presiones de competencia internacional y a la volatilidad de los precios del acero.

En cuanto a las estrategias de diferenciación que comprenden el 44,6% de los documentos, los hallazgos reafirman lo planteado por Barney (1991) y Grant (2016) sobre la importancia de la innovación y la creación de valor difícil de imitar. En esta categoría predominan las propuestas orientadas a la producción de aceros especiales, la sostenibilidad ambiental y la digitalización de procesos, lo que coincide con las tendencias identificadas en la literatura sobre innovación, sostenibilidad y gestión tecnológica dentro de la industria siderúrgica. Estos resultados reflejan que la diferenciación no sólo responde a la mejora tecnológica, sino también a la responsabilidad social y material, factores que amplían la reputación y competitividad de las empresas.

Por su parte, las estrategias de enfoque o nicho representadas en un 4.8% de los documentos respaldan lo señalado por Mintzberg (1998) y Porter (1996), sobre la relevancia de atender segmentos especializados mediante la personalización de productos y servicios, aunque su presencia es menor. Los estudios que aplican este enfoque destacan la importancia de concentrar recursos en mercados estratégicos como el automotriz o el de la infraestructura avanzada, donde la especialización técnica constituye una ventaja clave.

En conjunto, los hallazgos evidencian que la siderurgia combina liderazgo en costos y diferenciación, validando la pertinencia de los modelos teóricos revisados y mostrando una evolución hacia estrategias híbridas que fortalecen la competitividad y sostenibilidad del sector.

CONCLUSIONES

Los resultados de esta investigación permiten establecer que las estrategias empresariales aplicadas por las empresas del sector siderúrgico se distribuyen principalmente en 3 enfoques, liderazgo en costos, diferenciación y enfoque o nicho. Tal como se evidencia en la Tabla 4. De los 83 documentos analizados, el 50,6% se orienta hacia estrategias de liderazgo en costos, el 44,6% hacia estrategias de diferenciación y el 4,8% hacia estrategias de enfoque o nicho. Esta distribución refleja una tendencia del sector hacia la búsqueda de la eficiencia y la innovación como ejes de la competitividad coherente con las dinámicas globales de transformación industrial y sostenibilidad.

El predominio del liderazgo en costos demuestra que las empresas siderúrgicas continúan priorizando la optimización de recursos, la automatización de procesos y la reducción de desperdicios como medios para asegurar su posición en mercados altamente competitivos. Este resultado reafirma la relevancia de la gestión deficiente de los recursos y el control de costos operativos, fundamentos esenciales en un contexto caracterizado por la presión internacional y la volatilidad del precio del acero. De esta manera, el sector consolida un modelo de productividad que, aunque tradicional, sigue siendo clave para su estabilidad y rentabilidad.

Las estrategias de diferenciación presentes en el 44,6% de los casos, evidencian una evolución del sector hacia modelos empresariales centrados en la innovación, la calidad y la sostenibilidad ambiental. Las empresas que adoptan este enfoque logran diferenciarse mediante el desarrollo de aceros especializados, el uso de energías limpias y la integración de procesos digitales que fortalecen la trazabilidad y el valor percibido por el cliente. Este hallazgo permite concluir que la diferenciación se ha convertido en una respuesta estratégica ante las nuevas demandas de los mercados internacionales, donde la innovación y la responsabilidad social son factores decisivos para el posicionamiento y la reputación corporativa.

Por su parte, las estrategias de enfoque o nicho, aunque menos frecuentes con el 4,8%, demuestran la importancia de la especialización en segmentos de alto valor agregado como el automotriz o el de infraestructura avanzada.

Este tipo de enfoque confirma que la especialización técnica y la personalización del servicio pueden generar ventajas sostenibles, aun cuando su impacto global sea limitado. La presencia de esta categoría reafirma la necesidad de diversificar las estrategias dentro del sector, promoviendo la coexistencia de modelos amplios y específicos que permitan a las empresas adaptarse a contextos de cambio constante. En síntesis, las conclusiones derivadas del análisis documental confirman la validez de los enfoques teóricos revisados y evidencian que la competitividad del sector siderúrgico depende de su capacidad para integrar estrategias múltiples y complementarias. El liderazgo en costos continúa siendo la base estructural del sector, mientras que la diferenciación y el enfoque emergen como rutas de adaptación frente a los desafíos tecnológicos y ambientales. Esta combinación estratégica sugiere que la sostenibilidad y la innovación no reemplazan a la eficiencia, sino que la complementan configurando un modelo empresarial híbrido que garantiza la permanencia y evolución del sector en el entorno global.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Azevedo, A., Gouveia, J. P., & Ferreira, P. (2023). *Sustainability of the Steel Industry: A Systematic Review*. *Biointerface Research in Applied Chemistry*, 13(6), 525.
- Anon (1996). Steel industry in the new millennium - conference report. *Steel Times*, 224(9). 0-0.
- Ayeni P.; Ball P.; Baines T. (2016). Towards the strategic adoption of Lean in aviation Maintenance repair and overhaul (MRO) industry: An empirical study into the industry's Lean status. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 27(1). 38-61.
- Axelsson M.; Oberthür S.; Nilsson L.J. (2021). Emission reduction strategies in the EU steel industry: Implications for business model innovation. *Journal of Industrial Ecology*, 25(2). 390-402.
- Akgun C.C.; Erturk A.T.; Karabay S. (2023). Investigation of Luders Band Defects in Cold Rolling of Ferritic Stainless Steel Sheet Surface. *Advances in Transdisciplinary Engineering*, 40(0). 211-216.
- Akpınar, H., & Özer-Çaylan, D. (2022). Achieving organizational resilience through complex adaptive systems approach: a conceptual framework. *Management Research*, 20(4), 289-309. <https://doi.org/10.1108/MRJIAM-01-2022-1265>
- Bada H. (2008). The challenges to the steel industry and JFE's approaches. *Stahl und Eisen*, 128(12). S10-S15.



- Basu S.; Roy M.; Pal P. (2019). Corporate greening in a large developing economy: pollution prevention strategies. *Environment, Development and Sustainability*, 21(4). 1603-1633.
- Bellevrat E. (2009). Introducing carbon constraint in the steel sector: ULCOS scenarios and economic modeling. *Revue de Metallurgie. Cahiers D'Informations Techniques*, 106(9). 318-324.
- Birat J.-P. (2004). Alternative ways of making steel: Retrospective and prospective. *Revue de Metallurgie. Cahiers D'Informations Techniques*, 101(11). 937-955.
- Boswell J. (2014). *Business policies in the making: Three steel companies compared*. Taylor and Francis.
- Cardoni A.; Kiseleva E.; Lombardi R. (2020). A sustainable governance model to prevent corporate corruption: Integrating anticorruption practices, corporate strategy and business processes. *Business Strategy and the Environment*, 29(3). 1173-1185.
- Carragher B. (2006). Big steel supports both sides of the political aisle. *Modern Metals*, 62(9). 8-0.
- Ceballos-Parra, P.J.; W. A. Sarache y D.M. Gómez, *Un Análisis Bibliométrico de las Tendencias en Logística Humanitaria*, doi: 10.4067/S0718-07642018000100091, *Información Tecnológica*, 29(1), 91-104 (2018).
- Clemens B. (2001). Changing environmental strategies over time: An empirical study of the steel industry in the United States. *Journal of Environmental Management*, 62(2). 221-231.
- Clemens B.W.; Papadakis M. (2008). Environmental management and strategy in the face of regulatory intensity: Radioactive contamination in the US steel industry. *Business Strategy and the Environment*, 17(8). 480-492.
- Chandler, A. D. (1962). *Strategy and structure: Chapters in the history of the industrial enterprise*. MIT Press.
- Chertov A.D. (2003). Application of artificial intelligence systems in metallurgy. *Metallurg*, 0(7). 32-37.
- Cravioto J.; Yamasue E.; Nguyen D.-Q.; Huy T.-D. (2021). Benefits of a regional co-processing scheme: The case of steel/iron and cement industries in Vietnam, Laos, and Cambodia. *Journal of Cleaner Production*, 312(0). 0-0.

- David, F. R. (2011). *Strategic management: Concepts and cases*. Pearson Education.
- Dekkers, O. M., Vandenbroucke, J. P., Cevallos, M., Renehan, A. G., Altman, D. G., & Egger, M. (2019). COSMOS-E: guidance on conducting systematic reviews and meta-analyses of observational studies of etiology. *PLoS medicine*, 16(2), e1002742.
- De Souza J.F.T.; Pacca S.A. (2023). A low carbon future for Brazilian steel and cement: A joint assessment under the circular economy perspective. *Resources, Conservation and Recycling Advances*, 17(0). 0-0.
- Dhar B.K.; Stasi A.; Döpping J.O.; Gazi M.A.I.; Shaturaev J.; Sarkar S.M. (2022). Mediating Role of Strategic Flexibility Between Leadership Styles on Strategic Execution: A Study on Bangladeshi Private Enterprises. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 23(3). 409-420.
- Eftekhari A.; Torabi A. (2022). Drawing a Developed Strategy Map in Balanced Scorecard Model in an Iron and Steel Company. *IEEE Engineering Management Review*, 50(3). 58-69.
- Eleftheriadis R.J.; Myklebusta O. (2015). Benchmark and best practice of IFaCOM industrial demonstrators. *Procedia CIRP*, 33(0). 311-314.
- Gast, I.; K. Schildkamp y J.T. van der Veen, *Team-Based Professional Development Interventions in Higher Education: A Systematic Review*, doi: /10.3102/0034654317704306, *Review of Educational Research*, 87(4), 736–767 (2017).
- Galimberti M.; Cimini C.; Cavalieri S. (2023). Servitization Opportunities for Improving Sustainability in the Steel Industry. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 745 LNNS (0). 384-397.
- Gohres H.-W. (1999). From traditional maintenance to modern maintenance management - developments and trends in maintenance; [Von der Instandhaltung zur Maintenance - Entwicklungen und Trends in der Instandhaltung]. *Stahl und Eisen*, 119(10). 45-49.
- Gu W.; Wang C.; Dai S.; Wei L.; Chiang I.R. (2021). Optimal strategies for reverse logistics network construction: A multi-criteria decision method for Chinese iron and steel industry. *Resources Policy*, 74(0).



- Gupta P.; Ghosh S.; Datta R.; Singh D.; Mukerjee D. (2010). Strategy for revival and growth of Indian steel industry. *Journal of the Institution of Engineers (India), Part MM: Metallurgy and Material Science Division*, 91(OCT). 15-35.
- Grant, R. M. (2016). *Contemporary strategy analysis: Text and cases*. Wiley.
- Grabowska S.; Furman J. (2015). The business model of steel company - Focus on the innovation. METAL 2015 - 24th International Conference on Metallurgy and Materials, Conference Proceedings, 0(0). 1933-1938.
- Hafeez K.; Griffiths M.; Griffiths J.; Naim M.M. (1996). Systems design of a two-echelon steel industry supply chain. *International Journal of Production Economics*, 45(45352). 121-130.
- Hassard J.; Morris J.; Sheehan J.; Yuxin X. (2010). China's state-owned enterprises: Economic reform and organizational restructuring. *Journal of Organizational Change Management*, 23(5). 500-516.
- Hasegawa K.; Takahashi K.; Miyata Y.; Takahashi T. (2006). Research and technical development in steel industry-its ecological and economical contribution. *SEAISI Quarterly (South East Asia Iron and Steel Institute)*, 35(4). 54-62.
- Hammond G.P. (2022). The UK industrial decarbonisation strategy revisited. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Energy*, 175(1). 30-44.
- Hebeda O.; Guimarães B.S.; Cretton-Souza G.; La Rovere E.L.; Pereira A.O. (2023). Pathways for deep decarbonization of the Brazilian iron and steel industry. *Journal of Cleaner Production*, 401(0). 0-0.
- Herrera, C. A. M., Valderrama, D. A. V., Lievano, J. A. B., Virgüez, J. E. B., & Ramirez, S. M. P. (2025). The role of corporate social responsibility in organizational reputation: A systematic review and bibliometric analysis. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(11), 173-189.
- Hesami Arani M.; Moslemzadeh M.; Fallahzadeh O.; khorvash H.; Dakhilpour M.; Mohammadzadeh M. (2021). Assessment of COVID-19 control strategies in a steel industry using a SWOT matrix. *Toxicology and Industrial Health*, 37(6). 353-364.
- Hickey K.D.; Bliss B.J. (2011). Siemens vai 5th media summiton metais and mining technologies. *Iron and Steel Technology*, 8(9). 125-130.



- Hickey K.D.; Bliss B.J. (2012). Siemens VAI metals technologies': 6th media summit in Mexico. *Iron and Steel Technology*, 9(9). 128-131.
- Hokoma R.A.; Khan M.K.; Hussain K. (2010). The present status of quality and manufacturing management techniques and philosophies within the Libyan iron and steel industry. *TQM Journal*, 22(2). 209-221.
- Iskanius P.; Muhos. M.; Page T. (2007). Agility in the Finnish metal industry. *Technical Paper - Society of Manufacturing Engineers*, TP07PUB191(0). 0-0.
- Janszen F.H.A.; Vloemans M.P.F. (1997). Innovation and the materials revolution. *Technovation*, 17(10). 549-556.
- Johannsdottir L.; McInerney C. (2018). Developing and using a Five C framework for implementing environmental sustainability strategies: A case study of Nordic insurers. *Journal of Cleaner Production*, 183(0). 1252-1264.
- Kao R.T. (1985). EQUILIBRIUM OF MARKETS, COSTS, AND INVESTMENTS IN CSC - LESSONS TO NEW MARKET DEVELOPMENT.. *SEAISI Quarterly (South East Asia Iron and Steel Institute)*, 14(2). 65-74.
- Karali N.; Xu T.; Sathaye J. (2016). Developing long-term strategies to reduce energy use and CO2 emissions—analysis of three mitigation scenarios for iron and steel production in China. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 21(5). 699-719.
- Kato S.; Maeda M.; Harada K.; Kaku T.; Mori M. (1997). Business strategy for Oracle applications an integrated application package. *Nippon Steel Technical Report*, 0(72). 103-110.
- Kao R.T. (1985). EQUILIBRIUM OF MARKETS, COSTS, AND INVESTMENTS IN CSC - LESSONS TO NEW MARKET DEVELOPMENT.. *SEAISI Quarterly (South East Asia Iron and Steel Institute)*, 14(2). 65-74.
- Kellermayr K.H. (1993). Integrated computer systems in the Donawitz steel mill. *Control Engineering Practice*, 1(5). 827-833.
- Kumar N.; Chadha A. (2009). India's outward foreign direct investments in steel industry in a Chinese comparative perspective. *Industrial and Corporate Change*, 18(2). 249-267.
- Kriwet Heinz (1989). Thyssen Stahl AG. MPT. Metallurgical plant and technology, 12(5). 25-0.



- Lachmann K.; Wang B.; Huang Y. (2013). Optimized energy management and planning tools for the iron and steel industry. AISTech - Iron and Steel Technology Conference Proceedings, 2(0). 2249-2257.
- Lin Y.; Ma L.; Li Z.; Ni W. (2023). Coordinating energy and material efficiency strategies for decarbonizing China's iron and steel sector. *Journal of Cleaner Production*, 425(0). 0-0.
- Liao Y.-T.; Wu T.-C.; Chou T.-C. (2016). Key success factor in the innovative transformation of state-owned roller enterprises in China. *Filomat*, 30(15). 4279-4286.
- Li D.; Di Q.; Zhang H.; Zhang D.; Han Z.; Duan Y. (2022). Research on the Impact of Output Adjustment Strategy and Carbon Tax Policy on the Stability of the Steel Market. *Energies*, 15(18). 0-0.
- Li S.; Wei J.; Duan G.; Wang X.; Shang Y.; Cai Y. (2023). A Study on Supplier Evaluation and Selection in Iron and Steel Industry Based on TOPSIS and Random Forest Algorithm. ITOEC 2023 - IEEE 7th Information Technology and Mechatronics Engineering Conference, 0(0).
- Lievano, J. A. B., Sanchez, J. A. S., López, S. Y. S., & Suarez, V. F. V. (2025). Leadership and the development of the organizational culture of companies. A systematic review. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(7), 2020-2041.
- Lopera, N. A. L., Angarita, R. S. J., Cañas, Y. A. F., & Lievano, J. A. B. (2025). The contribution of corporate social responsibility to the sustainability of small and medium-sized enterprises: A systematic review. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(6), 441-458.
- Lu H.; Huang G.; He L. (2010). A two-phase optimization model based on inexact air dispersion simulation for regional air quality control. *Water, Air, and Soil Pollution*, 211(45383). 121-134.
- Mardan N.; Klahr R. (2012). Combining optimisation and simulation in an energy systems analysis of a Swedish iron foundry. *Energy*, 44(1). 410-419.
- Modaresi R.; Pauliuk S.; Løvik A.N.; Müller D.B. (2014). Global carbon benefits of material substitution in passenger cars until 2050 and the impact on the steel and aluminum industries. *Environmental Science and Technology*, 48(18). 10776-10784.
- Montero A.P. (1998). State interests and the new industrial policy in Brazil: the privatization of steel, 1990-1994. *Journal of Interamerican Studies and World Affairs*, 40(3). 27-62.



- Mousa S. (2023). Business sustainability during crisis time in the emerging market: the case of Gunung Raja Paksi, Indonesia. *Emerald Emerging Markets Case Studies*, 13(4). 1-18.
- Nova G. (2008). Strong in the global market. *Stahl und Eisen*, 128(11). S66-S68.
- Olko S.; Brzóska J. (2017). Comparative analysis and assessment for business models of steel companies dynamics. *METAL 2017 - 26th International Conference on Metallurgy and Materials, Conference Proceedings, 2017-January (0)*. 2270-2276.
- PRISMA (2020). PRISMA translations policy. Disponible en: <http://www.prisma-statement.org/Translations/TranslationsPolicy.aspx>. Consultado 7/12/2023.
- PwC. (2020). *23rd Annual Global CEO Survey: Navigating the rising tide of uncertainty*. Recuperado de <https://www.pwc.com/si/sl/ceo-survey/2020ceosurvey/pwc-23rdannualglobalceosurveyreport.pdf>
- Pellett C.R. (2018). *Whaleback ships and the American steel barge company*. Wayne State University Press.
- Porter, M. E. (1985). *Ventaja Competitiva: Creación y Sostenimiento de un Rendimiento Superior*. Free Press.
- Potter A.; Yang B.; Lalwani C. (2007). A simulation study of despatch bay performance in the steel processing industry. *European Journal of Operational Research*, 179(2). 567-578.
- Prodi Romano (2000). Creating the enterprise Europe; [Schaffung des Unternehmens Europa]. *Stahl und Eisen*, 120(5). 23-26.
- Richter A. (2011). Power surge. *Cutting Tool Engineering*, 63(3). 36-45.
- Rosegger G. (1992). Cooperative strategies in iron and steel: Motives and results. *Omega*, 20(4). 417-430.
- Rosner F.; Papadias D.; Brooks K.; Yoro K.; Ahluwalia R.; Autrey T.; Breunig H. (2023). Green steel: design and cost analysis of hydrogen-based direct iron reduction. *Energy and Environmental Science*, 16(10). 4121-4134.

- Ruan T.; Gu Y.; Li X.; Qu R. (2022). Research on the Practical Path of Resource-Based Enterprises to Improve Environmental Efficiency in Digital Transformation. *Sustainability* (Switzerland), 14(21). 0-0.
- Sáez-García M.A. (2017). Business and State in the development of the steel industry in Spain and Italy (c.1880–1929). *Business History*, 59(2). 159-178.
- Samways N.L. (1996). Continuous casting and hot strip mill operations at U.S. Steel Gary works. *Iron and Steel Engineer*, 73(9). 129-149.
- Samajdar C. (2014). Triple bottom line strategy for sustainable steel industry. 2014 2nd International Conference on Business and Information Management, ICBIM 2014, 0(0). 101-103.
- Serhan Y.N.A.; Julian C.C.; Ahmed Z. (2015). Time-based competence and performance: An empirical analysis. *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 22(2). 288-301.
- Severin P.W.A. (2000). In quest of nickel -Challenges in 2000 and beyond. *CIM Bulletin*, 93(1041). 111-114.
- Senk D.; Abrasheva G.; Heinen A. (2009). Integrated interdisciplinary university: Technology, materials, society. *Revue de Metallurgie. Cahiers D'Informations Techniques*, 106(12). 572-578.
- Schumacher J. (2000). A framework for batch-operation analysis within the context of disturbance management. *Computers and Chemical Engineering*, 24(45475). 1175-1180.
- Shen J.; Zhang Q.; Xu L.; Tian S.; Wang P. (2021). Future CO₂ emission trends and radical decarbonization path of iron and steel industry in China. *Journal of Cleaner Production*, 326(0). 0-0.
- Sheikh F. (2021). Commercialization of Al Reyadah - World's 1st Carbon Capture CCUS Project from Iron & Steel Industry for Enhanced Oil Recovery CO₂-EOR. Society of Petroleum Engineers - Abu Dhabi International Petroleum Exhibition and Conference, ADIP 2021, 0(0). 0-0.
- Steiner B.A. (2004). The steel industry's response to climate change initiatives. *Proceedings of the Air and Waste Management Association's Annual Meeting and Exhibition*, 0(0). 3869-3878.
- Tarasenko Ya.V. (2014). Stoilensky mining and concentrating combine - Russia's advanced iron ore company. *Gornyi Zhurnal*, 0(8). 9-13.



- Theis E. (2002). Surviving troubled times. *Modern Metals*, 58(4). 42-44.
- Torres, V. Y. S., Rodelo, A. R., Julio, R. C. C., & Lievano, J. A. B. (2025). Impact of artificial intelligence on business models in industry 4.0. bibliometric analysis and systematic review of the literature. *Edelweiss Applied Science and Technology*, 9(7), 2175-2192.
- Trollip H.; McCall B.; Bataille C. (2022). How green primary iron production in South Africa could help global decarbonization. *Climate Policy*, 22(2). 236-247.
- Tsuda K. (1996). The strategy for human resources development in SMI. *International Journal of Technology Management*, 12(45448). 534-550.
- Velkar A. (2009). Transactions, standardisation and competition: Establishing uniform sizes in the British wire industry c.1880. *Business History*, 51(2). 222-247.
- Wagner S. (2010). Wind industry training beckons for Corus cast-offs. *Engineer*, FEBRUARY(0). 0-0.
- Wang P.; Jiang Z.-Y.; Zhang X.-X.; Geng X.-Y.; Hao S.-Y. (2014). Long-term scenario forecast of production routes, energy consumption and emissions for Chinese steel industry. *Beijing Keji Daxue Xuebao/Journal of University of Science and Technology Beijing*, 36(12).
- Weeks K.; Gao H.; Alidaee B.; Rana D.S. (2010). An empirical study of impacts of production mix, product route efficiencies on operations performance and profitability: A reverse logistics approach. *International Journal of Production Research*, 48(4). 1087-1104.
- Yang L.; He Z. (2017). Game and Strategy of China in the World's Negotiation of Iron Ore Price. *Proceedings - 2016 International Conference on Industrial Informatics - Computing Technology, Intelligent Technology, Industrial Information Integration, ICIICII 2016*, 0(0). 360-363.
- Zhang Q.; Xu J.; Wang Y.; Hasanbeigi A.; Zhang W.; Lu H.; Arens M. (2018). Comprehensive assessment of energy conservation and CO2 emissions mitigation in China's iron and steel industry based on dynamic material flows. *Applied Energy*, 209(0). 251-265.
- Zhang H.; Dong L.; Li H.; Fujita T.; Ohnishi S.; Tang Q. (2013). Analysis of low-carbon industrial symbiosis technology for carbon mitigation in a Chinese iron/steel industrial park: A case study with carbon flow analysis. *Energy Policy*, 61(0). 1400-1411.