

Artículo

Reporte de sostenibilidad ESG-SASB y rentabilidad en empresas chilenas de recursos naturales y energía: evidencia descriptiva y el modelo conceptual MSRE

ESG-SASB Sustainability Reporting and Profitability in Chilean Natural Resource and Energy Companies: Descriptive Evidence and the Conceptual MSRE Model

Patricio Gajardo Bagnara ¹, Erik Omar Escalona Aguilar ²

¹ Universidad de Artes, Ciencias y Comunicación (UNIACC), Facultad de Negocios y Tecnología, Santiago, Chile. patgajar@fen.uchile.cl,  <https://orcid.org/0009-0001-3478-1103>

² Universidad de Artes, Ciencias y Comunicación (UNIACC), Facultad de Negocios y Tecnología, Santiago, Chile. erik.escalona@uniacc.cl,  <https://orcid.org/0000-0002-7735-6027>

Resumen: La industria minera chilena, sustento de aproximadamente el 60 % de los ingresos por exportaciones del país y eje de la demanda global de cobre para la transición energética, enfrenta una transformación estructural sin precedentes. Los criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) han dejado de ser un marco de referencia complementario para convertirse en un determinante directo del acceso al capital, la licencia social para operar y la valoración de mercado de las compañías mineras. En este contexto, el presente estudio examina, desde un enfoque descriptivo, la evolución del reporte de sostenibilidad y de la rentabilidad de empresas chilenas reguladas por la Comisión para el Mercado Financiero (CMF) con exposición al sector de recursos naturales y energía, y propone el modelo MSRE (Sostenibilidad y Rentabilidad en Recursos Naturales y Energía) como una arquitectura conceptual —no validada empíricamente en este estudio— para analizar los canales a través de los cuales la inversión sostenible podría crear valor específicamente en la minería del cobre chilena. Dado que la gran minería del cobre en Chile opera mayoritariamente bajo estructuras societarias que no la obligan a reportar individualmente ante la CMF como emisor de valores —Codelco es una empresa estatal no listada; Escondida, Los Pelambres y otras operaciones de gran escala son filiales no listadas de matrices extranjeras—, el análisis empírico se construye sobre una muestra ampliada de doce empresas CMF del sector de recursos naturales y energía con exposición a la cadena de valor minero-energética chilena (Reyes Murillo, 2025), y no sobre un panel exclusivo de empresas de cobre. Esta decisión metodológica se explicita y discute como limitación central del estudio (secciones 3.4 y 8). Los datos descriptivos muestran un incremento sostenido en el número de empresas CMF que reportan indicadores SASB de sostenibilidad entre 2022 y 2023, coincidente temporalmente con un aumento de 4,68 puntos porcentuales en la rentabilidad promedio del conjunto de empresas analizadas. Esta coincidencia temporal es consistente con —aunque no demuestra— la posibilidad de que la sostenibilidad se asocie con un mejor desempeño financiero; el diseño descriptivo empleado no incluye pruebas de correlación, regresión ni significancia estadística, por lo que no permite establecer relaciones causales ni de asociación estadística entre ambas variables. A partir de esta evidencia descriptiva y del marco teórico ROSI (Eckerle et al., 2020), el estudio propone el modelo MSRE, que identifica cuatro canales teóricos mediante los cuales la inversión sostenible podría generar valor en empresas chilenas de recursos naturales y energía: reducción del costo de capital mediante financiamiento verde, mitigación de riesgos operativos, fortalecimiento de la licencia social para operar, y diferenciación de producto en mercados que exigen trazabilidad ESG —incluyendo, como caso estratégico destacado dado su peso exportador, el «cobre verde» de la minería chilena—. Solo el primer canal se acompaña de una estimación cuantitativa ilustrativa; los otros tres se presentan como proposiciones conceptuales fundamentadas en la literatura, pendientes de contraste empírico directo.

Citación: Reporte de sostenibilidad ESG-SASB y rentabilidad en empresas chilenas de recursos naturales y energía: evidencia descriptiva y el modelo conceptual MSRE. *Revista de Investigación Aplicada en Ciencias empresariales*, 2026, Volumen 15, Issue 1 6. <https://doi.org/10.22370/riace.2026.15.1.5830>

Recibido: 24 de mayo de 2026

Aceptado: 03 de agosto de 2026

Publicado: 07 de agosto de 2026

Copyright: © 2026 by the author. Presentado a Revista de Investigación Aplicada en Ciencias empresariales para publicación de acceso abierto bajo los términos y condiciones de Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Palabras claves: Inversión sostenible, ROSI, ESG, Minería del cobre, Recursos naturales y energía, Creación de valor, Finanzas verdes, SASB, Modelo conceptual, Chile

Abstract: Chile's mining industry, which underpins approximately 60 % of the country's export revenues and serves as a central axis of global copper demand for the energy transition, faces an unprecedented structural transformation. Environmental, social, and governance (ESG) criteria have shifted from a complementary reference framework to a direct determinant of capital access, social license to operate, and market valuation for mining companies. Against this backdrop, this study takes a descriptive approach to examine the evolution of sustainability reporting and profitability among Chilean companies regulated by the Financial Market Commission (CMF) with exposure to the natural resources and energy sector, and proposes the MSRE model (Sustainability and Profitability in Natural Resource and Energy Companies) as a conceptual framework—not empirically validated in this study—for analyzing the channels through which sustainable investment could create value specifically in Chilean copper mining. Because large-scale copper mining in Chile largely operates under corporate structures that do not require individual CMF securities reporting—Codelco is an unlisted state-owned company, while Escondida, Los Pelambres, and other large operations are unlisted subsidiaries of foreign parent companies—the empirical analysis draws on an expanded sample of twelve CMF-regulated natural-resource and energy companies (Reyes Murillo, 2025), rather than a copper-mining-only panel. This methodological decision is made explicit and discussed as a central limitation (Sections 3.4 and 8). Descriptive data show a sustained increase in the number of CMF companies reporting SASB sustainability indicators between 2022 and 2023, coinciding with a 4.68 percentage-point increase in average profitability. This temporal coincidence is consistent with—though it does not demonstrate—the possibility that sustainability is associated with better financial performance; the descriptive design employed does not include correlation, regression, or significance tests, and therefore cannot establish causal or statistical associations between the two variables. Building on this descriptive evidence and the ROSI framework (Eckerle et al., 2020), the study proposes the MSRE model, identifying four theoretical channels through which sustainable investment could generate value in copper mining. Only the first channel is accompanied by an illustrative quantitative estimate; the remaining three are presented as literature-grounded conceptual propositions pending direct empirical testing.

Keywords: Sustainable Investment, ROSI, ESG, Copper mining, Natural resources and energy, Value creation, Green finance, SASB, Conceptual model, Chile

1. Introducción

Chile produce aproximadamente el 27 % del cobre mundial y alberga el 24 % de las reservas globales de litio (COCHILCO, 2023; USGS, 2024). Ambos minerales son insumos indispensables para la transición energética global: el cobre para redes eléctricas, motores de vehículos eléctricos y turbinas eólicas; el litio para baterías de almacenamiento. Esta posición hace de Chile no solo un actor económico relevante, sino un nodo estratégico en la arquitectura de la descarbonización global. Y es precisamente esta condición la que amplifica el impacto de los estándares ESG sobre el sector: los mercados que compran el cobre chileno —especialmente la Unión Europea y Estados Unidos— exigen trazabilidad ambiental y social creciente en sus cadenas de suministro.

En Chile, el marco regulatorio de sostenibilidad empresarial ha experimentado una transformación significativa. La Norma de Carácter General 461 (NCG 461) de la Comisión para el Mercado Financiero (CMF), vigente desde 2021, estableció la obligación de reportar indicadores de sostenibilidad bajo estándares SASB para las sociedades abiertas. Su sucesora, la NCG 519 (octubre de 2024), incorporó las Normas NIIF S1 y S2 —estándares de divulgación de riesgos climáticos y de sostenibilidad del ISSB— elevando la exigencia hacia una alineación con las mejores prácticas internacionales. Para el sector minero, esta evolución normativa no es abstracta: implica la obligación de reportar indicadores específicos de gestión del agua, emisiones GEI, seguridad laboral y diversidad que hasta hace pocos años eran divulgaciones voluntarias.

La evidencia empírica disponible —extraída del análisis de Reyes Murillo (2025) sobre empresas reguladas por la CMF— muestra que entre 2021 y 2023, el número de empresas que reportan indicadores SASB de sostenibilidad creció de manera notable: las que reportan emisiones contaminantes (IF-EU-120a.1) pasaron de 46 a 122 (+165,2 %); las que reportan incidentes laborales (IF-EU-320a.1), de 25 a 102 (+308 %); y las que reportan consumo de agua (IF-EU-140a.1), de 24 a 61 (+154,2 %). En el mismo período, la rentabilidad promedio del conjunto de empresas analizadas aumentó de 29,50 % a 34,18 %. Esta coincidencia temporal entre ambas tendencias es el punto de partida descriptivo del estudio; como se detalla en la sección 3.1, el diseño metodológico empleado no permite, por sí solo, calificarla como una correlación estadística.

Sin embargo, la coincidencia temporal no es causalidad ni correlación estadística, y el análisis transversal de todas las industrias reguladas por la CMF no permite identificar los mecanismos específicos por los cuales la inversión sostenible podría crear valor en empresas de recursos naturales y energía. Esta es la brecha conceptual que el presente estudio busca abordar. La pregunta central de investigación es: ¿a través de qué mecanismos podría la inversión en sostenibilidad generar creación de valor en las empresas chilenas de recursos naturales y energía —con especial atención a la minería del cobre, dado su peso exportador—, y qué evidencia descriptiva disponible es consistente con esa posibilidad?

1.1. *Objetivo General y Objetivos Específicos*

- **Objetivo general:** Analizar, desde un enfoque descriptivo, la evolución del reporte de sostenibilidad ESG-SASB y de la rentabilidad de empresas chilenas reguladas por la CMF con exposición al sector de recursos naturales y energía, y proponer un modelo conceptual (MSRE) que identifique los canales teóricos mediante los cuales la inversión sostenible podría crear valor en dichas empresas, con especial atención a su aplicación potencial en la minería del cobre chilena.
- **Objetivos específicos:**
 1. Describir la evolución 2022-2023 del número de empresas CMF que reportan indicadores SASB de sostenibilidad, por código y categoría.
 2. Describir la evolución 2021-2023 de la rentabilidad promedio de las empresas de la muestra y de un subconjunto con exposición al sector de recursos naturales y energía.
 3. Identificar, a partir del marco teórico y de literatura previa, los mecanismos financieros mediante los cuales cada dimensión ESG podría asociarse con la creación de valor.
 4. Proponer y fundamentar teóricamente el modelo MSRE, incluyendo una estimación ilustrativa del canal de reducción del costo de capital.
 5. Discutir las limitaciones metodológicas del estudio y delinear una agenda de investigación empírica futura específica para la minería del cobre chilena.

La proposición teórica que orienta el modelo conceptual desarrollado en la sección 5 es que, en las empresas chilenas de recursos naturales y energía —con especial relevancia para la minería del cobre, dado su peso en las exportaciones del país—, la inversión sostenible podría crear valor a través de cuatro canales principales: (1) reducción del costo de capital mediante el acceso a financiamiento verde e institucional; (2) mitigación de riesgos operativos y regulatorios con impacto en la valoración ajustada por riesgo; (3) fortalecimiento de la licencia social para operar; y (4) diferenciación de producto en mercados que exigen trazabilidad ESG creciente, como el «cobre verde» y la energía renovable certificada. Dado el diseño descriptivo del estudio (sección 3.1), esta proposición no constituye una hipótesis estadística contrastada con los datos de la sección 4, sino el punto de partida conceptual del modelo MSRE. El artículo se organiza de la siguiente manera: la sección 2 presenta el marco teórico; la sección 3 describe la metodología; la sección 4 analiza los datos descriptivos disponibles; la sección 5 desarrolla el modelo MSRE; la sección 6 discute los resultados a la luz de la literatura; la sección 7 ofrece conclusiones y recomendaciones; y la sección 8 detalla las limitaciones del estudio.

2. Marco Teórico

2.1. *La Inversión Sostenible como Estrategia de Creación de Valor*

La inversión sostenible ha transitado conceptualmente desde el paradigma de la Responsabilidad Social Corporativa (RSC), formulado por Bowen (1953) como imperativo moral, hacia un enfoque de creación de valor compartido (Porter y Kramer, 2011) donde las prácticas responsables generan ventajas competitivas medibles. Lalumière (2023) documenta que en 2020 la inversión sostenible representaba un tercio de todos los activos gestionados globalmente —USD 35,3 billones—, reflejando la transición del capitalismo de accionistas hacia un capitalismo de partes interesadas que incorpora criterios ESG en la evaluación del desempeño empresarial.

En la industria extractiva, esta transición tiene consecuencias especialmente significativas. Las empresas mineras no son solo productoras de materias primas: son gestoras de activos ambientales (agua, suelo, biodiversidad), empleadoras masivas en territorios con alta sensibilidad social, y emisoras directas de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos. Estas condiciones hacen que los riesgos ESG no sean externalidades abstractas, sino factores materiales que afectan la continuidad operativa, el acceso al financiamiento y la valoración de mercado.

Eccles et al. (2014) demostraron que las empresas con políticas de sostenibilidad más desarrolladas tienden a presentar mejor desempeño financiero a largo plazo, especialmente en sectores con alta exposición a riesgos ambientales y sociales. En la minería, Onuselogu y Shahzad (2023) encontraron que los puntajes ambientales tienen influencia positiva y significativa en el ROE, mientras que Handayani y Rokhim (2023) mostraron que las inversiones sostenibles presentan menor volatilidad que las convencionales —un atributo especialmente valioso en sectores cíclicos como la minería. Como se discute críticamente en la sección 6, esta última afirmación no es uniformemente consistente con los patrones observados en la muestra del presente estudio.

2.2. *El Marco ROSI: Cuantificación del Valor Económico de la Sostenibilidad*

El Return on Sustainability Investment (ROSI) es una metodología desarrollada por Eckerle et al. (2020) para cuantificar el valor económico de las acciones sostenibles, superando la limitación de análisis que solo capturan los beneficios directamente observables en el estado de resultados —como ahorros en costos operativos— e ignorando beneficios indirectos como el compromiso de los empleados, la reducción del costo de capital o la mejora de la reputación corporativa. Conceptos afines de cuantificación del retorno de la sostenibilidad han sido propuestos también en la ingeniería de procesos (El-Halwagi, 2017), reforzando la idea de que el valor de la sostenibilidad excede los ahorros de costos directamente observables.

El modelo ROSI identifica siete categorías de beneficios financieros generados por la sostenibilidad: (1) ahorro en costos operativos; (2) reducción del costo de capital; (3) mejora de ingresos por diferenciación de producto; (4) reducción de riesgos y su impacto en valoración; (5) mejora de la productividad laboral; (6) fortalecimiento de relaciones con grupos de interés; y (7) acceso a nuevos mercados y clientes. En la industria extractiva, Van Holt et al. (2021) aplicaron el ROSI a cadenas de suministro mineras e identificaron beneficios concretos: contratos de largo plazo más estables, reducción de riesgos corporativos y creación de nuevas oportunidades de ingresos derivadas de la certificación de prácticas sostenibles.

Para la minería del cobre chileno, el ROSI tiene una aplicación conceptual en cada uno de sus indicadores SASB del sector Metales y Minería (EM-MM). La gestión eficiente del agua no solo reduce costos de extracción y tratamiento, sino que mitiga el riesgo de conflictos con comunidades en zonas de estrés hídrico —especialmente en el norte de Chile, donde el desierto de Atacama enfrenta una de las mayores crisis hídricas del planeta. La reducción de emisiones GEI habilita el acceso al financiamiento verde europeo bajo la taxonomía sostenible de la UE. Y la mejora en seguridad laboral reduce la prima de seguro laboral (TRIR), los costos de indemnización y la pérdida de productividad,

con efectos directos en el EBITDA. Es importante precisar que, en el presente estudio, el marco ROSI se aplica de manera ilustrativa únicamente al canal de reducción del costo de capital (sección 5.1); los canales 2, 3 y 4 no incorporan el cálculo formal de beneficios incrementales, tasa de descuento y retorno que exige una aplicación completa del framework ROSI, limitación que se reconoce explícitamente en la sección 8.

2.2.1. Síntesis teórica: de la dimensión ESG al canal de creación de valor

La Tabla 1 sistematiza la relación entre cada dimensión ESG considerada en el estudio, el mecanismo financiero mediante el cual operaría, la variable de resultado asociada, el canal del modelo MSRE al que corresponde, y la literatura que sustenta teóricamente dicha relación. Esta sistematización responde a la necesidad de anclar cada canal del modelo MSRE —desarrollado en la sección 5— en fundamentos teóricos explícitos, y de establecer con claridad qué relación se plantea entre las variables del estudio (sección 3.3) y el propósito de la investigación.

Tabla I: Relación entre dimensión ESG, mecanismo financiero, variable de resultado, canal MSRE y sustento teórico.

Dimensión ESG	Mecanismo financiero	Variable de resultado	Canal MSRE	Sustento teórico
Ambiental: des-carbonización y trayectoria climática	Acceso a financiamiento verde (<i>greenium</i>)	Menor costo promedio ponderado de capital (WACC)	Canal 1	Eckerle et al. (2020); Climate Bonds Initiative (2023).
Ambiental: gestión hídrica y de emisiones	Reducción del riesgo operacional y regulatorio	Menor volatilidad de la rentabilidad; menor prima de riesgo percibida	Canal 2	Gleißner et al. (2022); Handayani y Rokhim (2023).
Social: relacionamiento comunitario	Reducción de conflictos y paralizaciones operativas	Estabilidad operativa; menor costo de oportunidad por paralización	Canal 3	Thomson y Boutilier (2011).
Social/Gobernanza: trazabilidad y certificación	Diferenciación de producto en mercados exigentes	Premium de precio; acceso a mercados restringidos a proveedores certificados	Canal 4	Porter y Kramer (2011); Van Holt et al. (2021).
Gobernanza: transparencia y calidad del reporte	Señal de calidad al mercado de capitales	Mejor percepción del riesgo por inversionistas institucionales	Transversal	Eccles et al. (2014); Onusekolu y Shahzad (2023).

Nota: Elaboración propia

2.3. ESG y Costo de Capital en la Minería

La relación entre calidad ESG y costo de capital está documentada empíricamente. Gleißner et al. (2022) evidenciaron que las empresas con altos índices de sostenibilidad financiera tienen un rendimiento superior en los mercados, ajustado por riesgo. Para las empresas mineras, este efecto opera a través de dos canales principales. El primero es el acceso al mercado de bonos verdes. Chile ha emitido más de USD 33.000 millones en instrumentos ESG soberanos a 2023 (Ministerio de Hacienda de Chile, 2023), y el mercado europeo de bonos verdes supera los EUR 500.000 millones en emisiones acumuladas. Las

empresas mineras que cumplen los criterios de la taxonomía sostenible de la UE —o que desarrollan una taxonomía nacional equivalente— pueden acceder a este capital a tasas significativamente menores que las del mercado convencional. El segundo canal es la diferenciación en el costo de capital por la reducción del riesgo regulatorio: las empresas con mejor desempeño ambiental presentan menor probabilidad de sanciones, clausuras temporales o renegociaciones contractuales, lo que reduce su prima de riesgo percibida por los inversores institucionales.

2.4. La Dimensión Estratégica: Cobre Verde en la Cadena de Valor de la Transición Energética

La transición energética global requiere cantidades masivas de cobre. La Agencia Internacional de Energía (Agencia Internacional de Energía (AIE), 2023) estima que para alcanzar la neutralidad carbónica en 2050, la demanda de cobre deberá duplicarse respecto a los niveles actuales, impulsada principalmente por la electrificación del transporte, las energías renovables y las redes eléctricas inteligentes. Chile, con el 27 % de la producción mundial, es el proveedor indispensable de este insumo.

Sin embargo, los compradores de cobre en los mercados de la transición energética —fabricantes de vehículos eléctricos, productores de energía solar y eólica, proveedores de infraestructura de redes— enfrentan creciente presión de sus propios inversores y reguladores para garantizar que sus cadenas de suministro sean ambientalmente responsables. La Directiva Europea de Diligencia Debida en Sostenibilidad Corporativa (Comisión Europea, 2024; Comisión Europea, 2024; Directiva UE 2024/1760, «CSDDD») y el Reglamento de Baterías de la UE (Comisión Europea, 2023b) imponen trazabilidad ESG obligatoria en las cadenas de suministro de minerales críticos. Esto significa que el cobre extraído bajo altos estándares ESG —bajo en carbono, con gestión responsable del agua, con seguridad laboral certificada y con consulta a comunidades indígenas— tendría acceso preferencial a los mercados más exigentes y a mejores condiciones de precio.

Esta dinámica configura lo que Gallagher y Porzecanski (2010) llamarían la oportunidad de romper la trampa de la dependencia de recursos: Chile puede usar su posición como proveedor crítico de la transición energética no solo para exportar el mineral, sino para construir una ventaja competitiva basada en la calidad ESG de su producción. El concepto de MSRE —Inversión Sostenible y Creación de Valor en Minería— propuesto en este estudio busca capturar precisamente esta oportunidad, como propuesta conceptual a validar empíricamente en investigación futura.

2.5. Marco Normativo: CME, SASB y la Evolución del Reporte de Sostenibilidad en Chile

El marco regulatorio chileno de sostenibilidad empresarial descansa sobre tres instrumentos principales. La NCG 461 (CMF, 2021) estableció la obligación de reportar indicadores de sostenibilidad bajo estándares SASB en las memorias anuales de las sociedades reguladas, con un cronograma escalonado que comenzó con las empresas de mayor tamaño en 2022. La NCG 519 (Comisión para el Mercado Financiero (CMF), 2024) derogó la NCG 461 e incorporó las Normas NIIF S1 y S2 del ISSB (International Sustainability Standards Board), con fecha límite para reportar bajo los nuevos estándares en el ejercicio 2026. Este cronograma posiciona al mercado chileno a la vanguardia en la adopción de estándares internacionales de sostenibilidad en América Latina.

Es necesario precisar que los códigos SASB IF-EU citados en la evidencia empírica de la sección 4 corresponden al estándar sectorial Infraestructura — Electric Utilities Power Generators, aplicable a las empresas de generación y distribución eléctrica presentes en la muestra ampliada (Enel Chile, Enel Generación, Enel Distribución, Colbún, AES Andes, Engie Energía, Pehuenche, Magallanes). No corresponden al estándar específico de minería y metales (EM-MM), que es el aplicable a la industria del cobre y el que se utiliza como referencia normativa para el modelo MSRE propuesto en la sección 5. Esta distinción es relevante: la evidencia descriptiva de reporte SASB de la sección 4 documenta la dinámica del sector energético regulado por la CMF, mientras que el modelo MSRE se formula

específicamente en torno a los indicadores EM-MM que aplicarían a una empresa minera de cobre. Para la minería, los indicadores SASB EM-MM más relevantes incluyen: emisiones de GEI de alcance 1 y 2, consumo de energía y porcentaje de fuentes renovables, consumo de agua y porcentaje en zonas de estrés hídrico, generación y gestión de relaves, tasa de incidentes laborales fatales y no fatales, y porcentaje de operaciones con acuerdos formales con comunidades locales. Estos indicadores no son solo métricas de cumplimiento: son los parámetros que los inversores institucionales europeos y las agencias de calificación ESG utilizan para valorar el riesgo sostenible de las empresas mineras.

3. Metodología

3.1. Enfoque y Diseño

La investigación adopta un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental de tipo descriptivo (Hernández et al., 2014). No se manipulan variables; se observan en su estado natural a partir de datos públicos disponibles en la CMF y los reportes corporativos de las empresas mineras. El análisis es transversal con extensión temporal (2021-2023), lo que permite caracterizar la evolución de los indicadores durante el período de adopción del marco SASB en Chile. **El estudio caracteriza la evolución temporal de dos fenómenos —el reporte de sostenibilidad SASB y la rentabilidad promedio— sin estimar coeficientes de correlación, modelos de regresión, pruebas de significancia estadística ni intervalos de confianza. En consecuencia, sus resultados no permiten establecer ni cuantificar una asociación estadística entre sostenibilidad y rentabilidad, sino únicamente documentar una coincidencia temporal entre ambas tendencias. Esta precisión responde a una limitación explícita del diseño metodológico empleado, no a un hallazgo del estudio, y se mantiene consistente en la interpretación de los resultados a lo largo del artículo (secciones 4, 6 y 7).**

3.2. Fuentes de Datos

Las fuentes de información son secundarias e institucionales: (1) reportes de sostenibilidad y memorias anuales de empresas reguladas por la CMF, período 2021-2023; (2) indicadores SASB sistematizados por la CMF bajo la NCG 461; (3) estados financieros auditados de las empresas de la muestra; (4) datos de COCHILCO sobre producción, inversión y sostenibilidad del sector minero; (5) informes de la AIE, OCDE y Climate Bonds Initiative sobre mercados de capital verde y demanda de minerales críticos; y (6) la base de datos empírica de Reyes Murillo (2025) sobre rentabilidades 2021-2023 de empresas CMF.

3.3. Variables del Estudio

Es importante precisar que el número de códigos SASB reportados es una medida de **transparencia y divulgación ESG**, no una medida directa del monto o la calidad de la inversión en sostenibilidad ni del desempeño ambiental, social o de gobernanza efectivamente alcanzado por la empresa. Esta distinción, señalada por la literatura sobre materialidad de la divulgación (Khan et al., 2016), se mantiene explícita a lo largo del análisis. La Tabla 2 detalla la operacionalización de cada variable, incluyendo su fórmula o criterio de cálculo, unidad de medida y fuente, y precisa qué variables declaradas en el diseño original del estudio no pudieron finalmente calcularse con las fuentes secundarias disponibles.

Tabla II: Ponderación de riesgos asociados al uso de Tecnologías 4.0.

Variable	Tipo	Operacionalización	Fórmula / criterio de cálculo	Unidad	Fuente
Nivel de reporte de sostenibilidad SASB	Independiente (proxy de transparencia ESG, no de inversión ESG directa)	N° de empresas de la muestra CMF que reportan cada código SASB, por año	Conteo anual por código; variación relativa = $(n_{2023} - n_{2022}) / n_{2022} \times 100$	N° empresas; %	CMF (NCG 461/519); Reyes Murillo (2025)
Rentabilidad (ROE)	Dependiente	Rentabilidad promedio anual de la muestra y del subconjunto de recursos naturales y energía	Utilidad neta / Patrimonio promedio	%	Estados financieros auditados; Reyes Murillo (2025)
Rendimiento ajustado por riesgo; costo de capital implícito; valoración de mercado	Dependiente (declaradas, no calculadas)	Definidas conceptualmente en el diseño del estudio	No se dispuso de series suficientes en las fuentes secundarias para su cálculo	—	No aplicado — limitación (sección 8)
Tamaño, ciclo del cobre, régimen de propiedad, ubicación	Control (declaradas, uso cualitativo)	Utilizadas para interpretar cualitativamente los patrones de la sección 4.3	No incorporadas como controles estadísticos formales en un modelo multivariado	—	No aplicado — limitación (sección 8)

Fuente: elaboración propia.

Las variables de control declaradas (tamaño de la empresa, ciclo del precio del cobre, régimen de propiedad, ubicación geográfica) no se incorporan como controles estadísticos formales en un modelo multivariado, dado el diseño descriptivo del estudio; se utilizan únicamente de manera cualitativa en la interpretación de los patrones observados en la sección 4.3 —por ejemplo, al distinguir empresas con alta dependencia de precios de commodities de aquellas con estrategias de descarbonización activa. La ausencia de un modelo formal de control estadístico se reconoce explícitamente como limitación (sección 8).

3.4. Muestra

Es necesario justificar explícitamente por qué la muestra empírica no se restringe a empresas mineras de cobre puras, dado que el título y la pregunta de investigación se refieren específicamente a la minería del cobre chilena. **En Chile, la gran minería del cobre está dominada por Codelco —empresa estatal que no está sujeta a las obligaciones de reporte de la CMF como emisor de valores— y por operaciones privadas (Escondida, Los Pelambres, Collahuasi, Candelaria, entre otras) que son filiales de matrices extranjeras (BHP, Anglo American, Antofagasta plc, Glencore, entre otras) y que, en su mayoría, tampoco emiten valores de oferta pública en Chile de forma individual.** En consecuencia, no existe un panel de empresas mineras de cobre chilenas listadas en la CMF con series de reporte SASB comparables para el período 2021-2023, lo cual explica por qué la evidencia descriptiva empírica de este estudio se construye a partir de la muestra ampliada de doce empresas CMF del sector de recursos naturales y energía identificada por Reyes Murillo (2025), que incluye tanto empresas de minería no metálica (Potasios de Chile S.A., Nitratos de Chile S.A., Soquimich Comercial S.A., Minera Valparaíso S.A.) como empresas

de generación y distribución eléctrica con exposición directa a la cadena de valor minero-energética (Colbún S.A., Enel Chile S.A., Enel Generación Chile S.A., Enel Distribución Chile S.A., Empresa Eléctrica Pehuenche S.A., AES Andes S.A., Engie Energía Chile S.A. y Empresa Eléctrica de Magallanes S.A.).

El estudio reconoce esto como una limitación central de alcance (sección 8): los resultados descriptivos de la sección 4 documentan la dinámica del universo de recursos naturales y energía regulado por la CMF, no específicamente la de la minería del cobre, mientras que el modelo MSRE propuesto en la sección 5 se formula conceptualmente para esta última a partir de literatura sectorial específica —no de los datos empíricos de la sección 4—. Esta distinción entre el alcance de la evidencia descriptiva (sección 4) y el alcance del modelo conceptual (sección 5) se mantiene explícita a lo largo de todo el artículo.

4. Evidencia descriptiva: sostenibilidad y rentabilidad en el sector chileno

4.1. Evolución del Reporte de Sostenibilidad 2022-2023

El análisis descriptivo de los datos CMF revela un incremento notable en la adopción de indicadores SASB entre 2022 y 2023, que excede lo que podría explicarse solo por la expansión del universo regulatorio. La Tabla 3 sistematiza la evolución de los principales códigos SASB para el período analizado:

Tabla III: Evolución de códigos SASB reportados por empresas CMF, 2022-2023.

Código SASB	Parámetro	2022 (n)	2023 (n)	Variación relativa (%)
IF-EU-120a.1	Emisiones contaminantes atmosféricas	46	122	+165,2 %
IF-EU-320a.1	Incidentes / accidentes laborales	25	102	+308,0 %
FN-AC-330a.1	Representación de género	24	65	+170,8 %
IF-EU-140a.1	Consumo de agua	24	61	+154,2 %
IF-EU-110a.1	Emisiones GEI reguladas	23	60	+160,9 %
CG-MR-330a.1	Representación de género (directorio)	10	44	+340,0 %

Fuente: elaboración propia a partir de Reyes Murillo (2025) e informe CMF 2025

El indicador con mayor tasa de crecimiento es la representación de género en directorios (CG-MR-330a.1, +340 %), lo que es consistente con el avance de la nueva normativa legal sobre representación de género en directorios de sociedades fiscalizadas por la CMF, aprobada por el Congreso Nacional en 2025. En el ámbito de seguridad, el crecimiento del 308 % en reportes de incidentes laborales sugiere no solo mayor cobertura regulatoria, sino una incorporación creciente de la seguridad como indicador de gestión estratégica. Particularmente relevante para la minería es el crecimiento del 154,2 % en reportes de consumo de agua, dado que las operaciones de cobre en el norte de Chile se desarrollan mayoritariamente en cuencas con estrés hídrico alto o extremo; cabe reiterar, sin embargo, que este código (IF-EU-140a.1) corresponde al estándar de utilities eléctricas y no al estándar EM-MM específico de minería (sección 2.5).

4.2. Rentabilidad y Reporte de Sostenibilidad: Coincidencia Temporal 2021-2023

El análisis de rentabilidad promedio de las empresas de la muestra muestra una tendencia consistentemente positiva en el período de implementación del marco SASB:

Tabla IV: Rentabilidad promedio de la muestra, 2021-2023.

Indicador	2021	2022	2023
Rentabilidad promedio (todas las empresas)	29,50 %	32,79 %	34,18 %
Incremento respecto al año anterior	—	+3,29 pp	+1,39 pp
Nº empresas reportando SASB (cualitativo)	Sin reporte	Cohorte inicial	Expansión masiva

Incremento total de rentabilidad promedio 2021-2023: +4,68 puntos porcentuales. Fuente: elaboración propia a partir de Reyes Murillo (2025).

Esta **coincidencia temporal** —ningún reporte en 2021, cohorte inicial en 2022, expansión masiva en 2023, con incremento de rentabilidad en cada paso— **no constituye evidencia de correlación estadística ni de causalidad**, dado que el estudio no calcula coeficientes de correlación, modelos de regresión ni pruebas de significancia (sección 3.1). Es, no obstante, **consistente con** la posibilidad de que la integración de criterios ESG esté asociada a mejoras en el desempeño financiero, posibilidad que motiva la agenda de investigación empírica futura delineada en la sección 7.3. El incremento total de 4,68 puntos porcentuales en rentabilidad promedio entre 2021 y 2023 coincide con el período de implementación más intensa de los marcos de reporte de sostenibilidad, patrón descriptivo que fue presentado ante el congreso EcOS2025 con esta misma calificación de evidencia preliminar, no confirmatoria.

4.2.1. Desempeño de Empresas de Recursos Naturales y Energía

El análisis específico de las empresas con mayor exposición a recursos naturales y energía —el subconjunto más cercano, dentro de la muestra disponible, a la cadena de valor de la minería del cobre— muestra una heterogeneidad significativa que permite identificar factores diferenciadores, aunque, como se indicó en la sección 3.3, estos factores se interpretan cualitativamente y no mediante un modelo estadístico de control:

Tabla V: Rentabilidad de empresas de recursos naturales y energía, 2021-2023.

Empresa	Rent. 2021	Rent. 2022	Rent. 2023	Tendencia
Potasios de Chile S.A.	19,36 %	122,78 %	27,12 %	Alta volatilidad
Nitratos de Chile S.A.	38,08 %	68,23 %	65,68 %	Estable alto
Soquimich Comercial S.A.	9,49 %	8,81 %	7,12 %	Estable bajo
Minera Valparaíso S.A.	52,39 %	32,21 %	29,31 %	Descendente
Colbún S.A.	37,52 %	15,73 %	20,16 %	Recuperación
Enel Chile S.A.	3,56 %	29,89 %	15,95 %	Volatilidad media
AES Andes S.A.	-38,53 %	12,11 %	-4,97 %	Alta volatilidad
Engie Energía Chile S.A.	3,20 %	-20,25 %	-18,79 %	Deterioro

Fuente: elaboración propia a partir de Reyes Murillo (2025).

El análisis descriptivo de este subconjunto revela tres patrones, presentados aquí con el mismo cuidado interpretativo: no se trata de resultados de un análisis correlacional, sino de observaciones cualitativas sobre las series de la Tabla 5, tal como advierte el diseño metodológico de la sección 3.1. Primero, las empresas con alta dependencia de precios de

commodities —como Potasios de Chile— muestran alta volatilidad que supera cualquier eventual efecto estabilizador de la sostenibilidad en el corto plazo, aunque su nivel base de rentabilidad es alto; **este patrón se retoma críticamente en la sección 6, donde se contrasta con el hallazgo de menor volatilidad de las inversiones sostenibles reportado por Handayani y Rokhim (2023)** Segundo, las empresas energéticas con estrategias de descarbonización activa —como Enel Chile y Colbún— presentan mejoras asociadas a sus portafolios de renovables, aunque con volatilidad derivada del ciclo hidrológico. Tercero, Engie Energía Chile —con alta dependencia de combustibles fósiles— muestra deterioro consistente con la posibilidad de que la exposición a riesgos de transición energética sin estrategia de descarbonización penalice el desempeño financiero, posibilidad que, nuevamente, este diseño descriptivo no permite confirmar estadísticamente.

5. El modelo msre: cuatro canales conceptuales de creación de valor en minería del cobre

A partir del marco teórico desarrollado (sección 2) y como respuesta conceptual a la evidencia descriptiva presentada (sección 4), proponemos el modelo MSRE (Sostenibilidad y Rentabilidad en Recursos Naturales y Energía) como una arquitectura analítica que identifica cuatro canales diferenciados a través de los cuales la inversión en sostenibilidad podría generar valor en empresas chilenas de recursos naturales y energía, con particular relevancia estratégica para la minería del cobre dentro de ese universo, dado su peso en las exportaciones del país (sección 1). Se subraya que el modelo MSRE constituye, en esta etapa, una contribución conceptual respaldada por literatura sectorial y no una relación validada con los datos empíricos de este estudio: los canales 2, 3 y 4 no fueron operacionalizados ni contrastados con evidencia primaria, y el canal 1 se acompaña únicamente de una estimación ilustrativa basada en parámetros de mercado publicados, no de datos propios de las empresas de la muestra.

5.1. Canal 1: Reducción del Costo de Capital vía Financiamiento Verde

Las empresas mineras con desempeño ESG sólido podrían acceder al mercado de bonos verdes y al capital institucional europeo a tasas significativamente menores que las del mercado convencional. La taxonomía verde de la UE (Comisión Europea, 2020 Reglamento 2020/852) establece criterios técnicos para actividades que contribuyen a objetivos ambientales sin causar daño significativo (principio DNSH). La minería de cobre podría calificar bajo el objetivo de transición hacia una economía climáticamente neutra si demuestra trayectorias de descarbonización, gestión responsable del agua y estándares de gobernanza compatibles con los exigidos por el Estándar de Bonos Verdes de la UE (Comisión Europea, 2023a).

El diferencial de tasa entre un bono verde y un bono convencional —el llamado «greenium»— ha oscilado entre 5 y 20 puntos básicos en el mercado europeo (Climate Bonds Initiative, 2023). Para una empresa minera con deuda hipotética de, por ejemplo, USD 3.000 millones, un greenium de 10 puntos básicos representaría un ahorro de USD 3 millones anuales en servicio de deuda. A lo largo de un ciclo minero de 20 años, el valor presente de este ahorro —descontado a una tasa del 8 %— superaría los USD 29 millones. **Se trata de una estimación ilustrativa basada en parámetros de mercado publicados (greenium promedio europeo) aplicados a una empresa hipotética, no de un cálculo realizado sobre datos financieros reales de una empresa minera chilena específica; su función es dimensionar el orden de magnitud potencial del canal, no cuantificarlo empíricamente.**

5.2. Canal 2: Mitigación de Riesgos con Impacto en Valoración (Propuesta Conceptual)

Este canal se formula a partir de literatura documental y no incorpora, en la presente versión del estudio, un cálculo de beneficios incrementales, tasa de descuento o retorno conforme al framework ROSI completo (sección 2.2). La minería del cobre en Chile enfrenta tres categorías principales de riesgo ESG con impacto financiero potencial. El riesgo hídrico en el norte árido es el más inmediato: las operaciones mineras en las cuencas

del desierto de Atacama y el altiplano compiten con comunidades indígenas y ecosistemas únicos por un recurso cada vez más escaso. Los conflictos hídricos han generado, documentalmente, paralizaciones de operaciones, multas, exigencias de inversión en tecnologías de desalinización y, en los casos más graves, revocaciones de permisos ambientales.

El riesgo de emisiones está creciendo en importancia con la implementación del Sistema de Compensación de Emisiones (SCE) en Chile y la posible aplicación del Mecanismo de Ajuste de Carbono en Frontera de la UE (CBAM) a minerales críticos. Las empresas mineras con estrategias de descarbonización activa —electrificación de flota, contratos de energía renovable (PPA), hidrógeno verde— podrían estar mitigando este riesgo antes de que se materialice en costos directos, lo que constituiría un activo de reducción de riesgo que los modelos convencionales de valoración no capturan explícitamente.

El riesgo de licencia social opera principalmente a través de los conflictos con comunidades, especialmente con pueblos originarios que tienen derechos de consulta garantizados por el Convenio 169 de la OIT. Las empresas que invierten en procesos formales de consulta, acuerdos de impacto-beneficio y desarrollo comunitario podrían reducir la probabilidad de conflictos que generan costos operativos significativos en paralizaciones, demoras en permisos y renegociaciones contractuales.

5.3. Canal 3: Fortalecimiento de la Licencia Social y Estabilidad Operativa (Propuesta Conceptual)

La licencia social para operar —el conjunto de percepciones de legitimidad, credibilidad y confianza que las comunidades locales tienen sobre una operación minera— es un activo intangible que los métodos convencionales de valoración suelen ignorar. Thomson y Boutilier (2011) proponen una escala de licencia social que va desde la retirada de apoyo (paralizaciones, bloqueos) hasta la aprobación y co-propiedad, con impactos potenciales sobre la continuidad operativa y el costo de producción.

En Chile, los proyectos mineros que han enfrentado conflictos de licencia social documentan costos directos de entre USD 10.000 y USD 50.000 por día de paralización, según fuentes documentales del sector, más los costos indirectos de demoras en permisos ambientales y renegociación de contratos. **Este canal se presenta como proposición teórica: el presente estudio no realiza un análisis de eventos ni cuantifica económicamente el efecto de conflictos comunitarios sobre el valor de empresas mineras chilenas específicas; esa cuantificación se identifica explícitamente como agenda de investigación futura (sección 7.3).**

5.4. Canal 4: Diferenciación de Producto por Trazabilidad ESG — El «Cobre Verde» y la Energía Renovable Certificada (Propuesta Conceptual)

La demanda creciente de trazabilidad ESG en las cadenas de suministro de la transición energética está creando mercados emergentes de productos diferenciados por atributos de sostenibilidad, tanto en minerales críticos como en energía. En el caso del cobre, esto se traduce en un mercado incipiente de «cobre verde»: cobre extraído con bajas emisiones de carbono, gestión responsable del agua, seguridad laboral certificada y gobernanza transparente. En el caso de las empresas generadoras y distribuidoras de electricidad presentes en la muestra de este estudio (Enel Chile, Colbún, AES Andes, Engie Energía, entre otras), el mecanismo equivalente es la certificación de energía renovable y los contratos de suministro eléctrico (PPA) con atributos ambientales verificados, cada vez más exigidos por clientes industriales y financiadores internacionales. En ambos casos, el mercado no operaría principalmente a través del precio del commodity indiferenciado —el cobre del London Metal Exchange o la electricidad del mercado spot— sino a través de contratos de largo plazo con compradores que valoran la trazabilidad ESG como condición de suministro.

Los fabricantes de vehículos eléctricos como BMW, Volkswagen y Tesla han anunciado políticas de cadena de suministro responsable que incluyen auditorías de proveedores de minerales críticos. El Reglamento de Baterías de la UE (Comisión Europea, 2023b) establece obligaciones específicas de huella de carbono y diligencia debida social para el

cobre utilizado en baterías comercializadas en Europa. El modelo MSRE propone —como agenda de investigación, no como hallazgo de este estudio— que las empresas de recursos naturales y energía chilenas, y en particular las mineras del cobre, podrían cuantificar el valor potencial de este diferencial mediante tres métricas: (a) el premium de precio implícito en contratos de suministro de largo plazo con compradores ESG-exigentes; (b) el valor de la opcionalidad de acceso a mercados restringidos a proveedores certificados; y (c) el valor de la reputación corporativa como activo que reduce el costo de negociación en contratos futuros. Ninguna de estas tres métricas fue calculada con datos primarios en el presente estudio.

6. Discusión

La evidencia descriptiva presentada en la sección 4 y el modelo conceptual MSRE propuesto en la sección 5 permiten articular una respuesta preliminar y no confirmatoria a la pregunta de investigación: la evidencia disponible es consistente con la posibilidad de que la inversión en sostenibilidad se asocie a la creación de valor en la minería del cobre chilena principalmente a través de la reducción de riesgo y el acceso a capital, más que a través del impacto directo en ingresos operativos. Esta lectura, sin embargo, debe confrontarse explícitamente con la literatura previa, tarea que se desarrolla a continuación.

Los hallazgos de Eccles et al. (2014) y de Onuselogu y Shahzad (2023) —quienes documentan una relación positiva entre sostenibilidad y desempeño financiero mediante puntajes ESG cuantitativos y modelos de panel— son **cualitativamente consistentes** con la coincidencia temporal observada en la Tabla 4. No obstante, existe una diferencia metodológica importante que limita la comparabilidad: mientras esos estudios emplean puntajes ESG continuos por empresa para estimar el efecto sobre el ROE mediante regresión, el presente estudio dispone únicamente del número agregado de códigos SASB reportados a nivel de mercado, sin un puntaje ESG individual por empresa. Esta diferencia impide comparar la magnitud del efecto reportado por dichos autores con los datos de este estudio, y es la razón metodológica central por la que este artículo se limita a un diseño descriptivo (sección 3.1).

El caso de Handayani y Rokhim (2023) merece un contraste crítico específico. Estos autores encuentran que las inversiones sostenibles presentan **menor volatilidad** que las convencionales. Sin embargo, la Tabla 5 muestra que Potasios de Chile S.A. —empresa que forma parte de la cohorte de reporte SASB creciente documentada en la Tabla 3— exhibe la mayor volatilidad de rentabilidad de toda la muestra (19,36 % en 2021, 122,78 % en 2022, 27,12 % en 2023), mientras que AES Andes S.A. presenta rentabilidades negativas y positivas alternadas en el mismo período. **Esta discrepancia sugiere que el efecto estabilizador de la sostenibilidad reportado por Handayani y Rokhim (2023), si existe en el contexto chileno, es heterogéneo entre empresas y podría estar dominado por factores idiosincráticos —como la exposición a precios de commodities específicos (potasio, litio) o al régimen hidrológico— que el diseño descriptivo de este estudio no aísla ni controla estadísticamente.** Esta observación no refuta la literatura citada, pero sí califica su aplicabilidad directa al contexto y la muestra de este estudio, y refuerza la necesidad de la agenda de investigación con datos de panel y controles formales delineada en la sección 7.3.

La relación entre sostenibilidad y costo de capital (Gleißner et al., 2022) es el canal más cuantificable y, sobre la base de la estimación ilustrativa de la sección 5.1, aparece como el más inmediatamente relevante para las decisiones de inversión, aunque —se reitera— dicha estimación no proviene de datos primarios de empresas mineras chilenas. Chile ha emitido más de USD 33.000 millones en instrumentos ESG soberanos, y la expansión del mercado verde europeo ofrece a las empresas mineras chilenas con desempeño ESG sólido una alternativa de financiamiento que podría diversificar sus fuentes de capital. Esta afirmación se sostiene en la literatura de mercado citada (Climate Bonds Initiative, 2023; Ministerio de Hacienda de Chile, 2023), no en un cálculo propio del costo de capital de empresas mineras chilenas específicas.

Finalmente, la dimensión del «cobre verde» (sección 5.4) apunta a una transformación estructural de la cadena de valor que, de materializarse conforme a lo que anticipa el Reglamento de Baterías de la UE (Comisión Europea, 2023b), desplazaría la sostenibilidad desde un atributo diferenciador hacia un requisito de acceso al mercado. Esta es, sin embargo, una proyección basada en la evolución regulatoria europea documentada (sección 2.4), no una relación observada en los datos de este estudio. En síntesis, la discusión precedente muestra que la evidencia descriptiva de este estudio es compatible con varias líneas de la literatura sobre ESG y desempeño financiero, pero también revela al menos una discrepancia relevante (volatilidad de Potasios de Chile) y varias limitaciones de comparabilidad metodológica que impiden una lectura confirmatoria de la hipótesis general de creación de valor.

7. Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

Este estudio ha documentado, desde un enfoque descriptivo, una coincidencia temporal entre el incremento del reporte de sostenibilidad SASB y el aumento de la rentabilidad promedio de empresas chilenas de recursos naturales y energía reguladas por la CMF entre 2021 y 2023. Esta evidencia es consistente con la posibilidad de que la sostenibilidad esté asociada al desempeño financiero, pero el diseño descriptivo empleado —sin coeficientes de correlación, modelos de regresión ni pruebas de significancia estadística— no permite confirmar dicha asociación estadísticamente, y mucho menos establecer una relación causal ni atribuir efectos financieros específicos a las estrategias ESG de las empresas analizadas. Esta limitación se mantiene como calificación central de todas las conclusiones que siguen.

La contribución principal de este estudio es de naturaleza conceptual: el modelo MSRE sistematiza, a partir de literatura teórica y sectorial, cuatro canales diferenciados mediante los cuales la inversión sostenible podría generar valor en empresas chilenas de recursos naturales y energía, y ancla cada canal en fundamentos teóricos explícitos (Tabla 1). Esta sistematización ofrece a estas empresas —y, de manera destacada, a las empresas mineras del cobre dentro de este universo— un marco para priorizar sus inversiones en sostenibilidad según el canal de mayor relevancia potencial para su perfil de riesgos —hídrico, regulatorio, comunitario o de mercado—, pero dicho marco permanece, en esta etapa, como propuesta pendiente de validación empírica directa, tanto para el sector en su conjunto como, en particular, para la industria del cobre.

La discusión de la sección 6 mostró que la evidencia disponible es compatible con parte de la literatura internacional sobre ESG y desempeño financiero, pero también reveló al menos una discrepancia relevante —la alta volatilidad de Potasios de Chile S.A., contraria al hallazgo de menor volatilidad de las inversiones sostenibles reportado por Handayani y Rokhim (2023)— que matiza cualquier lectura optimista generalizada. Chile ocupa, no obstante, una posición estructural potencialmente favorable para capitalizar la convergencia entre la demanda global de cobre para la transición energética y los estándares ESG crecientes de los mercados compradores; capitalizar esa posición requeriría, de confirmarse empíricamente los canales del modelo MSRE, una estrategia activa de desarrollo de capacidades ESG en las empresas mineras.

7.2. Recomendaciones

Para las empresas de recursos naturales y energía —y, de manera destacada, las mineras del cobre—: considerar el desarrollo de estrategias MSRE específicas que identifiquen los canales de mayor retorno potencial para su perfil de riesgos, evaluando la incorporación de la cuantificación ROSI en sus procesos de toma de decisiones de inversión, una vez validados empíricamente los canales del modelo. Explorar la priorización de inversión en gestión hídrica, electrificación de flota y contratación de energía renovable mediante PPA de largo plazo, y el fortalecimiento de los procesos de consulta y acuerdo con comunidades, como líneas consistentes con la literatura revisada en la sección 2.

Para COCHILCO y el Ministerio de Minería: Evaluar el desarrollo de un estándar nacional de «cobre verde» que defina criterios técnicos de sostenibilidad verificables para el cobre chileno, compatible con la taxonomía verde europea y con los requisitos del Reglamento de Baterías de la UE, con participación de empresas mineras, comunidades, SERNAGEOMIN y organizaciones de la sociedad civil.

Para la CMF: Fortalecer la incorporación de indicadores SASB específicos del sector de Metales y Minería (EM-MM) —diferenciados de los indicadores IF-EU de utilities eléctricas actualmente predominantes en los reportes analizados— en el marco de la NCG 519, incluyendo métricas de gestión de relaves, huella hídrica en cuencas de estrés alto, y transparencia en acuerdos con comunidades. Para el sector financiero: Explorar el desarrollo de instrumentos de financiamiento verde específicos para la minería sostenible, incluyendo bonos ligados a sostenibilidad (SLB) con metas de reducción de emisiones, consumo hídrico y seguridad laboral.

7.3. *Agenda de Investigación Futura*

Este estudio presenta limitaciones que definen una agenda de investigación específica. En primer lugar, y de manera prioritaria, estudios futuros deberían construir un panel de datos específico de empresas mineras de cobre —o de sus filiales que reporten información financiera y de sostenibilidad de manera separable, aun sin cotizar en la Bolsa de Santiago— con indicadores SASB del sector EM-MM, para estimar mediante métodos econométricos de panel (efectos fijos, variables instrumentales) la relación entre sostenibilidad y creación de valor específicamente en la minería del cobre, incorporando coeficientes de correlación, modelos de regresión y pruebas de significancia estadística ausentes en el presente estudio.

En segundo lugar, la valoración del «cobre verde» requiere análisis de mercado primario —encuestas o entrevistas a compradores internacionales de cobre para la transición energética— para cuantificar el premium de precio que estarían dispuestos a pagar por cobre con certificación ESG, lo que permitiría monetizar empíricamente el canal 4 del modelo MSRE.

En tercer lugar, el impacto de la licencia social en la creación de valor requiere un análisis de eventos que identifique el efecto de conflictos comunitarios sobre indicadores financieros de empresas mineras chilenas específicas, controlando estadísticamente por el ciclo del precio del cobre. Esta línea de investigación permitiría cuantificar con mayor rigor el canal 3 del modelo MSRE.

7.4. *Limitaciones del estudio*

- **Primera.** La muestra empírica no corresponde a un panel de empresas mineras de cobre chilenas, sino a una muestra ampliada de doce empresas CMF del sector de recursos naturales y energía (sección 3.4), debido a que la gran minería del cobre chilena opera mayoritariamente bajo estructuras societarias no sujetas a reporte individual ante la CMF. Los resultados descriptivos de la sección 4 deben leerse con esta limitación de alcance sectorial en mente; el modelo MSRE de la sección 5 se formula conceptualmente para la minería del cobre a partir de literatura específica, no de estos datos.

- **Segunda.** El diseño del estudio es descriptivo y no incorpora coeficientes de correlación, modelos de regresión, pruebas de significancia estadística ni intervalos de confianza (sección 3.1). La coincidencia temporal documentada entre reporte de sostenibilidad y rentabilidad (sección 4.2) no debe interpretarse como evidencia de asociación estadística ni de causalidad.

- **Tercera.** El período de análisis (2021-2023) coincide con la implementación del marco SASB en Chile y con el ciclo alcista del precio del cobre y otros commodities (2021-2022), lo que hace especialmente difícil, incluso con un diseño correlacional, separar el efecto de la sostenibilidad del efecto del ciclo de precios sobre la rentabilidad.

- **Cuarta.** El número de códigos SASB reportados mide transparencia y divulgación ESG, no necesariamente el monto ni la calidad de la inversión en sostenibilidad, ni el desempeño ESG efectivamente alcanzado por cada empresa (sección 3.3). De las variables

dependientes originalmente declaradas en el diseño del estudio, solo la rentabilidad total (ROE) fue efectivamente calculada; el rendimiento ajustado por riesgo, el costo de capital implícito y los indicadores de valoración de mercado no pudieron calcularse con las fuentes secundarias disponibles (Tabla 2).

- **Quinta.** Las variables de control declaradas (tamaño, ciclo del precio del cobre, régimen de propiedad, ubicación geográfica) se utilizan únicamente de forma cualitativa en la interpretación de los patrones descriptivos (sección 4.3), y no como controles estadísticos formales en un modelo multivariado.

- **Sexta.** El modelo MSRE propuesto es conceptual en sus cuatro canales. El canal 1 se acompaña de una estimación ilustrativa basada en parámetros de mercado publicados, no en datos primarios de una empresa minera chilena específica. Los canales 2, 3 y 4 requieren datos primarios —análisis de eventos, encuestas a compradores, valoración de proyectos con y sin conflictos de licencia social— que exceden el alcance de este estudio. Investigaciones futuras (sección 7.3) deberían avanzar en la cuantificación empírica de estos canales, idealmente con un panel específico de empresas mineras de cobre, para validar el modelo con evidencia de mayor rigor.

Referencias

- Agencia Internacional de Energía (AIE). (2023). *Critical minerals market review 2023* (inf. téc.). International Energy Agency.
- Bowen, H. R. (1953). *Social responsibilities of the businessman*. Harper & Row.
- Climate Bonds Initiative. (2023). *Green bond market summary Q4 2023* (inf. téc.). <https://www.climatebonds.net>
- COCHILCO. (2023). *Anuario de estadísticas del cobre y otros minerales 2023* (inf. téc.). Comisión Chilena del Cobre.
- Comisión Europea. (2020). Reglamento (UE) 2020/852 relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles. <https://eur-lex.europa.eu>
- Comisión Europea. (2024). Directiva (UE) 2024/1760 sobre diligencia debida de las empresas en materia de sostenibilidad (CSDDD). <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2024/1760/oj/eng>
- Comisión Europea. (2023a). EU Green Bond Standard. <https://finance.ec.europa.eu>
- Comisión Europea. (2023b). Reglamento de Baterías (UE) 2023/1542. <https://eur-lex.europa.eu>
- Comisión para el Mercado Financiero (CMF). (2021). Norma de Carácter General N° 461. <https://www.cmfchile.cl>
- Comisión para el Mercado Financiero (CMF). (2024). Norma de Carácter General N° 519. <https://www.cmfchile.cl>
- Eccles, R. G., Ioannou, I., & Serafeim, G. (2014). The impact of corporate sustainability on organizational processes and performance. *Management Science*, 60(11), 2835-2857.
- Eckerle, K., Whelan, T., DeNeve, B., Bhojani, S., Platko, J., & Wisniewski, R. (2020). Using the Return on Sustainability Investment (ROSI) framework to value accelerated decarbonization. *Journal of Applied Corporate Finance*, 32(2).
- El-Halwagi, M. M. (2017). A return on investment metric for incorporating sustainability in process integration and improvement projects. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 19(2).
- Gallagher, K. P., & Porzecanski, R. (2010). *The dragon in the room: China and the future of Latin American industrialization*. Stanford University Press.
- Gleißner, W., Günther, T., & Walkshäusl, C. (2022). Financial sustainability: Measurement and empirical evidence. *Journal of Business Economics*, 92(3).
- Handayani, A., & Rokhim, R. (2023). A comparative study of financial performance between sustainable and conventional investment. *Journal of Entrepreneurship & Business*, 4(2).
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Khan, M., Serafeim, G., & Yoon, A. (2016). Corporate sustainability: First evidence on materiality. *The Accounting Review*, 91(6), 1697-1724.
- Lalumière, J.-S. (2023). La inversión sostenible: ¿Una oportunidad para 'volver a construir mejor'? *Review of Global Management*, 6(2).
- Ministerio de Hacienda de Chile. (2023). *Informe de bonos sostenibles: Marco soberano* (inf. téc.). <https://hacienda.cl>
- Onusologu, N., & Shahzad, A. (2023). *Impact of sustainable investment on the financial performance: Evidence from Pakistani banking sector* [Tesis de maestría, Linnaeus University].
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). Creating shared value. *Harvard Business Review*, 89(1/2), 62-77.
- Reyes Murillo, E. G. (2025). *Inversión sostenible y su impacto en los resultados financieros de las empresas* [Tesis de maestría, Universidad Bernardo O'Higgins] [Artículo financiero para optar al grado de Magíster en Auditoría y Normas IFRS].

- Thomson, I., & Boutilier, R. G. (2011). The social license to operate. En P. Darling (Ed.), *SME mining engineering handbook* (3.^a ed.). Society for Mining, Metallurgy; Exploration.
- USGS. (2024). *Mineral commodity summaries 2024: Copper and lithium* (inf. téc.). United States Geological Survey.
- Van Holt, T., Delaroche, M., Atz, U., & Eckerle, K. (2021). Financial benefits of reimagined, sustainable, agrifood supply networks. *Journal of International Business Studies*.