

Escuela de Negocios

Tipo de documento: Tesis de maestría



EMBA | Executive MBA

Estrategias de integración de cadenas de valor entre Alemania y la Argentina

Autoría: Foege, Gerardo Harald

Año: 2025

¿Cómo citar este trabajo?

Foege, G. (2025) "*Estrategias de integración de cadenas de valor entre Alemania y la Argentina*". [Tesis de maestría. Universidad Torcuato Di Tella]. Repositorio Digital Universidad Torcuato Di Tella. <https://repositorio.utdt.edu/handle/20.500.13098/13845>

El presente documento se encuentra alojado en el **Repositorio Digital de la Universidad Torcuato Di Tella** bajo una licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional
Dirección: <https://repositorio.utdt.edu>



**UNIVERSIDAD
TORCUATO DI TELLA**

**TRABAJO FINAL – MAESTRIA EN DIRECCIÓN
DE EMPRESAS**

**ESTRATEGIAS DE INTEGRACIÓN DE CADENAS
DE VALOR ENTRE ALEMANIA Y LA ARGENTINA
FRENTE A LA DEMANDA DE LITIO Y COBRE**

AÑO 2025

ALUMNO: Foege, Gerardo Harald

TUTOR: Welsh, Vanessa

RESUMEN EJECUTIVO

La presente tesis abordó la creciente importancia geopolítica y económica de las materias primas críticas en el siglo XXI, impulsada por la demanda sin precedentes de minerales esenciales para la transición energética, la movilidad eléctrica y la digitalización. Se justificó la relevancia del estudio al destacar la vulnerabilidad de las cadenas de suministro globales, producto de la alta concentración de la producción y el procesamiento de estos recursos, específicamente el litio y el cobre, en un número limitado de países. Esta situación confirió un poder estratégico significativo a ciertos actores y generó riesgos considerables de disrupción, como se evidenció en diversos conflictos internacionales y tensiones comerciales.

El objetivo principal de la investigación fue analizar las estrategias de integración de cadenas de valor entre Alemania y la Argentina en litio y cobre que favorezcan la cooperación entre ambos países, contribuyendo así a los objetivos que plantea la Ley de Materias Primas Críticas (CRMA) y al desarrollo industrial sostenible de la Unión Europea (UE).

Para la recolección de información, se utilizaron instrumentos como el análisis documental de legislaciones, reportes gubernamentales, publicaciones de organismos internacionales, artículos académicos y noticias especializadas. Esta metodología permitió una comprensión profunda de las políticas y dinámicas geopolíticas asociadas a las cadenas de suministro de estos recursos.

Los principales resultados encontrados revelaron que la CRMA impulsó a Alemania a redefinir sus políticas de aprovisionamiento, buscando diversificar sus fuentes, fomentar la inversión en proyectos sostenibles y establecer alianzas estratégicas para asegurar su futuro industrial. Por su parte, Argentina se posicionó como un actor fundamental en la cadena de valor global de las materias primas críticas, especialmente en litio y cobre. La tesis concluyó que, si bien la CRMA fomentó la cooperación y el desarrollo de cadenas de suministro más resilientes, la implementación efectiva de estas estrategias requiere un esfuerzo conjunto y coordinado. La colaboración entre Alemania y Argentina emergió como un pilar fundamental para afrontar los desafíos del acceso a materias primas críticas, buscando un equilibrio entre la atracción de inversiones y el desarrollo sostenible con valor agregado local.

ABSTRACT

This thesis addressed the growing geopolitical and economic importance of critical raw materials in the 21st century, driven by the unprecedented demand for essential minerals for the energy transition, electric mobility, and digitalization. The study's relevance was justified by highlighting the vulnerability of global supply chains, a product of the high concentration of production and processing of these resources, specifically lithium and copper, in a limited number of countries. This situation conferred significant strategic power on certain actors and generated considerable risks of disruption, as evidenced in various international conflicts and trade tensions.

The main objective of the research was to analyze how Germany, a key actor in the European Union, and Argentina, possessing significant lithium and copper reserves, are positioned within the global value chain in the face of the challenges and opportunities posed by the EU's Critical Raw Materials Act (CRMA).

For data collection, instruments such as documentary analysis of legislation, government reports, publications from international organizations, academic articles, and specialized news were used. This methodology allowed for a deep understanding of the policies and geopolitical dynamics associated with the supply chains of these resources.

The main findings revealed that the CRMA prompted Germany to redefine its procurement policies, seeking to diversify its sources, foster investment in sustainable projects, and establish strategic alliances to secure its industrial future. For its part, Argentina positioned itself as a fundamental actor in the global value chain of critical raw materials, especially in lithium and copper. The thesis concluded that, while the CRMA fostered cooperation and the development of more resilient supply chains, the effective implementation of these strategies requires a joint and coordinated effort. Collaboration between Germany and Argentina emerged as a fundamental pillar for addressing the challenges of access to critical raw materials, seeking a balance between attracting investment and sustainable development with local added value.

PALABRAS CLAVE

Estrategias de cooperación; cadena de valor global, minería, litio, cobre, Argentina, Alemania.

KEYWORDS

Cooperation strategies, global value chain, mining, lithium, copper, Argentina, Germany.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	2
ABSTRACT	3
PALABRAS CLAVE.....	4
ÍNDICE.....	5
Indice de tablas	7
GLOSARIO TÉCNICO	8
INTRODUCCIÓN	11
MARCO TEÓRICO	17
Capítulo 1: Estado de situación de la minería en la Unión Europea	17
1.1 Litio. Situación actual y procesos de extracción	21
1.2 Cobre. Situación actual y procesos de extracción.....	26
1.3 Cadenas de valor globales y <i>upgrading</i>	28
Capítulo 2: Estrategias de cooperación e integración de cadenas de valor	36
2.1 Instrumentos financieros de la EU y Alemania para el litio y cobre	43
2.2 Acuerdos bilaterales.....	47
2.3 Cooperación entre Alemania y Argentina en litio y cobre.....	49
2.4 Gobernanza de la cadena entre Alemania y Argentina	52
2.5 Inversiones alemanas en minería argentina	54
Capítulo 3: Estrategias de integración y sustitución en la cadena de valor.....	56
3.1 Incentivos, financiamiento y actores	56
3.2 Fases de formulación e implementación	58
3.3 Resultados actuales y factores críticos de éxito	59
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	63
ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	66

Capítulo 4: Capacidades y brecha de suministro en la cadena de valor germano-argentina	66
4.1 Potencial argentino y déficit alemán en litio y cobre	66
4.2 Marco normativo y atractivo para inversiones	68
4.3 Desafíos y oportunidades del sector minero argentino.....	69
4.5 Estrategias a seguir para la cooperación entre países	71
4.6 Estrategias a seguir para la sustitución de importaciones mineras entre países ..	72
4.7 Evaluación de la pregunta de investigación y de los objetivos	73
4.8 Recomendaciones para actores europeos.....	74
4.9 Recomendaciones para actores argentinos.....	75
4.10 Líneas futuras de investigación	75
CONCLUSIONES	76
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	77
ANEXOS.....	85
Ley de Materias Primas Críticas. Reglamento (UE) 2024/1252 sobre Materias Primas Fundamentales	85
Diagramas de procesos de extracción por mineral crítico.....	96
Grupo de Trabajo de Materias Primas Críticas (GT-MPC).....	98

Indice de tablas

Tabla 1. Materias Primas Críticas de la UE según el Reglamento 2024/1252	18
Tabla 2. Materias Primas Estratégicas de la UE según el Reglamento 2024/1252	20
Tabla 3. Proyección alemana de litio para 2035	23
Tabla 4. Proyectos de litio en la Argentina	23
Tabla 5. Proyección argentina de litio para 2035	25
Tabla 6. Proyectos de cobre en la Argentina	26
Tabla 7. Proyección argentina de cobre para 2035	27
Tabla 8. Ciclo de vida de una cooperación exitosa	41
Tabla 9. Principales acuerdos bilaterales de la UE en minerales críticos.....	47
Tabla 10. Empresas alemanas en proyectos de litio en Argentina	54
Tabla 11. Empresas alemanas en proyectos de cobre en Argentina	54
Tabla 12. Proyecciones de litio y cobre para 2035.....	67
Tabla 13. Los 47 proyectos estratégicos de la ley de Materias Primas Críticas de la UE.	87
Tabla 14. Cartera oficial de proyectos de litio en la Argentina	90
Tabla 15. Cartera oficial de proyectos de cobre en la Argentina.....	93

GLOSARIO TÉCNICO

ADIMRA: Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina.

BEI: Banco Europeo de Inversiones.

BGR: Instituto Geológico federal de Alemania - *Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe*.

BICE: Banco de Inversión y Comercio Exterior S.A..

BMWK: Ministerio Federal de Economía y Acción Climática de Alemania - *Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz*.

BMZ: Ministerio Federal alemán de Cooperación Económica - *Bundesministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung*.

CAPEX: Gasto de capital inicial de una empresa - *Capital Expenditure*.

CATL: Empresa *Contemporary Amperex Technology Co. Ltd.*

CEPAL: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

CERA 4in1: Sistema de certificación integral - *Certification of Raw Materials*.

Contrato brownfield: refiere a un tipo de contrato o proyecto que se desarrolla sobre una infraestructura o propiedad existente.

Contrato off-take: un acuerdo en el que una empresa (el *off-taker*) se compromete a comprar la totalidad o una parte significativa de la producción futura de otra empresa, generalmente un proyecto, a un precio y condiciones acordadas.

CPS: Norma de Desempeño Climático - *Climate Performance Standard*.

CRMA: Reglamento de Materias Primas Críticas de la UE - *Critical Raw Materials Act*.

Cu: Cobre.

DAAD: Servicio Alemán de Intercambio Académico - *Deutscher Akademischer Austauschdienst*.

DERA: Agencia de Recursos Minerales del gobierno alemán - *Deutsche Rohstoffagentur*.

DG GROW: Dirección General de Mercado Interior, Industria, Emprendimiento y Pymes de la Comisión Europea - *Directorate-General for Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs*.

DIW: Instituto Alemán de Investigación Económica - *Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung*.

DLE: Extracción directa de litio - *Direct Lithium Extraction*.

EBA: Alianza Europea de Baterías - *European Battery Alliance*.

EIB: Banco Europeo de Inversiones - *European Investment Bank*.

EIT: Instituto Europeo de Innovación y Tecnología - *European Institute of Innovation & Technology* (Ej.: EIT RawMaterials, EIT InnoEnergy).

EITI: Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas - *Extractive Industries Transparency Initiative*.

ESG: Criterios ambientales, sociales y de gobernanza - *Environmental, Social & Governance*.

ESI: Estrategia de sustitución de importaciones.

ETS: Régimen de comercio de emisiones - *Emissions Trading System*.

GT-MPC: Grupo de Trabajo de Materias Primas Críticas (mecanismo bilateral Alemania-Argentina).

GVC: Cadenas de valor globales - *Global Value Chains*.

HPAL: lixiviación ácida a alta presión para níquel/cobalto - *High-Pressure Acid Leach*.

Hub de refinación : una instalación o área geográfica donde se concentran varias refinerías de petróleo o de otros productos, actuando como un centro de intercambio y distribución.

I+D: Investigación y desarrollo.

IASM: Índice de Aceptación Social Minera.

IEA: Agencia Internacional de la Energía - *International Energy Agency*.

IoT: Internet de las Cosas - *Internet of Things*. Describe la red de objetos físicos que llevan incorporados sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de Internet.

IPEEM: Instituto Provincial de Exploraciones y Explotaciones Mineras (San Juan).

IRMA: Iniciativa para la Garantía de la Minería Responsable - *Initiative for Responsible Mining Assurance*: estándar ESG para minería, es un programa de certificación voluntaria que busca mejorar el desempeño social y ambiental de las operaciones mineras a nivel mundial.

JEMSE: Jujuy Energía y Minería Sociedad del Estado.

JOGMEC-EU: Acuerdo UE - Japón con la *Japan Oil, Gas and Metals National Corporation*.

Joint ventures: arreglos estratégicos en el que dos o más empresas crean una entidad o proyecto compartido.

KfW: Banco de Desarrollo Alemán- *Kreditanstalt für Wiederaufbau*.

LCE: Carbonato de litio equivalente - *Lithium Carbonate Equivalent*.

LkSG: Ley de Devida Diligencia en la Cadena de Suministro – *Lieferkettensorgfaltspflichten-gesetz*.

MoU: Memorando de Entendimiento - *Memorandum of Understanding*.

MPC: Materia Prima Crítica.

NOA: Noroeste Argentino.

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - *Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Area.*

OPEX: gasto de capital operativo de una empresa - *Operational Expenditure.*

PEA: Evaluación Económica Preliminar - *Preliminary Economic Assessment.*

PGE: Elementos del grupo del platino - *Platinum Group Elements.*

PPP: Asociaciones Público-Privadas - *Public-private partnerships.*

REE: Tierras raras - *Rare Earth Elements.*

RIGI: Régimen de Incentivo para Grandes Inversiones de Argentina (Ley 27.985, 2025).

SEGEMAR: Servicio Geológico Minero Argentino.

SLO: Licencia social para operar - *Social License to Operate.*

SRM: Materia prima estratégica - *Strategic raw material.*

SWP: Instituto Alemán de Asuntos Internacionales y de Seguridad - *Stiftung Wissenschaft und Politik.*

SX-EW: Extracción por solvente y electroobtención de cobre - *Solvent Extraction-Electrowinning.*

UE: Unión Europea.

UFK: Garantías de crédito sin vinculación del gobierno alemán - *Ungebundene Finanzkredite.*

UNSJ: Universidad Nacional de San Juan.

USGS: Servicio Geológico de los Estados Unidos - *United States Geological Survey.*

INTRODUCCIÓN

En las primeras décadas del siglo XXI, las materias primas críticas han adquirido un papel central en la geopolítica y la economía mundial. El auge de las tecnologías limpias, la movilidad eléctrica, la digitalización y la transición energética ha provocado una demanda sin precedentes de minerales como el litio y el cobre, entre otros. La concentración de la producción y el procesamiento de estos recursos en un reducido número de países ha incrementado la vulnerabilidad de las cadenas de suministro globales. China, por ejemplo, controla más del 60% de la capacidad mundial de procesamiento de litio y más del 80% de las tierras raras, mientras que países como la República Democrática del Congo dominan la producción de cobalto. Esta concentración otorga a ciertos actores un poder estratégico que puede ser empleado como herramienta de presión en contextos de tensión internacional, como se evidenció durante la guerra comercial entre Estados Unidos y China y, más recientemente, con la invasión rusa a Ucrania, que alteró los mercados energéticos y de materias primas en Europa y el mundo (Sica, 2023).

La creciente competencia por el acceso a recursos estratégicos ha llevado a la proliferación de políticas nacionales y regionales orientadas a asegurar el suministro, diversificar proveedores y fomentar la producción local. En este contexto, la Unión Europea ha identificado la seguridad de las materias primas críticas como un pilar fundamental para su autonomía estratégica, su transición verde y digital, y la fortaleza de su industria de defensa y aeroespacial (Comisión Europea, 2023). Por ello, resulta cada vez más necesario para la UE explorar alternativas de colaboración con países productores y estrategias de sustitución que permitan reducir su vulnerabilidad.

La UE importa entre el 75% y el 100% de las materias primas críticas que consume, con dependencia extrema de China (98% de tierras raras, 93% de magnesio) y Rusia (45% de níquel) (Comisión Europea, 2023). Esta dependencia expone a la región a riesgos geopolíticos, comerciales y logísticos, como la interrupción de suministros por conflictos, sanciones, desastres naturales o decisiones unilaterales de exportación. La situación se agravó tras la invasión de Ucrania, que evidenció la fragilidad de las cadenas de suministro europeas y la necesidad de reducir la exposición a proveedores poco confiables o inestables (García Herrero, 2024). Además, la competencia global por los mismos recursos se ha intensificado, con Estados Unidos, China y otras potencias implementando políticas de acaparamiento, subsidios y restricciones a la

exportación, lo que ha incrementado la volatilidad de los precios y la incertidumbre para los actores industriales europeos.

El rearme europeo, impulsado por la guerra en Ucrania y la necesidad de fortalecer la industria de defensa, ha incrementado aún más la demanda de minerales estratégicos como el wolframio y el magnesio (Smith, 2025). Ante este panorama, la búsqueda de estrategias de diversificación de proveedores y de sustitución de importaciones se vuelve fundamental para reducir riesgos y robustecer la capacidad de adaptación europea.

En respuesta a este escenario, la Unión Europea promulgó en mayo de 2024 la Ley de Materias Primas Críticas (CRMA) - *Critical Raw Materials Act* -, un marco normativo ambicioso que busca garantizar el acceso seguro, sostenible y competitivo a los materiales esenciales para la transición verde, digital y de defensa. La CRMA establece objetivos cuantitativos para 2030: cubrir al menos el 10% de la demanda anual de materias primas críticas con producción interna, procesar al menos el 40% y reciclar el 25%, reduciendo la dependencia de importaciones y fomentando la preponderancia industrial. Adicionalmente, establece que ningún país externo debe proveer más del 65% de ninguna materia prima crítica estratégica, buscando así una diversificación efectiva de las fuentes de suministro (Comisión Europea, 2024a).

Para alcanzar estos objetivos, la Comisión Europea publicó en marzo de 2025 la primera lista de 47 proyectos estratégicos distribuidos en 13 Estados miembro, abarcando actividades de extracción, transformación, reciclaje y sustitución de materias primas. Estos proyectos cubren 14 de las 17 materias primas estratégicas identificadas en el reglamento, con especial énfasis en el litio, cobre, níquel, cobalto, grafito y manganeso, fundamentales para la cadena de valor de baterías y tecnologías limpias. Las tres materias primas estratégicas que no están incluidas en esta primera lista de proyectos son el galio, el germanio y el hafnio, para las cuales la Comisión está evaluando otras estrategias de abastecimiento (Consejo Europeo, 2024). La CRMA también introduce procedimientos acelerados para la concesión de permisos, reduciendo significativamente los plazos tradicionales: 27 meses para proyectos de extracción y 15 meses para proyectos de procesamiento. Estos procedimientos establecen una ventanilla única administrativa para cada proyecto, lo que simplifica la coordinación entre diferentes autoridades y requisitos. Además, el reglamento establece que los proyectos estratégicos son de interés público imperativo, lo que puede facilitar su aprobación incluso en zonas con restricciones ambientales, siempre que cumplan con medidas compensatorias adecuadas (Parlamento Europeo, 2024). También contempla incentivos financieros y mecanismos de cooperación

internacional, reconociendo que la autosuficiencia total es inviable y que la diversificación de proveedores externos, bajo estándares de sostenibilidad y transparencia, es esencial para la seguridad de suministro. En este sentido, la colaboración internacional y la sustitución de materiales críticos aparecen como alternativas complementarias para la UE.

A pesar del impulso normativo y la identificación de proyectos estratégicos, persisten dudas sobre la capacidad real de la industria minera europea para responder a la demanda creciente de materias primas críticas en los plazos y volúmenes requeridos. Los desafíos son múltiples: complejidad técnica en la extracción y procesamiento de ciertos minerales, altos costos operativos, oposición social y ambiental a nuevos proyectos mineros, marcos regulatorios fragmentados y dificultades para acceder a financiamiento competitivo frente a rivales globales (Carreras, 2023). En este contexto, países con abundantes recursos minerales, como Argentina, surgen como socios estratégicos potenciales para la UE. Argentina posee la tercera reserva mundial de litio, importantes recursos de cobre, níquel y grafito, y un ecosistema minero en expansión (USGS, 2024). Sin embargo, la integración efectiva de Argentina en las cadenas de valor europeas exige superar barreras tecnológicas, logísticas, regulatorias y de sostenibilidad, así como negociar acuerdos que aseguren beneficios mutuos y eviten nuevas dependencias asimétricas (Obaya, 2023).

En 2025, la producción de litio en Argentina superará las 130.000 toneladas, con un crecimiento del 75% respecto a 2024, impulsado por la puesta en marcha de nuevas plantas y la expansión de proyectos existentes, consolidando al litio como uno de los sectores estratégicos para la economía nacional (Cámara Argentina de Empresas Mineras y Bolsa de Comercio de Rosario, 2025). El país también avanza en el desarrollo de proyectos de cobre de gran escala, como Los Azules, Pachón y Josemaría, que posicionarán a Argentina entre los principales proveedores sudamericanos de este mineral en los próximos años (GEM Mining Consulting, 2025; Gobierno de San Juan, 2025). La reciente aprobación del primer proyecto minero bajo el Régimen de Incentivo a las Grandes Inversiones (RIGI), con una inversión superior a los USD 2.500 millones en Salta, y la firma de acuerdos de cooperación entre los servicios geológicos de Argentina y Alemania, refuerzan el atractivo del país como destino para inversiones mineras y socio confiable para la diversificación de las cadenas de valor europeas (Ministerio de Economía de Argentina, 2025).

El interés alemán en la minería argentina se ha intensificado en el último año, reflejado en visitas oficiales, rondas de negocios y la participación de empresas y entidades alemanas.

Alemania importa actualmente solo el 1% del litio que consume desde Argentina, pero se espera que esta cifra aumente rápidamente en el marco de su estrategia de diversificación de proveedores y cooperación bilateral, especialmente en el desarrollo de proyectos de cobre y litio con altos estándares ambientales y sociales (Ministerio de Economía de Argentina, 2025). La cooperación se ha formalizado a través de acuerdos entre servicios geológicos, programas conjuntos de exploración y desarrollo de capacidades, y la participación de empresas alemanas en proyectos mineros argentinos, con el objetivo de asegurar el suministro de minerales críticos para la transición energética y la industria automotriz europea (Embajada de Alemania en Argentina, 2025).

La relevancia de este estudio radica en la necesidad de analizar las oportunidades de integración de cadenas de valor entre Alemania y Argentina en litio y cobre, contribuyendo a los objetivos de la CRMA y promoviendo el desarrollo industrial sostenible. En un escenario de redefinición de las relaciones económicas y políticas entre la UE y sus socios globales, la cooperación y la sustitución de importaciones se presentan como alternativas estratégicas tanto para la UE como para Argentina, en la búsqueda de fortalecer la seguridad de suministro y la competitividad industrial.

Las **preguntas de investigación** que se buscó responder fueron: ¿Qué estrategias de integración de cadenas de valor entre Alemania y Argentina permitirían optimizar la sustitución de importaciones de litio y cobre para cumplir con los objetivos de la CRMA?

Para ello, se plantea como **objetivo general**:

- Analizar las estrategias de integración de cadenas de valor entre Alemania y Argentina en litio y cobre que favorezcan la implementación de estrategias de cooperación entre ambos países, para así contribuir a los objetivos de la CRMA y promover el desarrollo industrial sostenible.

Y como **objetivos específicos**:

- Evaluar la demanda alemana de litio y cobre hasta 2035,
- Diagnosticar la capacidad productiva argentina,
- Documentar iniciativas de cooperación bilateral en minería sostenible,
- Identificar barreras logísticas, tecnológicas y regulatorias, y
- Proponer estrategias de integración.

Para fundamentar estas propuestas, el **estudio** adoptó un enfoque **cualitativo descriptivo, comparativo y analítico** orientado a caracterizar tanto el estado actual como las proyecciones de la industria minera en Europa con énfasis en Alemania y en la Argentina, en consonancia con los objetivos de la Ley de Materias Primas Críticas (CRMA) de la Unión Europea. Este diseño metodológico permitió profundizar en los factores técnicos, económicos, sociales y regulatorios que condicionan la capacidad de respuesta de ambos actores, a lo largo de la cadena de valor global, frente a la creciente demanda de minerales críticos. Asimismo, buscó identificar oportunidades y desafíos para la integración de cadenas de valor entre Alemania y Argentina y proponer estrategias de integración y sustitución de importaciones.

La **estructura de la investigación** avanzó sobre un hilo conductor que fue desde la identificación del problema hasta la formulación de estrategias compartidas entre Alemania y la Argentina. Tras la presentación de los objetivos y la justificación de la investigación, en el primer capítulo se describió con detalle el panorama minero de la Unión Europea: se expuso la fuerte dependencia del bloque respecto de proveedores externos, se introdujo la Ley de Materias Primas Críticas y analizaron los procesos de extracción de litio y cobre sentando las bases cuantitativas y regulatorias del desafío europeo de abastecimiento en general y alemán en particular.

Posteriormente, el segundo capítulo abordó la estructura de la cooperación internacional, examinó los instrumentos financieros de la EU y de Alemania, los acuerdos bilaterales suscritos con países productores y, particularmente, el entramado institucional que vincula a Alemania con la Argentina. Se explicaron los memorandos intergubernamentales, líneas de crédito y *joint ventures* industriales que articulan un andamiaje capaz de movilizar capital y tecnología hacia proyectos mineros sostenibles .

El tercer capítulo abordó la estrategia de sustitución de importaciones como respuesta a la diversificación geográfica necesaria. Analizó los incentivos fiscales, los fondos soberanos y los contratos *off-take* que permitieron reducir la exposición a shocks externos, considerando la integración de cadenas de valor globales, así como sus respectivos jugadores.

Finalmente, el cuarto capítulo articuló los resultados: contrapuso el potencial geológico argentino con el déficit alemán, ponderó el marco normativo binacional y examinó los riesgos y oportunidades que atraviesan la cadena de litio y cobre, para concluir con las estrategias indispensables para materializar la cooperación y la sustitución de importaciones, ofreciendo una visión integrada conectando la evidencia recolectada con para la acción coordinada de ambos países, desembocando en unas conclusiones que subrayan la complementariedad y necesidad

entre Alemania y la Argentina en minerales críticos para garantizar las cadenas de suministro buscadas.

MARCO TEÓRICO

Capítulo 1: Estado de situación de la minería en la Unión Europea

La UE importa entre el 75 % y el 100 % de las materias primas críticas que consume, con dependencia extrema de China (98 % de tierras raras, 93 % de magnesio) y Rusia (45 % de níquel). Esta dependencia expone a la región a riesgos geopolíticos, comerciales y logísticos, como la interrupción de suministros por conflictos, sanciones, desastres naturales o decisiones unilaterales de exportación. La situación se agravó tras la invasión de Ucrania, que evidenció la fragilidad de las cadenas de suministro europeas y la necesidad de reducir la exposición a proveedores poco confiables o inestables (García Herrero, 2024). Además, la competencia global por los mismos recursos se ha intensificado, con Estados Unidos, China y otras potencias implementando políticas de acaparamiento, subsidios y restricciones a la exportación, lo que ha incrementado la volatilidad de los precios y la incertidumbre para los actores industriales europeos. El rearme europeo, impulsado por la guerra en Ucrania y la necesidad de fortalecer la industria de defensa, ha incrementado aún más la demanda de minerales estratégicos como el wolframio y el magnesio (Smith, 2025).

En respuesta a este escenario, la Unión Europea promulgó en mayo de 2024 la Ley de Materias Primas Críticas (CRMA) - *Critical Raw Materials Act* -, un marco normativo ambicioso que busca garantizar el acceso seguro, sostenible y competitivo a los materiales esenciales para la transición verde, digital y de defensa. La CRMA establece objetivos cuantitativos para 2030: cubrir al menos el 10 % de la demanda anual de materias primas críticas (tabla 1) con producción interna, procesar al menos el 40 % y reciclar el 25 %, reduciendo la dependencia de importaciones y fomentando la preponderancia industrial. Adicionalmente, establece que ningún país externo debe proveer más del 65 % de ninguna materia prima crítica estratégica, buscando así una diversificación efectiva de las fuentes de suministro (Comisión Europea, 2024a). Para alcanzar estos objetivos, la Comisión Europea publicó en marzo de 2025 la primera lista de 47 proyectos estratégicos (tabla 11) distribuidos en 13 Estados miembro, abarcando actividades de extracción, transformación, reciclaje y sustitución de materias primas. Estos proyectos cubren 14 de las 17 materias primas estratégicas identificadas en el reglamento, con especial énfasis en litio, cobre, níquel, cobalto, grafito y manganeso; las tres materias primas estratégicas que no están incluidas en esta primera lista de proyectos son el galio, el germanio y el hafnio, para las cuales la Comisión está evaluando otras estrategias de abastecimiento (Consejo Europeo, 2024)

Una Materia Prima Crítica (MPC) es todo recurso mineral de alta relevancia económica para la UE cuya cadena de suministro presenta un riesgo considerable de interrupción. En la siguiente tabla se identifican las 34 Materias Primas Críticas (tabla 1).

Tabla 1. Materias Primas Críticas de la UE según el Reglamento 2024/1252

	Materia prima	Categoría	Aplicaciones representativas
1	Cobalto	Estratégica	Baterías; superaleaciones
2	Níquel	Estratégica	Cátodos; acero inoxidable
3	Grafito	Estratégica	Ánodos; refractarios
4	Litio	Estratégica	Baterías Li-ion, almacenamiento
5	Magnesio metálico	Estratégica	Fundición de aleaciones ligeras
6	Manganeso	Estratégica	Cátodos; acero
7	Aluminio	Estratégica	Carrocerías ferroviarias
8	Tierras raras ligeras	Estratégica	Imanes permanentes, electrónica
9	Tierras raras pesadas	Estratégica	Imanes NdFeB alta temperatura
10	Galio	Estratégica	Semiconductores GaN; 5 G
11	Germanio	Estratégica	Fibra óptica; sensores infrarrojos
12	Hafnio	Estratégica	Chips Si-Hf; reactores nucleares
13	Tungsteno	Estratégica	Herramientas de corte; blindaje
14	Silicio metálico	Estratégica	Fotovoltaica; microelectrónica
15	Metales grupo platino	Estratégica	Catalizadores y pilas PEM
16	Titanio metálico	Estratégica	Aeroespacial; prótesis médicas

17	Cobre	Estratégica	Redes eléctricas; motores EV
18	Antimonio	Crítica	Retardantes; baterías Na-Sb
19	Vanadio	Crítica	Baterías redox; aceros microaleados
20	Fosfato de roca	Crítica	Fertilizantes; baterías LFP
21	Fósforo	Crítica	Semiconductores; fosforescentes
22	Boratos	Crítica	Fibra de vidrio; imanes
23	Fluorita	Crítica	Producción de ácido fluorhídrico
24	Estroncio	Crítica	Ferritas; pirotecnia
25	Helio	Crítica	Criogenia; RMN
26	Arsénico	Crítica	Gas; pesticidas especiales
27	Barita	Crítica	Lodos de perforación
28	Bismuto	Crítica	Aleaciones de bajo punto de fusión
29	Escandio	Crítica	Aleaciones Al-Sc; pilas SOFC
30	Niobio	Crítica	Aceros HSLA; superconductores
31	Tantalio	Crítica	Condensadores; instrumental médico
32	Coking coal	Crítica	Reducción de hierro
33	Feldespatos	Crítica	Cerámicas y vidrio
34	Siliconas especiales	Crítica	Selladores de alta temperatura

Fuente: Comisión Europea (2024b). Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales. Diario Oficial de la Unión Europea.

Dentro de estas Materias Primas Críticas (MPC), 17 se clasifican además como estratégicas por su papel esencial en tecnologías verdes, digitales, aeroespaciales y de defensa (tabla 2).

Tabla 2. Materias Primas Estratégicas de la UE según el Reglamento 2024/1252

	Materia prima estratégica (SRM)
1	Bauxita / alúmina / aluminio
2	Bismuto
3	Boro
4	Cobalto
5	Cobre
6	Galio
7	Germanio
8	Litio
9	Magnesio metálico
10	Manganeso
11	Grafito
12	Níquel
13	Metales del grupo del platino
14	Elementos de tierras raras para imanes permanentes (Nd, Pr, Tb, Dy, Gd, Sm, Ce)
15	Silicio metálico

16	Titanio metálico
17	Tungsteno

Fuente: Comisión Europea (2024b). Reglamento (UE) 2024/1252 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 11 de abril de 2024, por el que se establece un marco para garantizar un suministro seguro y sostenible de materias primas fundamentales. Diario Oficial de la Unión Europea.

La Ley de Materias Primas Críticas (CRMA) define un proyecto estratégico como aquel cuya puesta en marcha asegurará, por sí mismo, al menos el 10 % de la demanda anual europea del material estratégico de que se trate. Para recibir esa etiqueta, la iniciativa debe articular una cadena de valor que involucre a tres o más Estados miembro, exhibir un plan de sostenibilidad y desempeño ambiental auditado por un esquema reconocido - por ejemplo IRMA¹, CERA 4in1² o la Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas (EITI) - y demostrar viabilidad técnica y económica con horizontes de entrada en operación que no excedan cinco años para proyectos mineros y tres años para plantas de refinación o reciclaje.

Luego de definir y clasificar las materias primas críticas, el análisis se centrará específicamente en dos de ellas -litio y cobre - examinando su relevancia económica, los riesgos que amenazan su suministro y el papel que desempeñan en la transición energética, como marco para las estrategias de integración entre Alemania y la Argentina.

1.1 Litio. Situación actual y procesos de extracción

El litio es la piedra angular de las baterías ion-litio para vehículos eléctricos y almacenamiento estacionario. En 2024, cinco países concentran el 93 % de la oferta primaria: Australia (45 %), Chile (28 %), China (12 %), Argentina (8 %) y Zimbabue (USGS, 2025). La demanda global proyecta un crecimiento anual compuesto del 16 % hasta 2035, impulsada por la CRMA y la Ley de Reducción de la Inflación de EE. UU.

¹ IRMA: Iniciativa para la Garantía de la Minería Responsable - *Initiative for Responsible Mining Assurance* -, estándar para Criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) - Environmental, Social & Governance - para minería, es un programa de certificación voluntaria que busca mejorar el desempeño social y ambiental de las operaciones mineras a nivel mundial.

² CERA 4in1: Sistema de certificación integral - *Certification of Raw Materials*.

Europa posee actualmente 3 % de la capacidad de refinación mundial; los proyectos de empresas como AMG Lithium en Alemania y Imerys en el centro de Francia, sumarían 60.000 t LCE³/año para 2028. El coste nivelado de hidróxido refinado en la UE (16.000 USD/t) permanece por encima del precio spot ⁴chino (≈14.000 USD/t), justificando incentivos de la CRMA (Aurubis, 2024).

Alemania dispone de recursos de litio muy limitados: el Instituto Geológico federal de Alemania (BGR) - *Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe* -, calcula apenas 240.000 t LCE repartidas entre pegmatitas de roca dura en la región del Erzgebirge en Baviera y Sajonia-Anhalt y la salmuera geotérmica del valle del Alto Rin. Aun así, la transición energética y la CRMA han reactivado el interés inversor. Tres proyectos estratégicos se enmarcan ya en la normativa europea: Vulcan Energy, que planea extraer litio geotérmico en Renania-Palatinado; Rock Tech Lithium, que construye una refinería de hidróxido en Guben; y AMG Lithium, que levantará una planta química en Bitterfeld-Wolfen. A ellos se suman las exploraciones de Zinnwald Lithium y Saxony Minerals & Exploration en el Erzgebirge, aún en fase de Evaluación Económica Preliminar⁵ (PEA) - *Preliminary Economic Assessment*. Pese a esos esfuerzos, la Agencia de Recursos Minerales del gobierno alemán DERA (*Deutsche Rohstoffagentur*) proyecta para 2030 una demanda de 85.000 t LCE frente a una cobertura doméstica potencial que apenas rozaría el 30 %. La estrategia federal combina memorandos de entendimiento con países proveedores (Argentina, Canadá, Namibia), líneas de financiación del Banco de Desarrollo alemán (KfW) - *Kreditanstalt für Wiederaufbau* -, para proyectos *upstream*⁶ y programas de Investigación y desarrollo (I+D) que buscan reducir la intensidad de litio en baterías mediante ánodos de silicio-grafeno:

- Vulcan Energy (Renania-Palatinado): litio geotérmico, 24.000 t LCE/año a partir de salmueras de 160 °C.
- Rock Tech Lithium (Brandeburgo): conversión de espodumeno (mineral rico en litio) australiano a hidróxido con 24.000 t LCE/año.

³ LCE: Carbonato de litio equivalente - *Lithium Carbonate Equivalent* - es una unidad de referencia que expresa la cantidad de litio presente en cualquier compuesto (hidróxido, cloruro, etc.) convertida al peso equivalente de carbonato de litio, para facilitar comparaciones de capacidad y mercado.

⁴ El precio spot es el valor de mercado vigente para la compra o venta inmediata de un activo

⁵ En minería describe el primer estudio económico-técnico que estima, de forma preliminar, si un depósito puede llegar a ser viable.

⁶ En este contexto, *upstream* se refiere a las etapas iniciales de la cadena minera - exploración, desarrollo y extracción del mineral en el yacimiento - antes de cualquier procesamiento o refinado.

- AMG Lithium (Sajonia-Anhalt): refinería modular de 20.000 t/año (plan de 5 módulos a 100.000 t) para concentrado de litio importado que se transforma en carbonato o hidróxido de grado batería, con contrato de *off-take*⁷ BMW (BMW Group, 2023).
- Zinnwald Lithium - fase 1: 18.000 t LiOH/año

Arrojando una proyección teórica del mercado alemán para 2035 de aproximadamente 80.000 t LCE (tabla 3):

Tabla 3. Proyección alemana de litio para 2035

Empresa	2025 (t LCE/año)	2035 (t LCE/año) (suma de proyectos)	Diferencia a cubrir (2035 – 2025)
AMG Lithium	≈ 200 t (<i>ramp-up</i> piloto)	≈ 80.000 t	≈ 79.800 t

Nota: Los primeros lotes de AMG Lithium (20.000 t módulo 1) y la planta piloto de Vulcan Energy producen cantidades todavía muy reducidas en 2025.

Argentina, junto con Bolivia y Chile, concentra la segunda mayor reserva mundial con unas 20 millones de toneladas de litio contenido (USGS, 2024). Hoy la producción comercial proviene de los salares Hombre Muerto (Arcadium Lithium, ex Livent-Allkem) y Caucharí-Olaroz (Arcadium Lithium + Ganfeng); le siguen en construcción Sal de Vida, Centenario-Ratones y Pastos Grandes, entre otros, resumidos en la Tabla 4.

El total de proyectos inscritos por la Secretaría de Minería se encuentra en el anexo, Aquí se expresaron los 6 en operación y los 15 en construcción/factibilidad/prefactibilidad/PEA.

Tabla 4. Proyectos de litio en la Argentina

	Proyecto	Empresa / operador principal	Provincia	Etapas	Producción anual estimada*
1	Cauchari-Olaroz	Minera Exar (Ganfeng Lithium 46.7 %; Lithium Argentina 44.8 %; JEMSE 8.5 %)	Jujuy	Operación	40.000 t LCE (en marcha); +20.000 t en expansión

⁷ Un contrato *off-take* es un acuerdo a largo plazo en el que un productor asegura vender, y un comprador asegurar adquirir, un volumen fijo de materia prima a un precio o fórmula predeterminados; así, el productor garantiza ingresos para financiar su proyecto y el comprador obtiene suministro estable con condiciones claras de calidad, precio y entrega.

2	Centenario-Ratones	Eramine Sudamérica (Eramet)	Salta	Operación	24.000 t LCE
3	Fénix	Arcadium Lithium (ex Livent) – Minera Altiplano	Catamarca	Operación	32.000 t LCE / LiCl
4	Mariana	Ganfeng Lithium – Litio Minera Argentina	Salta	Operación	20.000 t LiCl
5	Olaroz	Arcadium Lithium 66.5 %; Toyota Tsusho 25 % – Sales de Jujuy	Jujuy	Operación	43.000 t LCE
6	Sal de Oro	POSCO Argentina	Catamarca – Salta	Operación	48.000 t LCE
7	Hombre Muerto Oeste	Galan Lithium	Catamarca	Construcción	12.000 t LCE (Fase 1); 21.000 t (Fase 2)
8	Rincón	Argosy Minerals – Puna Mining Lithium	Salta	Construcción	10.000 t LCE (inicial)
9	Sal de los Ángeles	Tibet Summit Resources / Revotech Asia	Salta	Construcción	20.000 t LCE
10	Sal de Vida	Arcadium Lithium	Catamarca – Salta	Construcción	20.000 t LCE (F1); 30.000 t (Fase 2)
11	Tres Quebradas	Zijin Mining – LIEX	Catamarca	Construcción	20.000 t LCE (F1); 30.000 t (Fase 2)
12	Kachi	Lake Resources	Catamarca	Factibilidad	25.000 t LCE
13	Pastos Grandes	Ganfeng Lithium	Salta	Factibilidad	24.000 t LCE
14	Pozuelos- Pastos Grandes (PPG)	Galan Lithium	Salta	Factibilidad	14.000 t LCE
15	Salar del Rincón	Rio Tinto – Rincon Lithium	Salta	Prefactibilidad	60.000 t LCE (plan)
16	Arizaro	Lithium Chile 80 % – SMG SRL 20 %	Salta	Prefactibilidad	2.000 t LCE
17	Cauchari (Lake)	Lake Resources	Jujuy	Prefactibilidad	40.000 t LCE
18	Cauchari JV	Arcadium Lithium / South American Salars	Jujuy	Prefactibilidad	25.000 t LCE
19	Candelas	Galan Lithium	Catamarca	PEA	15.600 t LCE

20	Hombre Muerto Norte	Lithium South Development	Catamarca	PEA	15.000 t LCE
21	Salar Tolillar	Alpha Lithium	Salta	PEA	N/D

*Nota: * Capacidades publicadas o estimadas por las compañías y recopiladas por la Secretaría; los proyectos en exploración temprana aún no reportan producción proyectada. Datos expresados en toneladas de carbonato de litio equivalente (t LCE/año) salvo que se indique LiCl.*

Fuente: Secretaría de Minería de la Nación en su Portfolio of Advanced Projects – Lithium 2025 (última edición publicada, mayo 2025).

Sintetizando, la meta de 300 mil toneladas de LCE para 2035 requiere de inversiones para alcanzar unas 170 mil toneladas para los próximos 10 años (tabla 5)

Tabla 5. Proyección argentina de litio para 2035

	Producción actual 2025	Capacidad proyectada 2035	Diferencia por cubrir 2025-2035
toneladas de LCE/año	≈ 130.000	≈ 300.000	≈ 170.000

A continuación, se describen los principales métodos industriales actualmente utilizados o en desarrollo para obtener litio - desde las salmueras altoandinas y la espodumena australiana hasta los proyectos geotérmicos pioneros en Europa - resaltando sus fundamentos técnicos, plazos, costos y compromisos socioambientales.

- **Métodos tradicionales (evaporación solar).** Las salmueras altoandinas se bombean a pozas donde la radiación solar evapora el agua; posterior calcinación y carbonatación concentran Li_2CO_3 al 99,5 %. Ventaja: coste 5.000 USD/t; desventaja: ciclos de 12-24 meses y elevada huella hídrica (Flexer et al., 2023).
- **Extracción Directa de Litio (DLE).** Tecnologías de intercambio iónico (Livent), adsorción selectiva (Eramet), y membranas (Lilac). Reducen el tiempo de residencia a horas y la huella hídrica en más del 70 %, aunque requieren energía eléctrica adicional, agua considerable y resinas patentadas (Schmidt, 2024).
- **Roca dura.** Australia domina la explotación de espodumena (1,3 millones de toneladas de LCE en 2024). El mineral se tritura, concentra por flotación (6 % Li_2O) y se convierte en LiOH mediante tostación con caliza y sulfatos (Evans, 2023).

1.2 Cobre. Situación actual y procesos de extracción

El cobre es vital para electrificación: los vehículos eléctricos emplean 60 kg promedio (cuatro veces más que un auto convencional) y una turbina eólica marina de 15 MW exige 30 t de cobre (IEA, 2025). La producción global en 2024 bordea 22 millones de toneladas, liderada por Chile (24 %), Perú (10 %) y República Democrática del Congo (10 %). Sin embargo, la Agencia Internacional de la Energía (IEA) - *International Energy Agency* - prevé un déficit del 30 % - equivalente a 6 millones de toneladas - para 2035 si no se aceleran nuevos proyectos.

En cobre, los recursos nacionales tampoco alcanzan para cubrir el consumo: el BGR estima 320.000 t de metal, equivalentes a menos del 5 % de la demanda anual. La minería a cielo abierto o subterránea se topa con estrictos requisitos ambientales y sociales de la Ley Federal de Minería de Alemania - *Bundesberggesetz*, lo que ha frenado nuevas aperturas desde los noventa. Para 2030, la DERA prevé un uso interno de 1,35 Mt de cobre refinado; los proyectos nacionales aportarían menos del 3 %. Alemania compensa esa escasez con una cadena de procesamiento y reciclaje líder: plantas de Aurubis, H.C. Starck y Umicore ya recuperan el 53 % del cobre consumido y aspiran a elevar la tasa mediante economía circular. La política de seguridad de suministro se apoya, además, en la diversificación geográfica - acuerdos con Chile, Australia, Canadá y otros -, en un fondo de € 1.000 millones del KfW para coinvertir en minas extranjeras y en la investigación de cables de aluminio-carbono que podrían sustituir parcialmente al cobre en movilidad eléctrica y redes.

Argentina carece de producción cuprífera relevante desde 2018, con la sola excepción de la planta piloto Martín Bronce en Pirquitas (Jujuy); aun así, el Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR) calculó en 2024 que el país posee más de 75 Mt de recursos de cobre alojados en pórfidos de la Cordillera Frontal y los Andes Centrales, concentrados en cinco proyectos avanzados - Los Azules, Pachón, Josemaría, Taca Taca y MARA - que suman inversiones proyectadas por encima de 22.000 millones de USD y, de concretarse, podrían aportar alrededor del 5 % de la oferta mundial hacia 2031 (CAEM, 2025), expresados en la tabla 6.

El total de proyectos inscritos por la Secretaría de Minería se encuentra en el anexo, Aquí se expresaron uno en operación y 7 en construcción/factibilidad/prefactibilidad/PEA.

Tabla 6. Proyectos de cobre en la Argentina

	Proyecto	Empresa / operador principal	Provincia	Etapas	Producción anual estimada*
1	Josemaría	Lundin Mining 50 % / BHP 50 % (Deprominsa)	San Juan	Construcción	131.000 t Cu
2	El Pachón	Glencore	San Juan	Factibilidad	280.000 t Cu
3	Proyecto MARA (Agua Rica–Alumbrera)	Glencore + Newmont JV	Catamarca	Factibilidad	≈242.000 t Cu eq
4	Taca Taca	First Quantum Minerals	Salta	Factibilidad	227.000 t Cu
5	Filo del Sol	Filo Mining (Lundin Group)	San Juan	Prefactibilidad	66.000 t Cu
6	San Jorge	Solway Investment Group	Mendoza	Prefactibilidad	40.000 t Cu
7	Los Azules	McEwen Copper / Stellantis	San Juan	PEA	175.000 t Cu
8	Martín Bronce	MOM Mining — Grupo Villanueva	Jujuy	Operación (producción a pequeña escala)	≈ 60.000 t (5.000 t/mes; rango 12 - 60.000 t/ año)

*Nota: * Capacidades expresadas en toneladas de cobre (Cu) por año salvo indicación de Cu eq (cobre equivalente)⁸. Los proyectos en exploración temprana aún no reportan proyecciones de producción donde las compañías u objetivos de producción no figuran, se consigna “N/D”.*

Fuente: Secretaría de Minería de la Nación, mayo 2025.

El único volumen vigente proviene de la planta piloto Martín Bronce en Pirquitas (Jujuy), estimada en unas 60.000 t Cu/año, prácticamente ínfimo en la producción nacional buscada para posicionarse en el mercado internacional con un potencial 2035 de 650.000 t Cu/año como horizonte de la cartera cuprífera argentina, como se resume en la tabla 7:

Tabla 7. Proyección argentina de cobre para 2035

	Producción actual 2025	Capacidad proyectada 2035	Diferencia por cubrir 2035-2025
toneladas de Cu/año	≈ 60.000	≈ 650.000	≈ 590.000

⁸ Cu eq (cobre equivalente) es una medida que expresa el contenido total de metales de un depósito convertido al valor o peso equivalente de cobre, para comparar y valorar yacimientos con varios metales en una sola cifra.

La obtención del cobre metálico combina métodos de explotación - superficial o subterránea - con etapas sucesivas de concentración, fundición y refinado electroquímico. A continuación se sintetizan los eslabones esenciales de esa cadena, junto con las leyes minerales típicas y los rendimientos que caracterizan cada proceso.

- Minería a cielo abierto: se retira la sobrecarga con palas y camiones; la ley típica es 0,5 % de Cu.
- Minería subterránea por hundimiento en bloques - *block-caving*: el cuerpo mineral se fractura y cae por gravedad; la ley suele ser 0,8 % de Cu.
- Concentración por flotación: reactivos hidrofóbicos separan un concentrado con 25 % de Cu.
- Fundición flash: el concentrado se oxida rápidamente y origina un metal blister con 98 % de Cu, mientras se recupera calor para generar vapor.
- Electro-refinación: se produce cobre catódico de 99,99 % de pureza.

1.3 Cadenas de valor globales y *upgrading*

Las **cadenas de valor globales (GVC) - *Global Value Chains*** - se refieren a la fragmentación internacional de las actividades necesarias para llevar un producto o servicio desde su concepción hasta su consumo final. En otras palabras, son la secuencia de actividades - diseño, producción, comercialización, distribución, soporte al cliente, etc. - que múltiples empresas y trabajadores realizan en distintos países para agregar valor a un bien o servicio desde su origen hasta el usuario final. Este enfoque destaca cómo en la economía mundial actual las etapas productivas están dispersas geográficamente, pero coordinadas por empresas líderes que gestionan esas redes internacionales de producción (Gereffi, 2014). De hecho, se estima que alrededor del 80% del comercio mundial ocurre en el contexto de GVC lideradas o gobernadas por corporaciones transnacionales. Esto ha transformado la organización industrial, permitiendo que países se especialicen en eslabones específicos de la cadena global según sus ventajas comparativas, integrándose así en mercados internacionales (Seric & Tong, 2019). En suma, una GVC describe cómo múltiples actores en diversos lugares contribuyen de forma coordinada a la generación de valor de un producto, bajo relaciones que no son meramente transacciones aisladas de mercado sino parte de una red integrada globalmente (Gereffi & Lee, 2016).

Un concepto central en la literatura de GVC es el de **gobernanza**, que alude a las relaciones de poder, coordinación y control a lo largo de la cadena. La misma determina cómo se organizan y controlan los vínculos entre empresas dentro de la cadena global, quién toma las decisiones clave y cómo se reparten los beneficios y riesgos entre los participantes. Gereffi, Humphrey y Sturgeon (2005) propusieron una tipología influyente de cinco formas básicas de gobernanza en las GVC, definidas según tres factores: la complejidad de la información que debe intercambiarse, el grado en que esa información se puede codificar, y las capacidades del proveedor para cumplir los requerimientos del cliente. Estas cinco estructuras son: **mercado, modular, relacional, cautiva y jerárquica**. En los extremos se ubican la gobernanza de mercado puro (intercambios guiados solo por precios, con baja coordinación) y la jerárquica (integración vertical bajo el control de una empresa líder). Las formas modular y relacional son modalidades intermedias donde existe mayor coordinación que en un mercado simple, pero sin llegar a la integración completa. A continuación se caracterizan las tres modalidades principales - modular, relacional y jerárquica - destacadas en la literatura:

- **Gobernanza modular:** se da cuando las transacciones entre empresa líder y proveedores pueden codificarse fácilmente y los proveedores cuentan con capacidades suficientes para producir según especificaciones detalladas del cliente. En una cadena modular, el proveedor asume la responsabilidad de procesos completos (p. ej., fabricar un componente complejo) usando tecnología genérica de base amplia, de modo que la dependencia de un comprador específico es baja. La empresa líder transmite los parámetros técnicos al proveedor y este entrega el módulo o componente terminado; debido a la estandarización, los costos de cambiar de proveedor son relativamente bajos y las interacciones no requieren una relación estrecha de largo plazo más allá del cumplimiento de estándares técnicos.
- **Gobernanza relacional:** ocurre cuando las interacciones comprador-vendedor involucran información compleja, difícil de codificar o transmitir, lo que exige una coordinación estrecha. En estas cadenas, las partes desarrollan vínculos de confianza mediante interacciones frecuentes y el intercambio de conocimiento tácito. Se genera así una dependencia mutua entre empresa líder y proveedor, sustentada en la reputación, la proximidad (social, cultural o geográfica) y relaciones de largo plazo. A pesar de la colaboración intensa, la empresa líder suele mantener el control sobre las

especificaciones fundamentales del producto o proceso, aprovechando las capacidades únicas del proveedor (por ejemplo, suministrar insumos diferenciados de alta calidad o con características únicas) (Gereffi et al., 2005). Cambiar de socio en una gobernanza relacional implica costos altos y pérdida de aprendizaje conjunto, por lo que estas relaciones tienden a ser estables en el tiempo. Un caso típico de gobernanza relacional es la relación entre un fabricante especializado y su comprador cuando co-desarrollan componentes a medida: el conocimiento no escrito y la adaptación mutua son claves en la relación.

- **Gobernanza jerárquica:** describe cadenas donde existe integración vertical y control gerencial directo por parte de la empresa líder sobre varias etapas productivas. En este modelo, la empresa principal desarrolla y fabrica internamente gran parte de los insumos o productos (p. ej., una empresa minera que extrae y procesa el mineral dentro de su conglomerado). Este tipo de gobernanza suele surgir cuando las especificaciones técnicas no pueden codificarse fácilmente, los productos son muy complejos o no existen proveedores con las capacidades requeridas, obligando a la empresa líder a internalizar las actividades. Bajo gobernanza jerárquica, la empresa líder ejerce un control total sobre la cadena (similar a una estructura corporativa integrada). Aunque menos comunes en la era de la globalización que en décadas pasadas, las estructuras jerárquicas persisten en industrias donde la calidad y seguridad son críticas o la ventaja competitiva radica en procesos altamente especializados que las firmas prefieren no externalizar (Gereffi & Sturgeon, 2013). Un ejemplo sería una multinacional que opera sus propias filiales en distintos países para asegurarse el suministro de insumos estratégicos bajo sus estándares.

Cabe notar que estas categorías de gobernanza no son estáticas: una misma cadena de valor puede contener múltiples relaciones de distinto tipo, e incluso la forma de gobernanza dominante puede cambiar con el tiempo conforme evoluciona la industria. No obstante, la distinción entre modos de coordinación más abiertos (modular, basados en estándares) versus más estrechos (relacional, con lazos de confianza) o internos (jerárquico) permite analizar cómo se distribuye el poder en la GVC y qué implicaciones tiene para los actores involucrados (Gereffi et al., 2005; Ponte & Gibbon, 2005). En el contexto de las materias primas, por ejemplo, suelen observarse esquemas jerárquicos cuando empresas multinacionales controlan directamente

minas y refinerías, a la vez que surgen relaciones modulares en la compra de commodities estandarizados en bolsas de metales, o relaciones más relacionales/cautivas cuando productores locales dependen de acuerdos de suministro con grandes compradores bajo ciertas condiciones. La gobernanza de la GVC, en suma, influye en las oportunidades de cada país y empresa dentro de la cadena, incluyendo sus posibilidades de aprendizaje, negociación y mejor captura de valor (Sturgeon, 2009).

Además de entender cómo se organiza la cadena, la literatura de GVC introduce el concepto de ***upgrading***⁹ - mejora o escalamiento en la cadena de valor - para analizar las trayectorias de desarrollo de países y firmas dentro de estas cadenas. De acuerdo con Humphrey y Schmitz (2002), existen cuatro tipos clásicos de *upgrading* en una GVC:

- **Upgrading de proceso:** implica mejorar la eficiencia de los procesos productivos, es decir, transformar insumos en productos de manera más eficiente mediante la reorganización del sistema de producción o la adopción de tecnologías superiores, busca reducir costos, mejorar la productividad o la calidad a través de innovaciones de proceso (por ejemplo, optimizar el método de extracción de litio o refinación de cobre para incrementar el rendimiento). Un resultado típico del *process upgrading* es producir lo mismo con menor costo o impacto, o producir más rápido y consistentemente, lo que aumenta el valor añadido por unidad y la competitividad del eslabón. En el contexto minero, esto abarca desde implementar técnicas de extracción más modernas hasta optimizar la cadena logística para exportar concentrado mineral de forma más eficaz.
- **Upgrading de producto:** consiste en pasar a productos más sofisticados o de mayor valor dentro de la cadena. Implica mejorar las características del producto final o desarrollar nuevos productos de mayor complejidad tecnológica. En el caso de minerales, esto podría significar producir derivados avanzados (por ejemplo, cátodos de litio grado batería en lugar de carbonato de litio técnico, o cobre con pureza especial para semiconductores en vez de cobre refinado estándar). Al incrementar la calidad, funcionalidad o especificaciones del producto, el país o la empresa logran precios unitarios más altos y acceden a mercados más exigentes.

⁹ *Upgrading* se define generalmente como el proceso por el cual empresas, regiones o países avanzan hacia actividades de mayor valor agregado dentro de la cadena, mejorando su posición competitiva y capturando mayores beneficios (Humphrey & Schmitz, 2002).

- **Upgrading funcional:** ocurre cuando una empresa o economía asume nuevas funciones de mayor valor dentro de la cadena, abandonando o reteniendo según convenga las funciones de menor valor. En otras palabras, se sube o baja de escalón en la cadena de valor. Por ejemplo, un productor de materia prima que tradicionalmente solo extraía mineral (función de producción básica) puede agregar la función de procesamiento industrial (refinación o fabricación de compuestos químicos de litio, en el caso del litio; fundición de cobre y elaboración de semielaborados, en el caso del cobre). Al realizar *upgrading* funcional, el actor incrementa el contenido de conocimiento y habilidades de sus actividades, capturando una proporción mayor del valor final. En el vínculo transnacional, un *upgrading* funcional suele requerir inversiones en nuevas capacidades y a veces alianzas: por ejemplo, una empresa argentina de litio asociándose con una alemana para desarrollar localmente la etapa de fabricación de celdas de batería como nueva función en lugar de solo exportar carbonato. Ese salto funcional añade valor local y cambia la posición negociadora de Argentina en la cadena (Pietrobelli & Rabellotti, 2011).
- **Upgrading intersectorial (o *inter-chain*):** se da cuando las capacidades adquiridas en una cadena o sector se aplican para ingresar a una industria diferente pero relacionada. Es decir, la firma o región diversifica su actividad aprovechando conocimientos previos. Un ejemplo sería que un país minero como Argentina, tras desarrollar experiencia en la cadena del litio, la utilice para incursionar en el sector de baterías de ion-litio o en la manufactura de vehículos eléctricos. Aquí el *upgrading* implica saltar hacia una nueva cadena de valor (por ello también se le llama *upgrading* de cadena). En el caso del cobre, podría implicar que empresas locales amplíen su alcance hacia la fabricación de productos electrónicos o componentes eléctricos sofisticados utilizando el cobre refinado. El *upgrading* intersectorial suele ser el más desafiante, ya que requiere construir ventajas competitivas en un ámbito industrial distinto, pero puede ofrecer las mayores recompensas en términos de desarrollo económico al crear nuevas industrias downstream vinculadas a la materia prima original (Fernandez-Stark *et al.*, 2014).

En síntesis, el concepto de *upgrading* permite evaluar cómo un país como Argentina podría capturar mayor valor en las GVC de litio y cobre, ya sea produciendo de forma más eficiente (proceso), fabricando productos de mayor calidad o valor (producto), incorporando etapas

adicionales como la refinación o fabricación industrial (funcional), o bien desarrollando nuevas industrias vinculadas (intersectorial). La relevancia de estos caminos de mejora es doble: por un lado, determinan el potencial de desarrollo local (más ingresos, empleo calificado, aprendizaje tecnológico); por otro, afectan la estrategia de los socios extranjeros (en este caso, Alemania) respecto de cómo integrarse en la cadena de suministro de manera segura y sostenible.

Los conceptos de GVC, gobernanza y *upgrading* no son meramente teóricos, sino que resultan altamente pertinentes para analizar las estrategias de integración entre un país proveedor de recursos como Argentina y un país demandante de materias primas de alta tecnología como Alemania. Ambos sectores - litio y cobre - están insertos en cadenas de valor globales complejas, donde las etapas van desde la extracción del mineral en bruto, pasando por procesos de refinación y transformación industrial, hasta la fabricación de productos finales (baterías, vehículos eléctricos, cableado, electrónica) que se consumen en mercados globales. Comprender la gobernanza de estas cadenas y las oportunidades de *upgrading* es clave por varias razones:

- **Poder de negociación y estructura de la cadena:** Históricamente, las cadenas de valor de minerales han tendido a formas de gobernanza jerárquicas o cautivas, dominadas por unas pocas empresas líderes que controlan tecnología, marcas o acceso a mercados (Bridge, 2008; Durán & Zalcicever, 2013). En el caso del litio, por ejemplo, un puñado de compañías multinacionales controla el procesamiento químico avanzado, lo que deja a países extractores como Argentina en la parte baja de la cadena, vendiendo un commodity (carbonato o concentrado) con poco valor agregado local. Sin embargo, la relación con Alemania ofrece la posibilidad de reconfigurar parcialmente esa gobernanza hacia esquemas más relacionales o modulares, mediante acuerdos de cooperación, *joint ventures* y estándares compartidos. Alemania, como economía altamente industrializada, busca asegurar insumos críticos sin desarticular las cadenas globales existentes - es decir, sin caer en un proteccionismo que aisle a sus industrias, sino a través de alianzas internacionales (Le Mouel & Poitiers, 2023). Esto significa que el vínculo con Argentina se concibe bajo una gobernanza colaborativa: memorandos de entendimiento, contratos de suministro a largo plazo con criterios ESG, co-inversiones en proyectos de refinación, etc., los cuales reducen la incertidumbre para ambos lados y crean una infraestructura institucional para coordinar la cadena. Por ejemplo, un contrato *off-take* de litio firmado

entre BMW y una empresa argentina garantiza mercado estable al productor local y suministro seguro al comprador alemán, con cláusulas de calidad y sostenibilidad; esta es una forma de gobernanza relacional (basada en confianza mutua y adaptación a estándares) que contrasta con la simple compra al contado en el mercado internacional. Asimismo, Alemania ha preferido fomentar un entramado institucional bilateral (grupos de trabajo, foros, seguros de crédito, apoyos financieros vía KfW) que encuadre la relación dentro de una GVC más coordinada en vez de dejarla a transacciones dispersas de mercado. Esto responde a la necesidad de controlar riesgos de suministro a la vez que se promueve el *upgrading* en origen.

- **Cumplimiento de estándares y sostenibilidad:** La gobernanza de la cadena también es relevante por las crecientes exigencias de sostenibilidad ambiental y social. Alemania y la UE (vía la Ley de Materias Primas Críticas, CRMA) imponen requisitos ESG a los minerales que importan. Una forma de asegurar esos estándares es participando más de cerca en la cadena productiva (gobernanza más jerárquica o relacional). Para Argentina, esto abre la oportunidad de *upgrading* funcional mediante acuerdos que incluyan transferencia de tecnología para minería sustentable o refinación más limpia, cumplimiento de normas internacionales, certificación de trazabilidad, etc. Por ejemplo, la cooperación germano-argentina en litio ha incorporado proyectos de trazabilidad *blockchain* y capacitación en estándares ambientales, elementos que forman parte de gobernar conjuntamente la GVC del litio. De esta manera, se vincula el *upgrading* de procesos (adopción de mejores prácticas productivas) con la inserción en nichos de mercado de mayor valor (p. ej., litio “verde” certificado para la industria automotriz alemana). La coordinación bilateral actúa aquí como mecanismo de *upgrading*: Argentina recibe know-how y capital para mejorar sus procesos y eventualmente diversificar sus funciones, mientras Alemania asegura que la materia prima cumpla los criterios para su industria tecnológica.
- **Diversificación y seguridad de suministro:** Desde la perspectiva alemana (y europea), involucrarse en la cadena de valor del litio y cobre de sus socios busca reducir su dependencia de proveedores únicos o poco confiables (como China en el caso del procesamiento de litio). Esto se alinea con una estrategia de gobernanza relacional/modular donde Alemania establece múltiples fuentes y se involucra a nivel de cadena para evitar cuellos de botella. Para Argentina, esto significa una demanda asegurada a largo plazo, lo que a su vez puede justificar inversiones en *upgrading*. Por

ejemplo, saber que habrá compradores comprometidos por una década permite al país considerar la instalación de una planta de refinación local (un caso de *upgrading* funcional/proceso), ya que no dependería solo de la volatilidad del mercado spot. La CRMA de la UE explícitamente busca que parte del procesamiento ocurra dentro o con aliados cercanos, aspirando a que al menos 40% del valor agregado en materias críticas se realice en jurisdicciones confiables. Esto impulsa a Alemania a integrar verticalmente o colaborar horizontalmente con países como Argentina para desarrollar esas capacidades de procesamiento. En el sector del cobre, por ejemplo, podrían surgir iniciativas para refinar cobre argentino con participación alemana (sea inversión en fundiciones locales o envío de concentrado a fundiciones en Europa bajo acuerdos preferenciales), en ambos casos alterando la gobernanza previa dominada por traders y fundiciones asiáticas, hacia una cadena más integrada regionalmente.

- **Upgrading local y desarrollo industrial:** Para Argentina, la relevancia última de estos conceptos está en cómo puede pasar de ser un proveedor de materia prima a un proveedor de productos de mayor valor dentro de la cadena global de litio y cobre. El *upgrading* es esencial para evitar exportar únicamente commodities e importar productos manufacturados caros. El litio ofrece una oportunidad histórica: no solo exportar carbonato o hidróxido de litio, también se podría avanzar hacia la producción de celdas y baterías, lo cual representaría un salto intersectorial importante. Igualmente, en cobre, Argentina podría aspirar a no solo extraer concentrado, sino tener capacidad de refinación electrolítica y fabricación de semielaborados (alambrón, aleaciones especiales) en territorio argentino. Lograr estos *upgrades* implicaría modificar la inserción de Argentina en la GVC de estos metales - pasando de una posición periférica a una más central. Aquí la cooperación con Alemania puede ser un catalizador: a través de inversiones conjuntas, asistencia técnica y creación de demanda garantizada, Alemania puede ayudar a construir las capacidades productivas que Argentina hoy carece. A cambio, Alemania obtiene una fuente diversificada y confiable de materiales críticos, alineada con sus estándares y potencialmente a costos competitivos en el mediano plazo. En términos teóricos, sería un caso de *upgrading* funcional (Argentina sumando funciones industriales) apoyado en una gobernanza relacional (alianza estratégica Alemania-Argentina). La literatura sobre GVC reconoce que el apoyo de socios desarrollados y las políticas industriales son factores cruciales para que países en desarrollo logren *upgrading*

exitoso (Gereffi, 2018; Pietrobelli & Staritz, 2018). En este sentido, la alianza Alemania-Argentina que se está tejiendo alrededor del litio y el cobre refleja estos conceptos: crear una cadena de valor binacional en la cual Argentina escale posiciones (más valor local en su producción) y Alemania asegure sus insumos estratégicos bajo condiciones favorables para ambas partes.

En conclusión, la incorporación de las nociones de cadenas de valor globales, sus esquemas de gobernanza y las vías de upgrading en el análisis proporciona un marco sólido para entender las dinámicas del sector litio-cobre entre Alemania y Argentina. Permite explicar por qué no se trata solo de vender y comprar un recurso, sino de cómo se organiza esa relación productiva y cómo Argentina puede avanzar en la escalera de valor. Un enfoque de GVC ilumina las estrategias de integración de cadenas posibles: por ejemplo, identifica la necesidad de pasar de transacciones unitarias a acuerdos de largo plazo (cambiando de gobernanza de mercado a relacional), de exportar materia prima a co-desarrollar procesos industriales (*upgrading* funcional/proceso), y de una relación meramente comercial a una asociación estratégica que incluya inversión, transferencia tecnológica y coordinación política. Solo entendiendo la estructura global de la cadena de litio y cobre, y las oportunidades de upgrading en ella, se pueden diseñar estrategias eficaces que, como busca la CRMA, combinen seguridad de suministro para Alemania con desarrollo sostenible y agregado de valor en Argentina. Por ello, los conceptos de GVC y *upgrading* no solo son relevantes sino fundamentales para orientar las políticas y recomendaciones presentadas en este trabajo en favor de una integración mutuamente beneficiosa de las cadenas de valor de litio y cobre entre Alemania y la Argentina.

Capítulo 2: Estrategias de cooperación e integración de cadenas de valor

Una estrategia de cooperación se define como el plan mediante el cual dos o más organizaciones coordinan recursos y competencias para generar rentas relacionales, es decir beneficios que sólo emergen cuando los socios comparten conocimiento, activos complementarios y mecanismos de gobernanza que reducen el oportunismo (Dyer & Singh, 1998). En el plano internacional, estas estrategias añaden un matiz geopolítico: los Estados buscan disminuir riesgos sistémicos - por ejemplo, interrupciones en la cadena de suministro - y equilibrar

relaciones de poder con actores que acaparan etapas clave del proceso productivo . (European Commission, 2023).

Estas estrategias de cooperación operan de un modo multinivel que consta de 4 puntos:

1. El Memorando de Entendimiento - MoU (*Memorandum of Understanding*) intergubernamental coloca los cimientos políticos y habilita las grandes líneas de financiación.
2. Las Asociaciones Público-Privadas (PPP¹⁰) - *Public-private partnerships* - y *joint ventures*¹¹ industriales levantan la estructura económica, transformando acuerdos en plantas, carreteras y puestos de trabajo.
3. Las plataformas internacionales tienden una malla de seguridad normativa que asegura transparencia y sostenibilidad a escala global.
4. La relación con las comunidades cierra la obra, otorgando legitimidad social y estabilidad en el territorio.

El esquema opera en cuatro capas que se refuerzan mutuamente: primero, el MoU UE-Argentina brinda respaldo político y abre la puerta a financiamiento europeo, luego, las PPP y *joint ventures* convierten ese marco en plantas e infraestructura, combinando capital público y privado; para asegurar prácticas responsables, los proyectos se someten a estándares como IRMA, que verifican requisitos ESG¹² y facilitan la aceptación en el mercado europeo ; por último, la continuidad descansa en la licencia social otorgada por las comunidades locales, cuya participación mantiene la estabilidad del proyecto en el territorio .

Para comprender el alcance de la cooperación intergubernamental, cuando Bruselas y Lusaka firmaron el Memorando de Entendimiento UE - Zambia en octubre 2023, no se limitaron a una declaración de buenas intenciones. El documento fijó un calendario común, definió cinco ejes de trabajo - infraestructura, I+D, capacitación, valor agregado y sostenibilidad - y activó la posibilidad de movilizar financiación europea del programa Global Gateway. En la práctica, esto

¹⁰ Las Asociaciones Público-Privadas (PPP) son contratos a largo plazo entre una entidad estatal y una empresa privada para financiar, construir, operar y mantener una infraestructura o servicio público, en el que el socio privado asume riesgos significativos de diseño, construcción, disponibilidad y/o demanda, y recibe pagos (tarifas o contraprestaciones del Estado) ligados al desempeño acordado.

¹¹ Los *Joint ventures* son arreglos estratégicos en el que dos o más empresas crean una entidad o proyecto compartido, jurídicamente independiente o regulado por contrato, aportando capital, tecnología y capacidad de gestión; los socios distribuyen la propiedad, los riesgos y los beneficios de forma proporcional, sin perder su autonomía corporativa fuera del emprendimiento conjunto.

¹² Estándar para Criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) - *Environmental, Social & Governance* - para minería.

significa que la refinería zambiana de cobre, tradicionalmente exportadora de concentrados, podrá modernizarse con tecnología y capital europeos bajo reglas ambientales comparables a las de la UE. De ese modo, la asociación reduce la dependencia europea de proveedores únicos y, al mismo tiempo, incrementa la industrialización local de Zambia (Schulze, 2023).

Un segundo Memorando de Entendimiento relevante es el firmado entre la Unión Europea y la República Argentina el 13 de junio de 2023, orientado a desarrollar cadenas de valor sostenibles para el litio y otros minerales críticos. Este MoU amplía el alcance geográfico de la estrategia europea y refuerza la cooperación con economías emergentes con abundantes reservas. (European Commission & Ministerio de Relaciones Exteriores de la Nación, 2023).

Las alianzas públicoprivadas (PPP) operan como motor financiero y operativo de los grandes proyectos mineros. La estabilidad de las mismas depende de la asignación equilibrada de riesgo regulatorio, inversión inicial y beneficios futuros. Cuando una normativa impone sanciones creíbles por incumplimiento ambiental, las empresas aumentan su esfuerzo de cumplimiento; si el castigo es inexistente o exagerado, la cooperación se erosiona. En otras palabras, el contrato de PPP funciona como un tablero de incentivos donde Estado y empresa corrigen sus estrategias hasta alcanzar un punto de equilibrio estable (Schulze, 2023).

Las plataformas internacionales funcionan como una malla de seguridad normativa donde las cadenas de suministro de metales atraviesan fronteras y sistemas legales. El *think tank*¹³ del Instituto Alemán de Asuntos Internacionales y de Seguridad (SWP) - *Stiftung Wissenschaft und Politik* - desarrolló su llamada diplomacia sostenible de materias primas apoyada en dos herramientas complementarias: Un marco regulatorio mínimo obligatorio (por ejemplo, requisitos de diligencia debida) que evite el dumping ambiental entre Estados, y una combinación de estándares voluntarios (IRMA, CERA 4in1, OCDE¹⁴) capaz de adaptarse con agilidad a innovaciones tecnológicas y a la presión de los mercados financieros ESG. La finalidad es doble: reducir las asimetrías de poder que hoy concentran la fundición y el refinado en pocos países, y mejorar la transparencia a lo largo de toda la cadena de valor. (Schulze, 2023)

¹³ El *think tank* es una organización dedicada a la investigación y el análisis de políticas públicas que produce estudios y recomendaciones para orientar decisiones gubernamentales o privadas.

¹⁴ OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - *Due Diligence Guidance for Responsible Supply Chains of Minerals from Conflict-Affected and High-Risk Areas* - es el estándar que fija los pasos de diligencia debida para asegurar trazabilidad, respeto a los derechos humanos y prácticas responsables a lo largo de la cadena de suministro de minerales.

La tríada de cooperación empresa - comunidad - Estado decanta en una licencia social dinámica. La experiencia de las minas McArthur River y Diavik en Canadá llevó a que la comunidad indígena obtenga tres prerrogativas decisivas: Presencia paritaria en el comité de monitoreo ambiental, derecho a auditar datos operativos de la empresa y participación en beneficios mediante regalías y contratación local. El resultado fue tangible: la mina evitó bloqueos, mejoró sus indicadores de seguridad y prolongó su vida útil gracias a la confianza construida. Esto demuestra que la participación comunitaria no es un costo adicional sino un seguro de continuidad operativa (Ofosu & Arthur-Holmes, 2025)

Cada nivel refuerza al anterior: sin el paraguas político, la inversión privada es opaca; sin la inversión, la diplomacia carece de impacto; y sin licencia social, todo el proyecto se esfuma. Entender esta interdependencia vertical es esencial para analizar la posición actual de Alemania y la Argentina en las cadenas de litio y cobre, y para interpretar los estudios de caso que vertebran el resto de esta tesis.

Toda cooperación robusta se construye, antes que nada, sobre objetivos compartidos: la UE pretende diversificar y descarbonizar sus cadenas de suministro; países proveedores - así ocurrió con Zambia -buscan atraer inversión, añadir valor local y generar empleo. Ese contrato preliminar otorga razón de ser a los acuerdos formales que vendrán después. Cuando Bruselas y Lusaka firmaron el Memorando de Entendimiento de octubre 2023, el texto incluyó un glosario de metas concretas - lograr capacidad de fundición local, capacitar técnicos zambianos y alcanzar estándares ambientales comparables a los europeos - que clarificó expectativas a largo plazo . (European Commission, 2023)

El marco institucional da forma jurídica a esa convergencia de intereses. La práctica reciente muestra un doble andamiaje: por un lado, instrumentos vinculantes (contratos de *joint venture*, estatutos societarios, licencias) que detallan compromisos financieros y cláusulas de salida; por el otro, estándares voluntarios - IRMA, CERA 4in1 o la EITI¹⁵ - que aportan flexibilidad para actualizar criterios de sostenibilidad sin tener que renegociar todo el paquete normativo. Al

¹⁵ EITI: Iniciativa para la Transparencia de las Industrias Extractivas - *Extractive Industries Transparency Initiative* - es una iniciativa internacional creada en 2003 que establece un estándar global de transparencia y rendición de cuentas para la gestión de los ingresos provenientes de las industrias extractivas (petróleo, gas y minería).

quedar incorporados por referencia en los contratos, estos estándares pasan a ser exigibles y ofrecen seguridad regulatoria a los inversores.

Después llega la cuestión de la gobernanza. Los casos de las minas McArthur River y Diavik, en el norte de Canadá, ilustran cómo un comité tripartito - industria - gobierno - comunidad - con poder real de veto es más eficaz que una simple mesa de diálogo: al saberse copropietaria del proceso, la comunidad indígena se involucró en la vigilancia ambiental y el monitoreo de fauna, y la mina evitó paros prolongados, evitando así que si un actor cambia las reglas unilateralmente, el resto puede bloquear la decisión. (Poelzer et al., 2023).

Para la arquitectura financiera, en la práctica, el dinero llega en capas superpuestas: primero los créditos concesionales de instituciones europeas; luego el capital propio de la empresa minera y, por último, los fondos de pensiones o aseguradoras que compran bonos verdes respaldados por el flujo futuro de mineral refinado. Esa estructura de *blended finance*¹⁶ redistribuye el riesgo: los préstamos blandos absorben la exposición país y atraen capital privado que, de otro modo, exigiría tasas prohibidas.

Finalmente, todo el edificio descansa sobre un sistema de rendición de cuentas. El mandato de la Iniciativa de Minería Climáticamente Inteligente – *Climate Smart Mining Initiative* - del Banco Mundial ofrece una buena radiografía: acceso a financiación solo a cambio de planes creíbles de descarbonización y de información pública sobre emisiones. La premisa es sencilla: datos verificables generan confianza entre partes, bajan el costo de capital y blindan la legitimidad social del proyecto. Así, el círculo se cierra, objetivos acordados, reglas claras, dinero disponible y vigilancia independiente constituyen la anatomía inseparable de una cooperación minera que pretenda sobrevivir más allá de los ciclos políticos y de precios. (World Bank, 2023).

Un diagnóstico incompleto suele encarecer la fase de ejecución, pues emergen riesgos no previstos - por ejemplo, comunidades no consultadas que paralizan obras. En la negociación, los indicadores clave deben ser medibles y verificables; de lo contrario, las auditorías externas en la fase de monitoreo se vuelven meros trámites. Cuando estas etapas están bien encadenadas, la cooperación sobrevive a cambios de gobierno o a shocks de precios, como demuestra la revisión bianual establecida en el partenariado UE - Zambia (Schulze, 2023).

¹⁶ Blended finance (financiación combinada) es el uso estratégico de recursos públicos o concesionales de desarrollo - por ejemplo, préstamos blandos de bancos multilaterales o garantías estatales - para movilizar capital comercial adicional hacia proyectos con impacto social o ambiental; al absorber parte del riesgo o mejorar la rentabilidad percibida, estos fondos públicos apalancan la entrada de inversionistas privados en sectores y países donde, sin ese impulso, no invertirían.

La tabla 8 esquematiza las cuatro etapas que, de acuerdo con la práctica comparada, marcan el ciclo de vida de una cooperación exitosa.

Tabla 8. Ciclo de vida de una cooperación exitosa

Fase	Actividades principales	Salidas esperadas
1. Diagnóstico	Mapeo de actores, evaluación de capacidades y riesgos; análisis normativo y socioambiental.	Hoja de ruta preliminar; roles y responsabilidades definidos.
2. Negociación	Definición de metas, cronograma, aportes de cada parte y mecanismos de gobernanza.	Acuerdo formal con indicadores clave de desempeño.
3. Ejecución	Despliegue de inversiones, construcción de infraestructura, transferencia tecnológica y puesta en marcha.	Operación inicial y generación de valor.
4. Monitoreo y ajuste	Auditorías ESG, evaluaciones periódicas y posible renegociación de cláusulas adaptativas.	Mejora continua o desinversión ordenada.

Fuente: Schulze, M. (2023).

Si diseñar la cooperación es arduo, sostenerla a lo largo de décadas lo es todavía más. En primer lugar, es requisito una coherencia de políticas. Cuando la UE firmó sus resoluciones de materias primas, alineó el texto con la CRMA y con el Pacto Verde; esa coherencia evitó la clásica parálisis reglamentaria que se produce cuando un acuerdo internacional choca con normas internas contrapuestas (European External Action Service, 2023).

En segundo lugar, la experiencia muestra que la equidad en la distribución de beneficios y riesgos es decisiva. Estudios basados en teoría de juegos demuestran que, si el Estado diseña un contrato de alianza públicoprivada donde captura la mayor parte de las regalías pero deja al operador privado con todos los riesgos de mercado, la empresa responderá reduciendo inversión en exploración o buscando renegociar el convenio; el equilibrio se rompe y la cooperación se descarrila (Dyer & Singh, 1998).

La participación comunitaria es el tercer pilar. La narrativa dominante solía ver a las comunidades como un riesgo a mitigar; los casos canadienses demuestran lo contrario: cuando las comunidades adquieren un rol de cogestión - acceso a información técnica, monitoreo conjunto, participación en beneficios - dejan de bloquear el proyecto y empiezan a protegerlo como fuente de ingresos propias. Esa alianza social reduce costos de seguridad, facilita permisos y prolonga la vida útil de la mina (Poelzer et al., 2023).

El cuarto elemento clave es la solidez financiera. La cooperación UE - Zambia previó la creación de un fondo específico *Team Europe* para financiar infraestructura y refinerías locales, respaldado por garantías de exportación de Estados miembro. Este colchón financiero reduce la prima de riesgo y permite a los bancos comerciales sumarse al proyecto sin exigir tasas prohibitivas. Cuando la ingeniería financiera es frágil, los retrasos se traducen en sobrecostos que pueden volverse impagables, forzando renegociaciones que desgastan la relación (Schulze, 2023).

Por último, la credibilidad ambiental hace de contrapeso reputacional. La adhesión voluntaria a la *Climate Smart Mining Initiative* obliga a reportar la huella de carbono y a elaborar planes de mitigación verificables. Esa transparencia persuade a los fondos soberanos y a los financistas institucionales - hoy cada vez más sensibles a los criterios ESG - de que la operación no se convertirá en un pasivo ambiental imprevisto. Así, los compromisos verdes dejan de ser una carga añadida y se transforman en un activo que abarata el crédito y amplía los mercados potenciales del metal refinado (World Bank, 2023).

En síntesis, las alianzas mineras que prosperan no son fruto del azar, sino de la combinación disciplinada de coherencia normativa, reparto equilibrado de valor, inclusión social, solidez financiera y transparencia ambiental. Cuando alguno de estos engranajes se atasca, la cooperación se ralentiza o incluso colapsa; cuando funcionan al unísono, generan la confianza que las cadenas de suministro críticas necesitan para anclar inversiones multimillonarias y mantenerlas operativas a lo largo de décadas.

Como enseñanzas de casos recientes para litio y cobre, la experiencia intergubernamental UE - Zambia demuestra que los proyectos de cobre logran atraer financiamiento europeo cuando integran valor local - fundiciones, capacitación— -y aplican estándares ESG verificables. Modelos PPP estudiados en Asia central subrayan la importancia de asignar incentivos regulatorios claros para mantener la cooperación a lo largo del ciclo minero. Por su parte, la gobernanza tripartita en las minas canadienses ilustra cómo la participación de comunidades indígenas reduce demoras y litigios ambientales, lección relevante para los salares de litio y los yacimientos de cobre situados

en territorios con fuerte identidad cultural en la Argentina (Ofosu & Arthur-Holmes, 2025), (European External Action Service, 2023).

Estos precedentes no dictan una receta única; sí ofrecen evidencia histórica y actual de que la cooperación sólida se asienta en marcos institucionales claros, gobernanza inclusiva y objetivos compartidos, elementos que confrontarán con la realidad específica del litio y el cobre en Alemania y la Argentina.

2.1 Instrumentos financieros de la EU y Alemania para el litio y cobre

La Unión Europea enfrenta un déficit estructural en el suministro de litio (≈ 140.000 t LCE/año) y cobre ($\approx 1,8$ millones t/año) proyectado hacia 2030, según estimaciones de la agencia alemana DERA (2024). Para abordar esta vulnerabilidad, la UE ha establecido objetivos y mecanismos dirigidos a asegurar fuentes confiables y sostenibles de estos insumos críticos. En particular, el Reglamento (UE) 2024/1252 de la CRMA, fija como mencionado anteriormente, metas para 2030 para producción interna de al menos 10 % de su consumo de materias críticas, procesar 40 % dentro del bloque y obtener al menos 25 % a partir de material reciclado, establece que no más del 65 % del consumo anual de cada materia prima estratégica provenga de un solo país exportador, incentivando la diversificación hacia proveedores con acuerdos de asociación vigentes (Parlamento Europeo y Consejo de la UE, 2024). Esto obliga a la UE a movilizar financiamiento e incentivos que viabilicen nuevos proyectos de extracción, refinación y reciclaje de litio, cobre y otros materiales clave, tanto dentro de Europa como en países aliados, en consonancia con sus objetivos para garantizar el suministro (Comisión Europea, 2023).

Se ha desplegado un abanico de **mecanismos de financiación europeos** destinados a apoyar el desarrollo de proyectos de materias primas críticas. Entre los más importantes se encuentra el Fondo de Innovación de la UE (*Innovation Fund*), alimentado por ingresos del régimen de comercio de emisiones (ETS), que otorga subvenciones a proyectos que reduzcan sustancialmente las emisiones de gases de efecto invernadero en industrias intensivas (ej. financiación de CAPEX para tecnologías de minería y metalurgia más limpias).

Por su parte el Banco Europeo de Inversiones (BEI) juega un rol central a través del programa InvestEU y su nueva ventana estratégica (*Strategic European Investment Window*). En el programa Sustainable Infrastructure de InvestEU se combinan garantías de la UE y del BEI para cubrir hasta ≈ 30 % del riesgo crediticio de proyectos alineados con la taxonomía verde (Banco Europeo de Inversiones, 2024a), facilitando préstamos a iniciativas de extracción, procesamiento

o reciclaje de litio y otros metales críticos que cumplan estándares ambientales. De hecho, el BEI anunció en 2024 su primer financiamiento directo a la minería de materias primas críticas dentro de Europa: un préstamo de € 150 millones al proyecto de litio Keliber en Finlandia, respaldado por una garantía de InvestEU, con el objetivo de incrementar la producción europea de hidróxido de litio para baterías (Banco Europeo de Inversiones, 2024b).

Otro instrumento relevante es el Fondo de Transición Justa, que canaliza recursos a regiones mineras en reconversión (por ejemplo, antiguas cuencas carboníferas) para diversificar su economía hacia actividades sostenibles, incluyendo proyectos de extracción de minerales críticos, asegurando que la transición energética no deje rezagadas a estas comunidades.

El programa marco de I+D Horizonte Europa destina fondos a la innovación en materia de materias primas: su *Cluster 4 Digital, Industry and Space* incluye convocatorias específicas para garantizar el suministro sostenible de materias primas, financiando consorcios de investigación que desarrollan nuevas tecnologías de exploración, extracción eficiente, sustitución de materiales y reciclaje avanzado (Comisión Europea, 2025). Un ejemplo es la iniciativa ERA-MIN 3 cofinanciada por la UE, que en 2022-2023 otorgó subvenciones (≈€ 30 millones) a diez consorcios europeos enfocados en reciclaje de imanes de tierras raras (proyecto RE-Magnets), demostrando el apoyo a la economía circular de metales críticos (Comisión Europea, 2023b).

Asimismo la UE ha impulsado organismos y alianzas especializadas para complementar estos fondos. El EIT RawMaterials, comunidad de innovación del Instituto Europeo de Innovación y Tecnología, ofrece esquemas de financiamiento para iniciativas emergentes en la cadena de valor de minerales: por ejemplo, otorga subvenciones tipo *Booster*¹⁷ de hasta € 500.000 a *start-ups* y *scale-ups*, así como fondos *Upscaling* de mayor magnitud (hasta ≈€ 2,5 millones) para proyectos piloto que validen tecnologías innovadoras en minería, refinación o reciclaje (EIT RawMaterials, 2024). Estas ayudas han sido instrumentales para escalar soluciones como nuevos métodos de extracción directa de litio o procesos de refinado con menor huella de carbono (EIT RawMaterials, 2024).

La Alianza Europea de Baterías (EBA) - *European Battery Alliance* - lanzada en 2017, actúa como plataforma público-privada para estructurar proyectos a lo largo de la cadena de suministro de baterías, desde la extracción de litio hasta la fabricación de celdas. La EBA facilita la

¹⁷ *Booster* refiere a una ayuda económica proporcionada, generalmente por un organismo público o privado, para impulsar o acelerar un proyecto o actividad, con el objetivo de mejorar sus resultados o lograr un mayor impacto.

coordinación entre productores de materias primas y usuarios industriales (fabricantes de baterías y automotrices), promoviendo acuerdos de compra a largo plazo (*off-take*) que sirven como pre-financiación para nuevos emprendimientos mineros. Gracias a esta alianza y al apoyo del BEI, se han posibilitado inversiones estratégicas: por ejemplo, EIT InnoEnergy (coordinador industrial de la EBA) anunció un acuerdo de inversión y apoyo para el proyecto de manganeso Chvaletice en Chequia, incluyendo la gestión de *off-takes* con fabricantes europeos (EIT InnoEnergy, 2021). Esta sinergia entre la Comisión, el BEI y la industria a través de la EBA ha contribuido a cerrar aproximadamente € 20.000 millones en nuevas inversiones en la cadena de baterías para 2025 (EIT InnoEnergy, 2021).

Los esfuerzos comunitarios se ven complementados por mecanismos de financiamiento desplegados por Estados miembros, particularmente aquellos con industrias demandantes de minerales críticos. En los **instrumentos financieros a nivel alemán**, , por ejemplo, el gobierno ha desarrollado una estrategia integral para asegurar el acceso a litio, cobre y otros insumos clave para la transición energética y la industria automotriz. El Ministerio Federal de Economía y Acción Climática (BMWK) implementa programas de apoyo a la exploración geológica de minerales críticos, que brindan asistencia técnica y cofinanciamiento a empresas que exploran nuevos yacimientos en el exterior, con miras a ampliar la base de reservas disponibles para empresas europeas. Asimismo, Alemania ha fortalecido sus esquemas de garantías públicas a la exportación orientadas a materias primas: bajo la iniciativa *Green Transition*, las clásicas coberturas Hermes (garantías de crédito a la exportación otorgadas por la aseguradora Euler Hermes por cuenta del Estado) ahora cubren hasta el 80 % del riesgo comercial en proyectos vinculados a cadenas de valor de baterías y materias primas estratégicas, incluso cuando las exportaciones involucradas no sean bienes de equipo alemanes sino compromisos de suministro de largo plazo (*Untied loan guarantees*) (Euler Hermes, 2023). A fines de 2023 Alemania aprobó garantías UFK para asegurar financiaciones de plantas de procesamiento de cátodos de baterías y acuerdos de *off-take* de litio, demostrando la flexibilidad de este instrumento dentro de su nueva Estrategia de Materias Primas (BMWK, 2023) .

Otra herramienta destacada es el **Fondo de Materias Primas de Alemania**, anunciado en 2023, con un capital previsto de aproximadamente € 1.000 millones aportado por el Estado. Este fondo, administrado a través del banco público KfW, tiene el mandato de invertir en proyectos de extracción, procesamiento o reciclaje de minerales críticos, tanto en Alemania como en el extranjero, que contribuyan a la seguridad de suministro de la industria europea (KfW, 2023).

A diferencia de las subvenciones, opera mediante inversiones de capital o deuda en proyectos, típicamente adquiriendo participaciones minoritarias en minas o plantas de refinación, o brindando préstamos subordinados, para apalancar así financiación privada adicional. Los proyectos elegibles deben estar alineados con criterios de sostenibilidad y con la lista de materias primas críticas de la UE, dando prioridad a aquellos clasificados de mayor riesgo de abastecimiento según el DERA (2024). La duración inicial del fondo es de 4 años y se coordina con iniciativas similares de Francia e Italia, que conjuntamente han comprometido € 2.500 millones en este ámbito (Sullivan & Cromwell, 2024).

Esta medida refleja la creciente presión por reducir la dependencia de proveedores dominantes como China mediante el *friend-shoring* o colaboración con países socios: de hecho, la UE y Alemania han firmado memorandos de entendimiento en 2023 con naciones como Argentina, Chile, Canadá y Namibia para promover inversiones conjuntas en litio, cobre y otras materias primas, apoyándose en instrumentos financieros como los arriba descritos (Comisión Europea, 2023).

En síntesis, la financiación europea para litio y cobre combina herramientas multinivel: desde fondos y garantías comunitarias hasta apoyos nacionales específicos. Todos estos instrumentos persiguen un mismo fin estratégico: catalizar proyectos que incrementen la oferta segura y sostenible de litio y cobre para la transición energética, reduciendo los riesgos para inversores privados y acelerando el desarrollo de capacidades propias o en países aliados.

Los ejemplos concretos evidencian la magnitud de este impulso: además del caso Keliber en Finlandia ya mencionado, el BEI otorgó € 113 millones para el proyecto portugués HyTechLith (mina subterránea y planta de hidróxido de litio en Guarda), y el programa InvestEU aportó € 120 millones en financiamiento al proyecto Phoenix en Grecia, que recupera galio como coproducto de la bauxita. Igualmente, NextGenerationEU a través del componente REPowerEU ha permitido a países como España y Serbia destinar subvenciones a nuevas refinerías de litio e instalaciones de reciclaje de cobre, mientras que la iniciativa Global Gateway de la UE cofinancia infraestructura logística (puertos, ferrocarriles) indispensable para viabilizar la exportación de minerales desde países productores aliados (Comisión Europea, 2022).

Resumiendo, estas acciones de financiamiento e inversión respaldadas por fuentes europeas están sentando las bases para una cadena de valor de litio y cobre más integrada entre Europa y sus socios, apuntalando los objetivos de la CRMA y fortaleciendo la competitividad industrial europea de cara a 2030.

2.2 Acuerdos bilaterales

Entre 2019 y 2025, la Unión Europea firmó o actualizó 14 acuerdos bilaterales orientados a asegurar el suministro de minerales críticos. Teniendo presente el consumo anual de al menos 65% que exige la CRMA a partir de 2027 en consumo anual de litio y cobre proveniente de países con acuerdos de cooperación en vigor, Argentina se posiciona como socio estratégico al concentrar más de 20 millones de toneladas de LCE y más de 60 millones de toneladas de cobre en recursos, y por su adhesión temprana a estándares ESG compatibles con la UE (tabla 9).

Tabla 9. Principales acuerdos bilaterales de la UE en minerales críticos

Año	País socio	Instrumento	Estado (mayo 2025)	Minerales foco	Observaciones
2019	Japón	Alianza de Recursos Críticos	En vigor	Tierras raras, Li	Renovación del JOGMEC-EU framework
2020	Canadá	Acuerdo de Asociación Estratégica en materias primas	En vigor	Ni, Co, Li	Capítulo ESG vinculante
2021	Ucrania	MoU sobre UE–Ucrania	En vigor (cláusulas de guerra)	Grafito, Li	Mecanismo de apoyo a reconstrucción
2022	Chile	MoU sobre baterías y litio	Ratificación pendiente	Li	Integra provisiones de hidrógeno verde
2023	Argentina	Memorando de Entendimiento sobre cooperación en cadenas de valor sostenibles	En vigor	Li, Cu	Grupo de Trabajo CRMA cada 6 meses

2024	Namibia	Acuerdo UE - Namibia de transición energética	En vigor	REE, Li	Fondos Global Gateway
2025	Indonesia	MoU sobre níquel sostenible	Negociación avanzada	Ni, Co	Cláusulas anti-dumping

Fuente: Elaboración propia con información de la Comisión Europea.

Los acuerdos bilaterales refuerzan la estrategia alemana de diversificación. Sus aportes diferenciales son:

- **Ventaja financiera específica.** El memorando UE - Argentina habilita líneas de crédito de la EIB dirigidas a infraestructura de trazabilidad y logística (no cubiertas por KfW), complementando los instrumentos detallados anteriormente.
- **Convergencia regulatoria.** Establece que los informes ESG auditados por SEGEMAR sean reconocidos automáticamente por BGR, evitando dobles presentaciones y acortando los plazos de obtención de permisos en aproximadamente 6 meses.
- **Acceso preferencial.** Los productos certificados bajo estos acuerdos quedan exentos de cuotas de importación contingentes cuando la CRMA entre plenamente en vigor (2027), ventaja no disponible para países fuera de la red UE.
- **Sinergia logística UE - Chile - Argentina.** Permite combinar rutas Pacífico y Atlántico, reduciendo el riesgo de interrupciones políticas o climáticas y optimizando costos de flete, especialmente para concentrados de cobre.

La red de acuerdos 2019-2025 añade capas financieras, regulatorias y logísticas que complementan los mecanismos descritos. La prioridad inmediata es garantizar la ratificación efectiva del memorando UE–Argentina y articular su ventanilla única con el RIGI provincial antes de finalizar 2025.

Entre las **Iniciativas públicas y privadas alemanas en materias primas críticas**, se destacan acuerdos bilaterales con Argentina, la participación de empresas como BMW, Mercedes-Benz y BASF en contratos de suministro directo y el financiamiento estatal a través del KfW y programas de cooperación técnica. Estas acciones articulan el posicionamiento alemán frente a la transición energética europea (Ministerio de Economía de Argentina, 2024).

Entre 2024-2025, se destacan las siguientes acciones:

- **Foro de Minerales Críticos Berlín 2025** (Embajada de Argentina en Alemania, junio 2025): encuentro de alto nivel con firma de la Declaración Conjunta de Cooperación Minera Sostenible, que establece un mecanismo de diálogo semestral, intercambio de datos geológicos y piloto de trazabilidad *blockchain* para litio del NOA.
- **Programa ReMinTech-DE** (GIZ/BGR, 2024-2028): asistencia técnica a empresas alemanas que inviertan en América Latina con foco en certificaciones IRMA y CERA 4in1. Primera fase ejecutada en Catamarca y Jujuy.
- **Contrato BMW-Arcadium Lithium** (2024): suministro de 90 mil toneladas de LCE a partir de 2026 con cláusulas ESG vinculantes y auditorías de agua trimestrales (BMW Group, 2024).
- **Iniciativa Kupfer CleanTech** (Aurubis, 2025): inversión de € 320 millones en refuerzos de capacidad de reciclaje en Hamburgo y Olen (Bélgica) para procesar scrap eléctrico procedente de la EU y concentrados de alta ley provenientes de Sudamérica.

2.3 Cooperación entre Alemania y Argentina en litio y cobre

Para la cooperación binacional en minerales críticos, los Estados contemporáneos gestionan riesgos de suministro mediante redes de acuerdos y organismos mixtos, más que por mera maximización de poder unilateral (Keohane & Nye, 2001). En cadenas de valor globales, dichas redes funcionan como “infraestructuras institucionales” que reducen costos de transacción y coordinan estándares (Bridge, 2020). El caso germano-argentino ilustra cómo los Memorandos de Entendimiento (MoU), los grupos de trabajo técnicos y los contratos *off-take* actúan como artefactos de gobernanza para cumplir la Ley de Materias Primas Críticas (CRMA) y las exigencias ESG (Humphreys, 2019).

Como se describió anteriormente, la transición energética global y la entrada en vigor de la CRMA sitúan a Alemania ante el desafío de diversificar el origen de litio y cobre para su industria automotriz y de cables. Argentina, por concentrar recursos mundiales de litio en salmueras y pórfidos de cobre de clase mundial, emerge como socio prioritario. Desde 2019, ambos gobiernos han tejido acuerdos de asistencia técnica (BGR-SEGEMAR), financiamiento concesional (KfW-BMZ) y un diálogo político de alto nivel a través del Grupo de Trabajo de Materias Primas Críticas (GT-MPC), integrado por el BMWK, la Secretaría de Minas argentina, BGR, SEGEMAR, el banco

KfW y la Agencia Argentina de Inversiones (BMWK, 2024; Ministerio de Economía de Argentina, 2024).

A escala corporativa, las automotrices alemanas (BMW, Mercedes-Benz, Volkswagen-PowerCo) y los grandes fundidores de cobre (Aurubis, Wieland, KME, Leoni) han suscrito contratos de suministro y alianzas de capital – todos con exigentes cláusulas ESG. Estas inversiones se ven reforzadas por el Régimen de Incentivo para Grandes Inversiones (RIGI), que ofrece estabilidad fiscal y cambiaria (Arcadium Lithium, 2024). La literatura sobre contratación de la cadena de suministro subraya que los acuerdos *off-take* reducen la incertidumbre de ingresos para proyectos mineros *greenfield*¹⁸ y facilitan financiamiento (Eisenhardt & Graebner, 2007), evidencia replicada en la alianza BMW–Livent por € 285 millones que asegura carbonato de litio del Salar del Hombre Muerto por diez años (BMW Group, 2021).

Los instrumentos bilaterales, las inversiones empresariales y los programas de formación señalados a continuación, consolidan la alianza minero-industrial germano-argentina:

- **Plan de Acción de Cooperación Minera Sostenible 2019-2023** (BGR-SEGEMAR). Intercambio de datos geológicos, talleres de trazabilidad y asistencia en sistemas de información minera; generó el GeoPortal Conjunto (2021) y capacitó a 45 técnicos argentinos en Freiberg (SEGEMAR, 2023).
- **Memorando de Entendimiento BMWK–ME Argentina** (junio 2023). Crea el GT-MPC con reuniones semestrales y acceso a líneas KfW para prefactibilidad (BMWK, 2024).
- **Foro Binacional de Minerales Críticos** (Buenos Aires, noviembre 2023). Declaración conjunta sobre estándares ESG y trazabilidad para litio y cobre (Mining Technology, 2023).
- **Declaración Conjunta de Cooperación Minera Sostenible** (prevista junio 2025, Berlín). Ampliará el MoU 2023, añadirá una ventanilla única para proyectos CRMA y comprometerá € 50 millones del BMZ para capacitación ESG (BMWK, 2024).
- **RIGI** – adhesión de Alemania (prevista agosto 2025). Alemania prevé reconocer el RIGI y habilitar seguros Hermes para proyectos registrados, acelerando el financiamiento público-privado (Sullivan & Cromwell, 2024).

¹⁸ Un proyecto *greenfield* es aquel que se inicia desde cero, sin restricciones ni dependencias de sistemas o infraestructuras existentes).

Durante el Foro de Minerales Críticos 2024, celebrado en Berlín, Alemania y Argentina suscribieron tres Memorandos de Entendimiento (MoU) que, en conjunto, buscan crear una alianza de punta a punta para garantizar un suministro fiable y sostenible de litio y cobre, atraer inversión y blindar la cadena de valor frente a los requisitos de la CRMA:

- un **MoU sobre trazabilidad *blockchain***¹⁹ para litio entre el BGR y el SEGEMAR, que instaurará un registro inmutable de cadena de custodia para certificar el origen responsable del mineral y asegurar estándares ESG equivalentes a los europeos (Cossins-Smith, 2024).;
- un **MoU de financiación verde** entre el banco alemán KfW y la asociación argentina ADIMRA, que abre una línea de € 300 millones destinada a infraestructura ferroviaria para conectar los grandes proyectos cupríferos de San Juan con puertos chilenos, reduciendo la huella de carbono logística (KfW IPEX-Bank, 2024); y
- un **MoU de intercambio geoquímico *open-source***²⁰ mediante el cual ambos servicios geológicos compartirán bases de datos para recortar el riesgo exploratorio y acelerar nuevos descubrimientos. Juntos, estos acuerdos facilitan la inversión, garantizan la compatibilidad ambiental con la normativa de la UE y fomentan el codesarrollo tecnológico bilateral (BMWK, 2024).

Empresas alemanas como BMW han firmado contratos de suministro a largo plazo con Livent-Arcadium para asegurar carbonato de litio procedente del Salar del Hombre Muerto. Los contratos exigen trazabilidad, indicadores ESG verificados y un compromiso mínimo de 10 años. ESG son los criterios *environmental, social & governance*; evalúan desempeño ambiental (emisiones, gestión hídrica), social (derechos humanos, seguridad laboral, impacto comunitario) y de gobernanza (ética, transparencia, anticorrupción) de un proyecto minero.

BASF y CATL reciclan desechos argentinos procedentes de plantas piloto de ensamblaje de celdas en Salta y Córdoba; el material viaja en contenedores marítimos a Hamburgo y luego por ferrocarril a la refinería hidrometalúrgica de Schwarzheide (CATL, 2024).

El concepto sobre cooperación Norte-Sur en minería sostiene que **la transferencia tecnológica y la formación de capital humano** son claves para evitar relaciones extractivistas (Potoski & Prakash, 2006). En línea con ello, el programa German Mining Tech in LatAm (€ 20

¹⁹ La trazabilidad *blockchain* consiste en registrar de forma inmutable y verificable cada paso de una cadena de suministro en un libro mayor distribuido, garantizando origen, integridad y transparencia del producto.

²⁰ Un modelo *open-source* es un modelo de desarrollo de software donde el código fuente es abierto.

millones) forma especialistas argentinos en gestión de relaves (depósitos de residuos finos provenientes de la planta de procesamiento) y en sensores de Internet de las Cosas IoT²¹. El DAAD otorga 40 becas anuales de maestría en minería sustentable que incluyen prácticas en refinerías europeas, fomentando convergencia regulatoria y adopción de tecnología limpia (BGR, 2024).

2.4 Gobernanza de la cadena entre Alemania y Argentina

La integración Alemania-Argentina en litio y cobre requiere mecanismos de gobernanza que aseguren previsibilidad jurídica, trazabilidad ESG y legitimidad social a lo largo de todo el flujo upstream-midstream-downstream. En el plano contractual, la arquitectura se apoya en:

- acuerdos intergubernamentales marco, como el Memorando de Entendimiento entre la UE y Argentina sobre cadenas de valor sostenibles de materias primas (*Memorandum of Understanding on Sustainable Raw-Material Value Chains*) suscrito en junio 2023, que crea un grupo de trabajo binacional y habilita financiación europea preferencial; y
- contratos *off-take* de largo plazo y/o *joint ventures* industriales - por ejemplo, el suministro de litio argentino a BMW Group para baterías, con cláusulas de extracción responsable y auditorías independientes - que transfieren parte del riesgo de precio y garantizan demanda estable al productor local. Estos instrumentos contractuales reducen la volatilidad típica del mercado unitario y crean incentivos para inversiones compartidas en procesamiento (*upgrading* funcional) señaladas.

En materia de estándares ESG, las partes han convergido en adoptar marcos reconocidos internacionalmente para certificar prácticas ambientales y sociales a lo largo de la cadena:

- **IRMA 2.0** - Iniciativa para la Garantía de una Minería Responsable (Initiative for Responsible Mining Assurance). La versión-borrador 2.0 (oct-2023) amplía los requisitos sobre derechos humanos, gestión hídrica y transparencia fiscal, y ofrece auditorías de tercera parte que puntúan el desempeño de cada mina. Su aplicación en salares de litio del NOA (por ejemplo, Livent-BMW) permite a compradores alemanes reportar cumplimiento bajo la Ley de Debida Diligencia en la Cadena de Suministro (LkSG) – *Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz* - y, al

²¹ Internet de las Cosas IoT son dispositivos conectados que envían datos en tiempo real sobre vibraciones, pH o caudal a otros equipos para automatización.

productor argentino, acceder a financiamiento verde de KfW a tasas preferenciales (IRMA, 2023).

- **CERA 4in1** - Certificación de Materias Primas (Certification of Raw Materials), ofrece cuatro estándares complementarios que cubren desde exploración hasta manufactura final. La norma de desempeño climático (CPS) - *Climate Performance Standard* publicada en 2024 define criterios mínimos de clima, biodiversidad y derechos laborales aplicables a litio y cobre, y utiliza trazabilidad físico-digital para sellar la cadena. Adoptar CERA 4in1 en proyectos piloto de litio y en las futuras fundiciones de cobre facilita el reconocimiento mutuo con auditorías IRMA y reduce costos de certificación duplicada (TÜV NORD Group, 2024)

Más allá de normas formales, la continuidad de los proyectos depende de la aceptación sostenida de las comunidades locales. Estudios sobre minería indican que la Licencia social para operar (SLO²²) se construye a través de relaciones de confianza, legitimidad y consentimiento continuo; su ausencia puede paralizar operaciones pese a la conformidad legal. En el altiplano argentino, la oposición indígena a la extracción intensiva de agua para salmueras muestra que las tensiones socioambientales siguen latentes. Por ello, la gobernanza binacional incorpora consultas tempranas en poblaciones originarias, fondos de beneficio compartido financiados y mesas de monitoreo tripartitas (empresa-Estado-comunidad) con derecho de veto acotado sobre planes de manejo hídrico. Estos mecanismos operan como eslabones blandos de gobernanza que complementan los contratos y los estándares formales, alineándose con el objetivo de identificar barreras logístico-regulatorias y socio-políticas. (Boutillier, Black & Thomson, 2012)

En conjunto, contratos de abastecimiento a largo plazo, certificaciones ESG robustas y construcción de SLO conforman la triple columna de la gobernanza de la cadena binacional. Su adecuada articulación habilita:

- **Seguridad de suministro** para la industria alemana
- **Upgrading funcional y de proceso** en Argentina, binda certidumbre de demanda y acceso a tecnología limpia, y

²² La SLO es un contrato implícito basado en confianza y legitimidad social; no la concede un Estado ni una agencia internacional, sino los propios grupos afectados.

- **Reducción de riesgos reputacionales y de interrupción** mediante una licencia social dinámica.

Así, la gobernanza propuesta opera como el engranaje indispensable que une la estrategia de integración de cadenas de valor con las metas de sostenibilidad y desarrollo equitativo que atraviesan toda la tesis.

2.5 Inversiones alemanas en minería argentina

En las tablas 10 y 11 se resumen las formas de inversión, volumen y cláusula de cumplimiento ESG de las empresas alemanas en litio y cobre respectivamente.

Tabla 10. Empresas alemanas en proyectos de litio en Argentina

Empresa alemana	Proyecto/socio argentino	Modalidad	Volumen/ plazo	Cláusulas ESG
BMW Group	Fénix y Sal de Vida (Arcadium Lithium)	Off-take + pre-pago USD 540 M	90.000 t LCE (2026-2034)	Auditorías hídricas trimestrales; IRMA Nivel A
Daimler Truck/ Mercedes-Benz	Rincón (Rio Tinto)	Carta de intención de suministro	50.000 t LCE (desde 2028)	Huella < 5 t CO ₂ e/t ; cadena custodia transparente
BASF Battery Materials	Centenario-Ratones (Eramet-Tsingshan)	Equity 10 % + off-take	24.000 t LCE (2029-2039)	CERA 4in1; reporte social anual
PowerCo (Volkswagen Group)	Sal de Vida (Arcadium Lithium)	Off-take en negociación	60.000 t LCE (2027-2035)	IRMA; ≥ 10 % contenido reciclado

Fuente: Elaboración propia con datos de BMW Group (2024), Daimler Truck (2024), BASF (2025), Volkswagen PowerCo (2025) y Arcadium Lithium (2024).

Tabla 11. Empresas alemanas en proyectos de cobre en Argentina

Empresa alemana	Proyecto/ socio argentino	Modalidad	Volumen / plazo	Cláusulas ESG
Aurubis AG	Josemaría (Lundin Mining)	Contrato marco de concentrado	120.000 t Cu concentrado (2028-2033)	Blockchain BGR; más de 15 % reciclado

KME Germany	Los Azules (McEwen Mining)	MoU pre-financiación SX-EW	50.000 t Cu cátodo/año(2031-)	EITI; transparencia pagos
Leoni AG	MARA (Glencore-Yamana)	Carta de intención	45.000 t Cu refinado (2029-2034)	Cobre trazable; cableado verde

Fuente: Elaboración propia con datos de Aurubis (2024), KME (2024), Leoni (2025), Lundin Mining (2024), First Quantum (2024), McEwen Mining (2024) y Glencore-Yamana (2025).

La cooperación Alemania-Argentina ha evolucionado en **Iniciativas de formación y transferencia tecnológica** para un intercambio técnico inicial a una alianza estratégica integral que combina acuerdos gubernamentales, financiamiento concesional y contratos empresariales con exigentes estándares ESG. De concretarse los acuerdos y la adhesión alemana al RIGI, las inversiones germanas podrían superar los USD 6.500 millones hacia 2030, asegurando parte sustancial del déficit alemán de litio (ca. 25 %) y cobre (ca. 8 %). Los desafíos por delante incluyen la firma efectiva de los acuerdos 2025, la implementación de trazabilidad en todas las etapas y la profundización de encadenamientos locales de valor.

A la fecha, se han desarrollado los siguientes programas:

- **Programa ReMinTech-DE** (GIZ/BGR, 2024-2028). Capacitación en certificaciones IRMA y CERA 4in1; 120 profesionales formados y cuatro centros de entrenamiento en el NOA (GIZ, 2024).
- **Becas “Humboldt-Litio”** (DAAD-SEGEMAR, desde 2025). Hasta 15 becas anuales para máster y doctorado en geoquímica y catálisis (DAAD, 2025).
- **Dual Study Track TU Bergakademie Freiberg - UNSJ**. Doble titulación en Ingeniería de Procesos Minero-Metalúrgicos; primera cohorte (30 estudiantes) inicia octubre 2025 por la Universidad Técnica de Freiberg y La Universidad Nacional de San Juan (UNSJ, 2025).
- **Cluster de Innovación Minera Ukumani** (Catamarca-Jujuy) con Fraunhofer ISE. Laboratorio piloto de electrólisis de litio con energía solar; puesta en marcha Q1-2026 (Fraunhofer ISE, 2025).

Con la gobernanza, el financiamiento y los estándares ESG claramente articulados, la cooperación germano-argentina demuestra cómo los memorandos se transforman en inversiones concretas que enlazan extracción, refinado y fabricación bajo trazabilidad transparente y licencia social compartida. Sobre esta base sólida, la siguiente sección abordará cómo estas capacidades

conjuntas pueden emplearse para sustituir importaciones reduciendo la dependencia europea y ampliando el valor agregado en territorio argentino.

Capítulo 3: Estrategias de integración y sustitución en la cadena de valor

La estrategia de sustitución de importaciones (ESI) es el conjunto articulado de políticas públicas, instrumentos financieros y acuerdos empresariales destinados a disminuir la exposición de un país o bloque regional a shocks externos de suministro, incrementando al mismo tiempo su capacidad de producir, refinar o reciclar insumos estratégicos, o de obtenerlos de socios considerados confiables. La sustitución, en esta concepción, no es sinónimo de autarquía: constituye un portafolio de opciones - producción interna, reciclaje avanzado u obtención en terceros países bajo estándares comunes— que busca reforzar la seguridad económica sin desarticular las cadenas de valor globales (Le Mouel & Poitiers, 2023).

Esta nueva ESI emerge como reacción a la creciente concentración geográfica de la oferta de minerales críticos y a la evidencia de que éstas pueden ser usadas como palanca geopolítica (Le Mouel & Poitiers, 2023). En 2023, la Comisión Europea admitió que la dependencia indirecta (minerales y componentes incorporados en manufacturas importadas) compromete la resiliencia industrial del bloque que llevó al desarrollo de la CRMA. Sin embargo, analistas advierten que estas metas sólo cubren parte del riesgo y deben complementarse con alianzas externas (Le Mouel & Poitiers, 2023).

3.1 Incentivos, financiamiento y actores

Una estrategia de sustitución de importaciones eficaz se despliega en varios planos simultáneos. En el plano gubernamental, los Estados establecen el marco legal y financiero: subsidios a la exploración, préstamos blandos, créditos fiscales, contenido local, compras públicas y, cada vez más, fondos soberanos de coinversión. El Fondo de Materias Primas de Alemania - dotado con € 1.000 millones - ejemplifica cómo un gobierno asume parte del riesgo de capital para que proyectos de litio o cobre en países aliados atraigan inversión privada (Kozaczyńska, 2024).

En el plano industrial, las empresas líderes - fabricantes de baterías, automotrices, fundidoras - sellan contratos *off-take* y crean *joint ventures* que aseguran volúmenes de suministro a largo plazo y financian instalaciones de refinado o reciclaje (Le Mouel & Poitiers, 2023).

Por último, en el plano internacional, la UE negocia acuerdos bilaterales de materias primas con Canadá, Namibia o Argentina que fijan estándares ESG y facilitan la coinversión europea en minas y plantas de procesamiento fuera del bloque (Kozaczyńska, 2024).

Estos tres planos son interdependientes: sin financiación pública, los proyectos de alto CAPEX resultan inviables; sin compromiso empresarial, los *off takes* que dan flujo de caja a la mina no vendrán; sin acuerdos diplomáticos, los proyectos en terceros países carecen de certidumbre jurídica y política (Menkhoff & Zeevaert, 2022).

Todo programa serio de sustitución de importaciones en minerales críticos parte de un **diagnóstico exhaustivo de vulnerabilidad**. Los gobiernos recopilan datos sobre la concentración de proveedores, la elasticidad de la oferta, la dependencia indirecta a través de bienes intermedios y la huella de carbono asociada a cada eslabón productivo. El informe de la DERA y los estudios del Instituto Alemán de Investigación Económica (DIW) sobre la economía alemana ilustran bien esta etapa: allí se señala, por ejemplo, que más del 70 % del litio refinado consumido en Alemania proviene de China, lo que coloca a la industria automotriz en una posición estratégica delicada (Menkhoff & Zeevaert, 2022).

Con ese panorama de riesgos sobre la mesa, se traza el **marco regulatorio y de incentivos**. Aquí entran en juego leyes de contenido local, créditos fiscales a la inversión y procedimientos de permisos acelerados. Alemania, al lanzar su Fondo de Materias Primas, complementó la legislación europea de la CRMA con normas que agilizan licencias y permiten al Estado participar directamente en proyectos mineros estratégicos (Kozaczyńska, 2024). La experiencia europea demuestra que los incentivos pierden efectividad si no se acompañan de reglas claras: en el caso del litio, la Comisión fijó metas y armonizó los criterios para acelerar autorizaciones, evitando el mosaico regulatorio que por años había desalentado la inversión (Le Mouel & Poitiers, 2023).

Un tercer pilar es la **arquitectura financiera**. Dado que las minas *greenfield* implican desembolsos multimillonarios y retornos a largo plazo, los Estados han optado por esquemas de *blended finance*: combinan capital público en forma de participación minoritaria o garantías con recursos de bancos comerciales, fondos de pensiones y banca de desarrollo. Así, el Fondo alemán asume hasta el 25 % del riesgo de equity para detonar inversiones privadas en proyectos de litio de Finlandia o cobre de Namibia, reduciendo el costo promedio del capital y acelerando la decisión de inversión (Kozaczyńska, 2024).

El cuarto componente es la **infraestructura habilitante**. Una estrategia de sustitución fracasa si la inversión en mina o planta de refinado no va acompañada de carreteras, energía de

bajo costo y laboratorios metalúrgicos que garanticen productividad y trazabilidad. De hecho, los analistas de Bruegel - un *think tank* económico con sede en Bruselas, especializado en políticas europeas e internacionales - advierten que la apelación a la producción interna en la UE sólo será competitiva si se resuelven cuellos de botella logísticos y de costes energéticos, un punto crítico dado el actual diferencial de precios eléctricos con Asia (Le Mouel & Poitiers, 2023).

Por último, la **gobernanza y las métricas ESG** cierran el círculo. En la era de las finanzas verdes, los proyectos que no acreditan verificaciones de terceros - IRMA, EITI, CERA 4in1 - son penalizados por los mercados de capital y por los compradores industriales, lo que equivale a una nueva barrera de entrada. Las auditorías externas y la rendición de cuentas pública crean confianza entre inversores, comunidades y autoridades, reducen litigios y, en definitiva, abaratan el crédito (Menkhoff & Zeevaert, 2022).

En suma, el diseño de una estrategia de sustitución de importaciones exige la **integración coherente** de cinco piezas: diagnóstico riguroso, normas e incentivos alineados, financiamiento mixto, infraestructura competitiva y gobernanza ambiental robusta. Omisión o debilidad en cualquiera de estos elementos deja la estrategia expuesta a fallas de mercado, oposición social o simple falta de capital, de modo que la autosuficiencia pretendida termina convirtiéndose en una ilusión costosa.

3.2 Fases de formulación e implementación

Una ESI transcurre en cuatro etapas concatenadas. Comienza con una **fase de evaluación** que va más allá del inventario estadístico de importaciones. Los equipos técnicos de los ministerios de economía y de energía construyen matrices de riesgo que ponderan, por cada mineral crítico, la concentración geográfica de los proveedores, la volatilidad de precios, la posición negociadora de las empresas dominantes y la huella climática asociada al transporte. El informe conjunto del DIW y la DERA que alertó sobre la dependencia sistémica de la economía alemana respecto de China para litio y tierras raras es un buen ejemplo. Ese diagnóstico cuantificó el impacto macro si Pekín restringía exportaciones durante un único trimestre y demostró la urgencia de actuar (Menkhoff & Zeevaert, 2022).

Con esa radiografía en mano, los decisores pasan a la **fase de diseño de política**. Aquí se traduce el análisis en metas mensurables y en un menú de incentivos. La Comisión Europea, por ejemplo, transformó el concepto de seguridad de suministro en números concretos expresados en la CRMA. Hablamos de los ya mencionados valores de 10 % de producción y 40 % de refinación

internas para 2030; 25 % de material procedente de reciclaje; y el límite del 65 % a la dependencia de un solo país para cualquier materia prima estratégica. Pero, como señalan Le Mouel y Poitiers, esas cifras se acompañaron de instrumentos jurídicos - procedimientos de permiso acelerado, ventanilla única, lista de proyectos estratégicos - sin los cuales las metas quedarían en meros deseos (Le Mouel & Poitiers, 2023).

Una vez sancionado el marco, se ingresa en la **fase de implementación**, donde la política debe plasmarse en inversiones tangibles. En Alemania, con la creación del Fondo de Materias, el Estado decidió compartir riesgo con el sector privado y reservó hasta € 1.000 millones para tomar participaciones minoritarias en minas de litio finlandesas, proyectos de cobre en Namibia o plantas de reciclaje domésticas. De forma paralela, fabricantes de baterías firmaron contratos de *off-take* vinculados a esos proyectos, cerrando el círculo financiero y operativo (Kozaczyńska, 2024).

Por último, ningún plan sobrevive al choque con la realidad; de ahí la necesidad de una **fase de monitoreo y ajuste**. En la práctica europea se han fijado ventanas de revisión bianuales: cada dos años la Comisión publica un balance de avances - toneladas producidas, permisos emitidos, inversiones desplegadas - y plantea correcciones. Si un objetivo resulta demasiado ambicioso, se modulan los incentivos; si un proyecto estratégico se estanca, puede reasignarse el rango preferente a otra iniciativa más viable. Alemania prevé revisar su Fondo en 2026 para decidir si amplía capital o reorienta geografías de inversión a la luz de los resultados iniciales (Kozaczyńska, 2024).

3.3 Resultados actuales y factores críticos de éxito

En suma, la ESI efectiva es un proceso **en constante evaluación** que parte de un diagnóstico riguroso, se concreta en metas y herramientas precisas, se materializa en inversiones apalancadas y se refina continuamente mediante un monitoreo transparente. La combinación secuencial de estas cuatro fases explica por qué algunas estrategias logran reducir la dependencia externa sin sacrificar competitividad, mientras otras se diluyen en discursos bienintencionados pero vacíos de ejecución.

En una estrategia de sustitución de importaciones confluyen cinco actores con intereses distintos pero encadenados. **Los gobiernos** buscan blindar el suministro y retener renta; diseñan incentivos y, cuando es necesario, aportan capital público. **Las mineras** proveen know-how, pero exigen estabilidad fiscal. **La industria** de automotrices y fabricantes de baterías reclama

trazabilidad y cláusulas ESG para proteger su reputación. **Los financistas** sólo concurren si el riesgo regulatorio se comparte mediante garantías o participaciones estatales. Finalmente, **las comunidades locales** otorgan la licencia social a cambio de empleo, regalías y protección ambiental (Le Mouel & Poitiers, 2023).

Para que estos intereses converjan se necesitan cinco engranajes bien ajustados. Primero, una **coherencia regulatoria** que evite contradicciones entre normas nacionales y metas supranacionales. Segundo, una **diversificación real** de proveedores: sustituir a China por un único país sudamericano simplemente traslada la dependencia (Le Mouel & Poitiers, 2023). Tercero, **capacidad tecnológica y capital humano** que permita procesar o reciclar el mineral localmente. Cuarto, **sostenibilidad verificable**: sin certificación IRMA o EITI el proyecto pierde acceso a financiamiento verde (Menkhoff & Zeevaert, 2022). Quinto, un **blended finance robusto**; al coinvertir hasta 25 % del equity ya mencionado anteriormente, fondos públicos como el Fondo alemán de Materias Primas *Rohstofffonds* reducen costos y catalizan capital privado (Kozaczyńska, 2024).

Tres casos ilustran cómo estos factores operan en la práctica. El Fondo alemán de Materias Primas activa inversiones en litio y cobre dentro y fuera de la UE, condicionando sus aportes a estándares ESG equivalentes a los europeos (Kozaczyńska, 2024). El Reglamento europeo de baterías 2023/1542 obliga a reciclar al menos la mitad del litio y cobalto de las baterías en 2027, convirtiendo la chatarra en fuente doméstica y reduciendo la presión sobre importaciones vírgenes (Le Mouel & Poitiers, 2023). Por último, la Alianza UE - Canadá donde éste último aporta recursos y energía renovable y la UE, mercado seguro y financiación concesional, diversificando así el riesgo de concentración (Menkhoff & Zeevaert, 2022).

Cabe señalar como breve compendio, las estrategias de sustitución logradas al día de hoy sin redundar en información explicada anteriormente. Desde 2024 la política europea de materias primas pasó de las intenciones a los hechos, donde Alemania reforzó ese marco continental con instrumentos propios. El más visible es el mencionado *Rohstofffonds* - el fondo público de € 1.000 millones gestionado por el KfW que toma participaciones minoritarias de hasta 25 % del capital en minas de litio, cobre o tierras raras dentro y fuera de Europa. Recordemos que al compartir riesgo, el Estado abarata el coste medio del capital y hace viables proyectos que el mercado, por sí solo, consideraba demasiado inciertos (Kozaczyńska, 2024).

En paralelo, Berlín reorientó sus tradicionales **garantías UFK y Hermes** hacia contratos de suministro de larga duración y plantas alineadas con criterios ESG. Estas coberturas respaldan

hasta un 80 % del riesgo comercial y han comenzado a aplicarse, por ejemplo, a acuerdos de litio con empresas finlandesas y argentinas.

La apuesta alemana se completa con el paquete de **cooperación técnica con Argentina**. Estas acciones crean capacidades locales y, al mismo tiempo, garantizan que el mineral cumpla los estándares que exige la industria europea.

El sector privado ya recoge los frutos de esa arquitectura. BMW firmó en 2024 el *off-take* de 90.000 t LCE con Arcadium Lithium sujeto a auditorías ESG y monitoreo hídrico, mientras Aurubis destinó € 320 millones a ampliar su capacidad de reciclaje de cobre en Hamburgo y Olen. Ambos movimientos muestran cómo las empresas aseguran trazabilidad y reducen dependencia de concentrados asiáticos.

A escala diplomática, la Unión Europea cimentó una red de catorce acuerdos bilaterales (2019-2025) con socios mineros clave: Japón, Canadá, Chile, Argentina, Namibia e Indonesia. Los memorandos establecen grupos de trabajo, facilitan acceso a financiación *Global Gateway* y confieren prioridad arancelaria a los insumos certificados, estrechando los vínculos con proveedores confiables.

En el andamiaje que se apoya en diagnósticos periódicos, informes conjuntos de la DERA y el DIW demostraron que un trimestre sin exportaciones chinas de tierras raras paralizaría sectores enteros de la industria alemana; esos estudios justificaron la creación del fondo y la aceleración de permisos (Menkhoff & Zeevaert, 2022).

Por último, todas estas piezas convergen en un esquema de **blended finance**: capital público, garantías estatales y préstamos comerciales se combinan para reducir el costo y atraer fondos de pensión o aseguradoras llevando a un despliegue concreto de proyectos, contratos y alianzas que, aunque todavía incipiente, ya está sustituyendo importaciones críticas por producción propia o de socios alineados.

Cerrando el capítulo, Alemania enfrentará en 2035 un déficit estructural de ca. 150.000 t LCE/año de litio y de ca. 150.000 t Cu/año de cobre refinado, según la proyección de demanda y la capacidad productiva prevista expresada en este trabajo. El país sigue siendo el mayor consumidor intra-UE de ambos metales. En contraste, Argentina dispone de unos 23 millones de toneladas LCE en recursos de litio y más de 75 millones de toneladas de cobre en proyectos avanzados .

La convergencia regulatoria entre la CRMA europea y el RIGI argentino crea una ventana mutuamente beneficiosa: la UE diversifica su abastecimiento, mientras Argentina capta inversión, empleo y transferencia tecnológica.

Cerrar acuerdos de cooperación repercute en ganancia para ambos países.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación adopta un enfoque cualitativo descriptivo, comparativo y analítico, orientado a caracterizar el estado actual y proyectado de la industria minera en Europa, particularmente en Alemania, y Argentina en relación con los objetivos de la Ley de Materias Primas Críticas (CRMA) de la Unión Europea. La elección de esta metodología responde a la necesidad de comprender en profundidad los factores técnicos, económicos, sociales y regulatorios que condicionan la capacidad de respuesta de ambos bloques ante la creciente demanda de minerales críticos. Se busca, además, identificar oportunidades y desafíos para la integración de las cadenas de valor entre Alemania y Argentina, así como proponer estrategias de integración y sustitución de importaciones.

El enfoque descriptivo permite detallar las características de los proyectos mineros, las tecnologías empleadas, los marcos regulatorios y las tendencias de consumo y producción. El análisis comparativo, por su parte, facilita la evaluación de ventajas competitivas y debilidades relativas de Alemania y Argentina para cumplir con la agenda. Finalmente, el componente analítico se orienta a la formulación de escenarios, el análisis de fortalezas y debilidades y la propuesta de estrategias concretas.

El diseño de la investigación es no experimental y transversal, basado en la revisión y análisis de documentación oficial, literatura científica, informes técnicos y bases de datos internacionales. Este tipo de diseño resulta apropiado para el estudio de fenómenos contemporáneos complejos dentro de su contexto real, especialmente cuando los límites entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes (Castro Solano, 2022).

La metodología del estudio, además del enfoque cualitativo comparativo, aplica el marco de las cadenas globales de valor (CGV). En concreto, se mapea exhaustivamente la cadena productiva identificando actores relevantes en cada segmento (upstream, midstream y downstream²³). A partir de este mapeo se construyen matrices de poder-dependencia para analizar la gobernanza de la cadena (entendida como el entramado de relaciones de poder y autoridad entre los actores y así evaluar la distribución de beneficios y riesgos. Finalmente, se

²³ En este contexto minero, **upstream** abarca la exploración y extracción del mineral en el yacimiento, **midstream** comprende su procesamiento y refinado en insumos intermedios, y **downstream** engloba la fabricación de productos finales y su llegada al mercado.

realiza un análisis de posibilidades de *upgrading* (mejoras de producto, proceso o función) a fin de detectar oportunidades de agregación de valor. De esta forma, la metodología CGV implementada aborda los objetivos específicos planteados: la identificación de actores clave, el análisis de las dinámicas de poder en la cadena y la exploración de trayectorias potenciales de agregación de valor en la industria (Dussel Peters, 2018).

El alcance incluye:

- El análisis del litio y el cobre, minerales declarados estratégicos por la UE en marzo de 2025, abarcando extracción, transformación, reciclaje y sustitución de materias primas críticas haciendo énfasis en Alemania.
- La evaluación de la capacidad instalada y proyectada de la industria minera de litio y de cobre alemana y argentina.
- El estudio de los procesos de extracción y procesamiento, y los marcos regulatorios relevantes.
- El análisis de la potencialidad argentina como proveedor estratégico y las estrategias de cooperación y sustitución de importaciones.

Se recopilaron y analizaron documentos oficiales de la Unión Europea y de Alemania (reglamentos, directivas, informes de la Comisión y el Parlamento Europeo), resoluciones ministeriales de Argentina, reportes de organismos internacionales como la OCDE, CEPAL, Banco Mundial, y publicaciones de asociaciones industriales (Euromines, Cámara Argentina de Empresarios Mineros). Se incluyeron también comunicados de prensa, reportes de sostenibilidad de empresas mineras, y bases de datos estadísticas de producción y comercio internacional (Eurostat, INDEC, USGS).

Esta documentación permitió caracterizar el marco normativo, las metas oficiales y los datos de producción verificados por entidades gubernamentales y sectoriales, proporcionando la base factual para el análisis posterior.

Esta información complementa la documentación oficial con análisis técnicos independientes y evaluaciones críticas de la viabilidad de los proyectos y políticas anunciadas, comprendiendo las siguientes limitaciones metodológicas:

- Dependencia exclusiva de fuentes documentales, sin posibilidad de realizar trabajo de campo o entrevistas directas con actores clave.
- Posible sesgo en los anuncios de empresas mineras (optimismo, profecía autocumplida), lo que requiere contrastar diversas fuentes para cada proyecto analizado.
- Dificultad para validar en tiempo real el estado de proyectos en regiones con alta rotación empresarial o conflictos sociales.
- Limitada disponibilidad de datos sobre costos reales y huella ambiental en proyectos piloto o en desarrollo.
- Falta de acceso a información confidencial sobre contratos y acuerdos bilaterales.

Estas limitaciones fueron consideradas en la interpretación de los resultados y en la formulación de recomendaciones, adoptando un enfoque prudente en la evaluación de viabilidad de proyectos y aplicando factores de corrección basados en la experiencia histórica del sector.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Capítulo 4: Capacidades y brecha de suministro en la cadena de valor germano-argentina

El presente capítulo sintetizó los hallazgos empíricos de la investigación, articulándolos en una secuencia que va del diagnóstico de capacidades al diseño de estrategias binacionales. En primer término, se contraponen el potencial argentino en litio y cobre con el déficit alemán, estableciendo la base cuantitativa de una complementariedad estructural entre ambas economías. A continuación, se examinó el entorno institucional y normativo que enmarca la inversión minera, destacando las condiciones regulatorias que facilitan o limitan la integración. El tercer bloque evaluó los desafíos y oportunidades inherentes a la cadena binacional, con foco en los riesgos técnico-productivos y socioambientales que podrían incidir sobre la viabilidad de los proyectos. Finalmente, se presentaron las estrategias de articulación necesarias para materializar la integración de cadenas de valor y la sustitución de importaciones en minerales críticos, conformando una visión integral que conecta la evidencia analizada con la acción coordinada entre los dos países.

4.1 Potencial argentino y déficit alemán en litio y cobre

La combinación de dotación geológica, marcos de gobernanza adecuados y políticas de incentivo puede transformar ventajas comparativas latentes en ventajas competitivas reveladas (Rodrik, 2014). En línea con esta perspectiva y con la economía política de las materias primas críticas, Argentina reúne una combinación singular de factores que la posiciona como socio prioritario para la Unión Europea en la búsqueda de cumplimiento de la CRMA (Bridge, 2020):

- **Ventaja geológica.** Argentina dispone de ≈ 23 Mt LCE, el 24 % del total global (USGS, 2025). Asimismo, alberga cinco pórfidos cupríferos con recursos individuales > 10 Mt (Los Azules, Pachón, Josemaría, Taca Taca, MARA) que representan ≈ 12 % de los grandes descubrimientos mundiales 2010-2024 (McEwen Mining, 2025). La teoría de la ventaja de recursos subraya que esta dotación confiere poder de negociación frente a compradores industriales (Auty, 1993).
- **Apoyo europeo directo.** El MoU UE-Argentina sobre cadenas de valor sostenibles (marzo 2025) canaliza € 2.000 millones a infraestructura y capacitación ESG e incorpora una ventanilla rápida para proyectos alineados con la CRMA (IEA, 2025). Tales asociaciones se

interpretan como dispositivos de co-soporte tecnológico en la literatura de cooperación Norte-Sur (Humphreys, 2019).

- **Marco fiscal competitivo.** La Ley 24.196 y el Régimen de Incentivo a las Grandes Inversiones (RIGI) garantizan estabilidad fiscal 30 años y arancel 0 % a las importaciones de capital, elevando en ≈ 34 p.p. la Tasa Interna de Retorno de proyectos *greenfield* (Iglesias Mamone, 2024). El RIGI se alinea con la recomendación de Hausmann y Klinger (2007) de reducir los denominados costos de salto en sectores intensivos en capital.

Alemania afronta una brecha creciente entre su demanda industrial y la oferta doméstica de minerales críticos, situación que refuerza la complementariedad con la expansión argentina:

- **Litio.** Aun con los proyectos geotérmicos de Vulcan Energy y la refinería modular de AMG Lithium, la producción nacional cubriría solo ca. 80.000 t LCE en 2035, frente a una demanda estimada en ca. 230.000 t LCE; el déficit resultante ronda 150.000 t LCE (-65 %).
- **Cobre.** Los recursos germanos (ca. 320.000 t Cu) representan más de 5 % de la necesidad anual. Para 2030 la DERA proyecta un consumo interno de 1,35 millones t Cu, mientras los proyectos locales aportarían más de 40.000 t Cu/año (más de 3 %). La matriz metalúrgica alemana, centrada en reciclaje, genera $\approx 1,2$ millones de t de Cu refinado, por lo que la brecha residual se mantiene en ca. 150.000 t Cu.

Comparando ambos perfiles, el excedente potencial argentino (250 - 300.000 t LCE y 650.000 t Cu) puede cubrir 100 % del litio faltante y más de cuatro veces el déficit de cobre refinado que Alemania prevé para 2035 (tabla 12), siempre que se materialicen las inversiones y los corredores logísticos Jujuy - Antofagasta y Bahía Blanca entren en operación. En términos estratégicos, el recurso argentino funciona como válvula de alivio para el suministro europeo, mientras la demanda y la tecnología alemana proporcionan mercado y know-how para viabilizar el salto de escala argentino, configurando una complementariedad estructural entre ambas economías.

Tabla 12. Proyecciones de litio y cobre para 2035

Mineral (t LCE/año)	Producción alemana para 2035	Demanda alemana para 2035	Déficit para 2035	Producción argentina para 2035 (capacidad proyectada)
Litio	80.000 t	230.000 t	150.000 t	250.000 t

Cobre	1,2 millones t	1, 35 millones t	150.000 t	650.000 t
-------	----------------	------------------	-----------	-----------

4.2 Marco normativo y atractivo para inversiones

La estructura regulatoria que rige la minería en Argentina se organiza como un entramado escalonado: disposiciones de alcance nacional que fijan principios y estímulos generales, competencias provinciales que administran los derechos sobre los recursos del subsuelo y regímenes promocionales especiales que buscan atraer capital intensivo a proyectos estratégicos (Obaya, 2023).

El régimen minero argentino se articula en tres niveles que se superponen y se refuerzan mutuamente:

1. **Marco general:** el Código de Minería (Ley 1.919 y modificatorias) define la naturaleza de los derechos mineros, mientras que la Ley 24.196 de Inversiones Mineras otorga estabilidad fiscal por 30 años, devolución anticipada de IVA, amortización acelerada y deducciones especiales para exploración.
2. **Competencia provincial:** según el art. 124 de la Constitución, los recursos pertenecen a las provincias. Jujuy, Salta, Catamarca y San Juan han dictado normas específicas (por ejemplo, Jujuy – Ley 5.928 de Participación Estatal; San Juan – procedimiento unificado de Evaluación Ambiental) y operan agencias de promoción minera (JEMSE, IPEEM).
3. **Instrumentos nacionales y provinciales 2024-2025:** exención de retenciones para carbonato de litio con trazabilidad *blockchain* (Decreto 198/2025) y programas de financiamiento verde de BICE²⁴/KfW.

El **Régimen de Incentivo para Grandes Inversiones (RIGI)** es un programa diseñado para atraer inversiones de gran escala en Argentina. Se basa en la Ley de Bases y Punto de Partida para la Libertad de los Argentinos (Ley 27.742) y ofrece incentivos, seguridad jurídica y un sistema de protección de derechos para proyectos que superen los US\$ 200 millones en sectores estratégicos:

²⁴ BICE es el Banco de Inversión y Comercio Exterior S.A., el banco de desarrollo del Estado argentino; otorga créditos y garantías - incluidos programas de financiamiento verde - para impulsar exportaciones, infraestructura y proyectos productivos sostenibles.

- **Ámbito de aplicación:** proyectos *greenfield* o *brownfield*²⁵ en minería, energía, agroindustria e infraestructura cuyo CAPEX comprometa más de USD 200 millones dentro de los primeros cinco años.
- **Beneficios impositivos:**
 - Impuesto a las Ganancias reducido al 25 % durante 10 años.
 - Alícuota 0 % de derechos de importación para bienes de capital, repuestos y consumibles vinculados.
 - Reintegro de IVA en un plazo máximo de 6 meses desde la facturación de la inversión.
- **Beneficios aduaneros y cambiarios:**
 - Libre disponibilidad de divisas para repago de financiamiento externo y dividendos una vez alcanzada la etapa comercial.
 - Estabilidad regulatoria cambiaria y tributaria por 25 años, con cláusula de Nación garante frente a eventuales cambios legislativos.
 - Ventana de adhesión: hasta el 31 de diciembre de 2027, con posibilidad de prórroga por única vez.
- **Expectativas de impacto:** la Secretaría de Minería estima que al menos 7 proyectos de litio y 5 de cobre podrían adherir, acelerando inversiones por USD 17.000 millones y recortando plazos de construcción en 12 - 18 meses.
- **Compatibilidad con la Ley 24.196:** el RIGI no reemplaza la estabilidad fiscal de la Ley 24.196, sino que la refuerza y extiende con incentivos aduaneros y cambiarios adicionales. Las empresas deben inscribirse en ambos regímenes y cumplir compromisos de contenido local (mínimo 15 % de valor agregado argentino a partir del quinto año).

4.3 Desafíos y oportunidades del sector minero argentino

La evolución reciente de la minería argentina expone un panorama dual en el que convergen obstáculos estructurales y ventajas comparativas: por un lado, persisten cinco desafíos que tensionan la viabilidad de los proyectos - trazabilidad ESG, infraestructura logística insuficiente, volatilidad macroeconómica, conflictividad socioambiental y acceso limitado a financiamiento verde—; por el otro, se abren cinco oportunidades estratégicas ligadas a una

²⁵ Proyecto *brownfield* refiere a los estados de avance de un proyecto, si es estado temprano o medio.

ventana geológica única, el respaldo diplomático de la UE, un esquema de incentivos fiscales robusto, la posibilidad de crear encadenamientos productivos locales y la alta proporción de energías renovables en la matriz del NOA.

Se observaron los siguientes desafíos críticos:

- **Trazabilidad y cumplimiento ESG.** La Unión Europea exige estándares IRMA/CERA 4in1 para el 100 % de los volúmenes importados tras la entrada en vigor de la CRMA (2027). Solo el 22 % de los proyectos argentinos cuenta hoy con auditorías externas completas. Falta digitalización de cadenas de custodia y monitoreo hídrico en tiempo real.
- **Infraestructura logística y energética.** El NOA carece de líneas ferroviarias cargueras electrificadas y posee cuellos de botella en los nodos El Puerto-Antofagasta y Paso de Jama. La demanda eléctrica de litio/cobre crecerá +1,8 GW al 2030, mientras que la capacidad instalada firme en la región es de 1,2 GW.
- **Volatilidad macroeconómica.** La brecha cambiaria promedio 2024 fue 51 %, elevando el costo de capital. Las retenciones móviles históricas (0-8 %) y la falta de cobertura de divisas encarecen los proyectos un 9-12 % en VAN, según CAF (2025).
- **Conflictividad socioambiental.** 17 comunidades originarias en Jujuy y Catamarca han presentado amparos o consultas previas (2023-2025). El Índice de Aceptación Social Minera (IASM) regional se sitúa en 63/100, por debajo del umbral de 70 recomendado por la OCDE para operaciones estables.
- **Acceso a financiamiento verde.** Solo dos proyectos (Arcadium Lithium Sal de Vida y Eramet - Tsingshan Centenario - Ratones) han emitido bonos verdes certificados. El cupo de créditos concesionales del BICE/KfW (USD 400 M) cubre menos del 5 % del capex total proyectado al 2030.

Se visualizaron las siguientes oportunidades:

- **Ventana geológica única.** El triángulo del litio concentra 53 % de los recursos mundiales medidos. Argentina alberga cinco pórfidos de cobre con más de 10 millones de toneladas, equivalentes a 12 % de los descubrimientos globales 2010-2024 (S&P Intelligence, 2025).
- **Apoyo diplomático y financiero de la UE.** El MoU UE - Argentina de marzo de 2025 prevé € 2.000 millones para infraestructura crítica y capacitación ESG; incluye un Escritorio de Permisos de Vía Rápida para proyectos CRMA.

- **Incentivos fiscales reforzados (Ley 24.196 + RIGI).** Con la combinación de estabilidad fiscal 30 años y alícuota 0 % de importación, los modelos de cash-flow muestran una mejora de 3-4 puntos porcentuales en TIR para proyectos *greenfield*.

Las políticas de incentivo 2024-2025 han mejorado el atractivo, pero persisten riesgos de gobernanza y licencias sociales.

4.5 Estrategias a seguir para la cooperación entre países

Para convertir la cooperación minera entre Alemania y la Argentina en una alianza estratégica que garantice un suministro responsable de litio y cobre con mayor valor agregado en origen, la colaboración bilateral descansa sobre los tres fundamentos citados: El marco político y regulatorio y la creación del Grupo de Trabajo de Materias Primas Críticas (GT-MPC), con reuniones semestrales y compromiso de homologar auditorías ESG entre SEGEMAR y BGR, los instrumentos financieros verdes de la línea KfW-UFK que pone a disposición € 300 millones para infraestructura logística en la Argentina, y los contratos de suministro a largo plazo *off-takes*, así como los acuerdos marco de Aurubis para concentrados de cobre que vinculan a la industria alemana con proyectos argentinos bajo los requisitos de la CRMA.

Sobre estos cimientos, la hoja de ruta evidencia una secuencia de tres etapas:

2025-2027 - Integración regulatoria y logística crítica. La primera meta es ratificar plenamente el MoU y conectarlo con la ventanilla única del Régimen de Incentivo a las Grandes Inversiones (RIGI) antes de que finalice 2025. Esa integración acortará tiempos de permisos y habilitará el acceso preferencial previsto por la CRMA. En paralelo, los fondos KfW - UFK se dirigen a la rehabilitación del ramal Jujuy - Antofagasta y a la modernización del corredor Bahía Blanca, pasos necesarios para reducir la huella de carbono del transporte de litio y cobre y volverlos competitivos en los puertos Atlántico-Pacífico.

2027-2029 - Formación y transferencia tecnológica. Durante este período se despliegan los citados programas alemanes para certificar al personal argentino en los estándares IRMA y CERA 4in1, condición indispensable para que los proyectos cumplan las exigencias de los compradores europeos.

2030-2035 - Valor agregado y trazabilidad completa. Con la logística modernizada y los cuadros técnicos formados, los contratos *off-take* y las garantías verdes facilitan la instalación de

etapas de hidróxido de litio y cátodos de cobre que operan bajo el RIGI. Una plataforma de trazabilidad en tiempo real, comprometida en la Declaración Conjunta de Berlín 2025, registrará cada embarque conforme a la CRMA. Según los cálculos contenidos en la sección de potencial productivo, este esquema permitiría cubrir cerca del 25 % del litio y alrededor del 8 % del cobre que Alemania proyecta importar en 2035.

En otras palabras, la alianza funciona como un engranaje complementario en el que el liderazgo financiero-tecnológico y la demanda estable de Alemania se acoplan con los recursos minerales, los incentivos fiscales y la capacidad de expansión logística de la Argentina, generando una cadena de valor integrada que transforma reservas en origen en productos refinados con trazabilidad ESG certificada y suministro seguro para la industria europea.

4.6 Estrategias a seguir para la sustitución de importaciones mineras entre países

El análisis de dependencia incluido en el capítulo indica que Alemania supera hoy el 70 % en litio refinado y el 60 % en cobre, índices por encima del límite del 65 % fijado por la CRMA. Para reducir esa vulnerabilidad sin desviarse de los marcos ya acordados, el plan de ESI se articula en tres ejes:

Valor agregado en origen (Argentina). El RIGI con su estabilidad fiscal a 30 años permite instalar líneas de proceso de litio y cobre. Las proyecciones de capacidad reseñadas (ca. 300.000 t LCE y 650.000 t Cu a 2035) cumplen el objetivo de la CRMA y aumentan la recaudación provincial.

Economía circular en destino (Alemania - UE). La Iniciativa Kupfer CleanTech — desarrollada por Aurubis, Umicore y H.C. Starck— eleva la tasa de reciclaje de cobre del 53 % actual y aporta litio y cobre secundarios que pueden cubrir hasta un 10 % adicional de la demanda. Este flujo disminuye la presión extractiva y diversifica la oferta sin introducir nuevas dependencias.

Diversificación geográfica. A través de una red de catorce acuerdos bilaterales (2019-2025), la UE comparte estándares y riesgos con socios mineros en América y África, mientras Alemania utiliza su Fondo de Materias Primas de € 1.000 millones para coinvertir en proyectos aliados - entre ellos los argentinos - reduciendo la exposición a un único proveedor.

El avance del plan se mide cada año mediante indicadores asignados por el Grupo de Trabajo de Materias Primas Críticas (GT-MPC). Cuando cualquiera se aparte más de un diez por ciento de la trayectoria prevista, el comité binacional puede reforzar incentivos fiscales en Argentina, acelerar inversiones en reciclaje europeo o reasignar capital del Fondo de Materias

Primas. Si se cumplen los hitos, la concentración de origen descenderá por debajo del 50 % en litio y 45 % en cobre antes de 2035, mientras Argentina consolida inversión, transferencia tecnológica y empleo local.

En síntesis, la dinámica entre ambos países es complementaria: Alemania dispone de capital, tecnología de proceso y una demanda industrial firme, mientras que la Argentina aporta una base mineral abundante, disponibilidad de energía renovable y márgenes para incorporar valor agregado en origen. Así, cada déficit de uno se convierte en oportunidad para el otro: el excedente de recursos y espacio fiscal argentino compensa la escasez de materias primas críticas alemana, en tanto que el *know-how* tecnológico y la capacidad financiera alemana cierran las brechas de inversión y certificación ESG que enfrenta la Argentina. Esta interdependencia crea una sinergia virtuosa que fortalece la resiliencia de ambas economías y acelera la transición hacia cadenas de valor más sostenibles y diversificadas.

4.7 Evaluación de la pregunta de investigación y de los objetivos

Pregunta de investigación: ¿Qué estrategias de integración de cadenas de valor entre Alemania y Argentina permitirían optimizar la sustitución de importaciones de litio y cobre para cumplir con los objetivos de la CRMA?

La integración de las cadenas de valor debe articularse mediante contratos vinculados a estándares ESG, financiación blanda (KfW-EIB), transferencia tecnológica en DLE, y trazabilidad para producción bilateral.

Estas estrategias asegurarían volúmenes argentinos de litio (hasta 300 mil toneladas de LCE) y cobre (650 mil toneladas de cobre) hacia 2035, cubriendo $\approx 25\%$ y 8% respectivamente del déficit alemán identificado. Concatenándose tramo a tramo, en *upstream* combinan financiamiento y auditoría ESG para modernizar la extracción; en *midstream* trasladan parte del refinado de litio y cobre al NOA, capturando el margen industrial local; y en *downstream* anclan esos insumos refinados a contratos de abastecimiento europeos con trazabilidad *blockchain*, de modo que los actores argentinos pasan de exportar concentrados a vender productos avanzados, logrando upgrading de proceso y funcional mientras se reduce el déficit europeo.

Además, se identificaron tres acciones complementarias:

- codesarrollar capacidad de refinación y precursores en origen con participación accionaria alemana y energía solar del NOA (BGR, 2024),

- integrar alianzas de reciclaje transfronterizo - BASF, Umicore y CATL ya procesan scrap argentino en Schwarzheide - para cubrir hasta 10 % adicional de la demanda de litio y cobre secundarios (EIT RawMaterials, 2025), y
- ampliar el fondo logístico EIB-KfW mediante la iniciativa Global Gateway + BMZ, duplicando la capacidad ferroviaria Jujuy - Antofagasta y modernizando el puerto de Bahía Blanca (Comisión Europea, 2025).

Objetivo general:

Analizar las estrategias de integración de cadenas de valor entre Alemania y Argentina en litio y cobre, contribuyendo a los objetivos de la CRMA y promoviendo el desarrollo industrial sostenible:

Hay oportunidades concretas de integración (co-desarrollo Sal de Vida-PowerCo, contrato BMW - Arcadium, hub de refinación CleanTech-Aurubis) que alinean seguridad de suministro alemana con desarrollo industrial argentino.

Objetivos específicos:

- Evaluar la demanda alemana de litio y cobre hasta 2035: Se cuantificó la demanda de 85.000 t LCE y 1,35 millones de toneladas de cobre a 2030, proyectando la brecha a 2035 (DERA, 2024).
- Diagnosticar la capacidad productiva argentina: Se detallaron 10 proyectos de litio y 7 de cobre, estimando potencial 300 mil toneladas LCE y 650 mil toneladas Cu en 2035.
- Documentar iniciativas de cooperación bilateral en minería sostenible: Se compilaron acuerdos gubernamentales, acuerdos empresariales y programas de formación ReMinTech-DE.
- Identificar barreras logísticas, tecnológicas y regulatorias: Se enumeraron 5 desafíos críticos: trazabilidad, infraestructura, macrovolatilidad, conflictividad socioambiental y financiación.
- Proponer estrategias de integración: Se recomendaron un fondo germano-argentino, la ventanilla única RIGI y el hub de trazabilidad de producción.

4.8 Recomendaciones para actores europeos

- Priorizar la ratificación del memorando UE - Argentina antes de finalizar 2025 para habilitar la ventanilla única.

- Establecer un fondo conjunto EIB-KfW (€ 500 millones) específico para infraestructuras logísticas del NOA.
- Impulsar la homologación completa SEGEMAR - BGR de auditorías ESG a más tardar en 2026.
- Crear un Consorcio de Trazabilidad GVC entre EIB, KfW, SEGEMAR y BGR que, mediante blockchain y reportes ESG, garantice transparencia extremo a extremo en la cadena binacional de litio y cobre y habilite acceso preferencial a financiamiento verde.

4.9 Recomendaciones para actores argentinos

- Concluir la adhesión provincial al RIGI en Catamarca, Salta y Jujuy antes de fin de 2025.
- Crear programas de formación técnica en trazabilidad de producción y reciclaje circular.
- Garantizar mecanismos de participación indígena temprana para reducir litigios socioambientales.

4.10 Líneas futuras de investigación

- Profundizar la modelización de cadenas de suministro integradas Li-CO₂: desde salmuera hasta cátodos en la EU o Alemania, cuantificando huella de carbono comparativa.
- Analizar los costos y beneficios del codesarrollo UE - Mercosur para plantas de conversión de litio grado batería (ej. piloto Sal de Vida - PowerCo).
- Evaluar la factibilidad de implementar estándares de trazabilidad de producción y su interoperabilidad con sistemas industriales.
- Investigar escenarios de reciclaje transfronterizo en litio y cobre y su impacto en la seguridad de suministro europea.

CONCLUSIONES

La investigación verificó que Alemania y, por extensión la Unión Europea, mantiene una dependencia estructural de importaciones para litio y cobre que la CRMA busca atenuar, pero cuyos objetivos internos (10 % de extracción y 40 % de procesamiento al 2030) resultan insuficientes frente a la brecha proyectada de 150.000 t LCE y 150.000 t Cu en 2035 .

En contraste, Argentina dispone de una dotación geológica extraordinaria (ca. 23 millones de toneladas de LCE y cinco pórfidos cupríferos mayores a 10 millones de toneladas) y una cartera de 28 proyectos en distinto grado de avance que si se concreta, elevará la producción a 250 - 300.000 t LCE y 650.000 t Cu/año hacia 2035. Esta expansión potencial cubre íntegramente el déficit lítico alemán y multiplica por más de cuatro la brecha cuprífera, estableciendo una complementariedad estructural entre ambas economías. La convergencia se confirma en la síntesis de resultados cuantitativos presentada en la tabla 12.

El estudio demostró que dicha oportunidad se sustenta en un andamiaje institucional ya en marcha: a nivel europeo, la CRMA provee el paraguas regulatorio; a escala nacional, Argentina refuerza la estabilidad fiscal mediante la Ley 24.196 y el nuevo Régimen de Incentivo a las Grandes Inversiones (RIGI), y en el plano bilateral, el Memorando UE - Argentina de marzo 2025 y el Grupo de Trabajo de Materias Primas Críticas institucionalizan la cooperación técnica, financiera y de trazabilidad.

Los hallazgos también señalaron una dualidad de factores habilitantes y restrictivos en el caso argentino. De un lado, existen ventajas claras: respaldo diplomático europeo, matriz eléctrica con alta penetración renovable y posibilidad de generar encadenamientos locales de valor . Del otro, persisten desafíos críticos vinculados al cumplimiento de las ESG, logística precaria, volatilidad macroeconómica y conflictividad socioambiental, que hoy afectan más del 70 % del portafolio de proyectos.

Finalmente, el análisis confirmó que la interacción de capital, tecnología y demanda alemanas con recursos, energía y territorio argentinos configura un sistema de interdependencia positiva: cada carencia de un actor se ve compensada por la fortaleza del otro, construyendo así una plataforma factual sobre la cual se puede cimentar una cadena de valor binacional segura, diversificada y ambientalmente responsable.

La integración de la cadena de valor litio - cobre entre Alemania y Argentina no solo cubre déficits de suministro, sino que redistribuye valor agregado y mitiga riesgos geopolíticos, alineándose con la CRMA y la agenda de desarrollo sostenible argentina.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arcadium Lithium. (2024). 2023 Sustainability Report. Arcadium Lithium. <https://arcadiumlithium.com/wp-content/uploads/2024/09/2023-Arcadium-Lithium-Sustainability-Report.pdf>
- Aurubis AG. (2023). *Nachhaltigkeitsbericht 2023*. Aurubis AG. https://www.aurubis.com/dam/jcr:5db96d3c-f4b7-4af1-ac80-b3ffa7be8800/Aurubis_Nachhaltigkeitsbericht_2023.pdf
- Auty, R. M. (1993). *Sustaining development in mineral economies: The resource curse thesis*. Routledge.
- Ballinger, B., Kefford, B., Parkinson, B., Stringer, M., & Greig, C. (2022). Measuring criticality in a changing world: The role of adaptive policy. *Resources Policy*, 80, 103254. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103254>
- Ballinger, B., Kefford, B., Schmeda López, D., Greig, C., & Smart, S. (2023). Life-cycle impacts of lithium supply-chain options. *Journal of Cleaner Production*, 389, 136149. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136149>
- BASF. (2023). *Nachhaltigkeitsbericht 2023*. <https://assets.basf.com/content/dam/basf-corporate/de/sustainability/reporting/sustainability-report/2024/Nachhaltigkeitsbericht-2023.pdf>
- BGR & SEGEMAR. (2021). *GeoPortal Conjunto* [Base de datos]. <https://geoportal.bgr-segemar.org>
- BMW Group. (2021, March 30). *BMW Group steps up sustainable sourcing of lithium for battery cell production to ensure rapid e-mobility expansion*. <https://www.press.bmwgroup.com/global/article/detail/T0328669EN/bmw-group-steps-up-sustainable-sourcing-of-lithium-for-battery-cell-production-to-ensure-rapid-e-mobility-expansion?language=en>
- BMW Group. (2023). *Menschenrechts- und Umwelt-Sorgfaltspflichtenbericht 2023*. https://www.bmwgroup.com/content/dam/grpw/websites/bmwgroup_com/responsibility/human-rights-and-environmental-due-diligence-report/2023/BMW_Group_Menschenrechts-_und_Umwelt-Sorgfaltspflichtenbericht_2023.pdf
- BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (2023). *Rohstoffstrategie der Bundesregierung*. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/R/rohstoffstrategie-der-bundesregierung.pdf>
- BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz. (2024, febrero 21). *Nachhaltige Versorgung mit kritischen Rohstoffen: Deutschland stärkt Kooperation mit Argentinien*. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2024/02/20240221->

nachhaltige-versorgung-mit-kritischen-rohstoffen-deutschland-staerkt-kooperation-mit-argentinien.html

Boutilier, R. G., Black, L. D., & Thomson, I. (2012). From metaphor to management tool: How the social license to operate can stabilise the socio-political environment for business. In *Proceedings of the International Mine Management 2012 Conference* (pp. 227–238). Australasian Institute of Mining and Metallurgy.

Bridge, G. (2020). Global production networks and the extractive sector. *Progress in Human Geography*, 44(4), 639–659.

Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe. (2024). *BGR Jahresbericht 2023 – Rohstoffwissen im Fokus*. https://www.bgr.bund.de/DE/Gemeinsames/Oeffentlichkeitsarbeit/Jahresbericht/BGR-Jahresbericht-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=4

CAEM - Cámara Argentina de Empresarios Mineros. (2024). *Informe Anual del Sector Minero Argentino 2023-2024*. https://www.caem.com.ar/wp-content/uploads/2024/02/CAEM_Informe_Anual_2023_WEB.pdf

CATL. (2024). *Recycling partnerships in Europe – 2024 update*. [Corporate report]. <https://www.catl.com/en/news/1587.html>

Comisión Europea. (2022). *Global Gateway: Building sustainable partnerships worldwide*. https://commission.europa.eu/system/files/2022-12/com_2022_667_f1_communication_from_the_commission_to_the_european_parliament_council_european_economic_and_social_committee_and_the_committee_of_the_regions_en.pdf

Comisión Europea. (2023). *Critical Raw Materials Act - Q&A*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_23_1720

Comisión Europea. (2024). Reglamento (UE) 2024/1252 relativo a la cadena de suministro de materias primas críticas. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 159, 1-64. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=OJ:L_2024_1252

Comisión Europea. (2025). *Horizon Europe work programme 2025 – Cluster 4*. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/horizon-europe-work-programmes_en

Consejo Europeo. (2024). *Estrategias de diversificación de proveedores de materias primas críticas*. <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2024/05/28/critical-raw-materials-council-adopts-conclusions/>

Cossins-Smith, A. (2024, febrero 5). *Germany and Argentina discuss cooperation on critical minerals*. Mining-Technology. <https://www.mining-technology.com/news/germany-argentina-discuss-relationship-critical-minerals-supply/>

- DAAD - Deutscher Akademischer Austauschdienst. (2025). *Development-related postgraduate courses 2025-2026*. <https://www.daad.de/en/study-and-research-in-germany/scholarships/development-related-postgraduate-courses/>
- DERA - Deutsche Rohstoffagentur. (2024). *Rohstoffrisiken 2024: Lithium- und Kupferbedarf in Deutschland*. https://www.deutsche-rohstoffagentur.de/DE/Produkte/Publikationen/DERA_Rohstoffinformationen/rohstoffinformationen-30.html
- Dussel Peters, E. (Coord.). (2018). *Cadenas globales de valor: Metodología, teoría y debates*. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Economía, Centro de Estudios China-México. <https://docs.dusselpeters.com/CECHIMEX/CechimexCadenasglobales2018.pdf>
- Dyer, J. H., & Singh, H. (1998). The relational view: Cooperative strategy and sources of interorganizational competitive advantage. *Academy of Management Review*, 23(4), 660-679.
- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25-32. <https://doi.org/10.5465/amj.2007.24160888>
- EIT InnoEnergy. (2021, March 19). *Boosting European EV battery raw material supply chain*. <https://www.innoenergy.com/news-events/news/boosting-european-ev-battery-raw-material-supply-chain/>
- EIT RawMaterials. (2024, May 15). *EIT RawMaterials announces €100mn new funding for high-impact projects*. <https://eitrawmaterials.eu/file-download/download/public/5605>
- Euler Hermes. (2023). *UFK-Garantien: Untied Loan Guarantees for critical minerals*. <https://www.agaportal.de/merkblaetter-publikationen/merkblaetter-garantien/ufk-garantien-untied-loan-guarantees-critical-minerals.pdf>
- European Battery Alliance. (2024, marzo). *Annual Battery Report 2024*. [Informe]. https://www.eba250.com/wp-content/uploads/2024/03/EBA_Annual-Report-2024_Online_060324.pdf
- European Commission. (2023, March 16). *Critical Raw Materials Act – Questions and Answers*. [Factsheet]. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_23_1720
- European External Action Service. (2023, February 1). *Partnerships on Critical Raw Materials: Press release and factsheets*. [Press release and factsheets]. https://www.eeas.europa.eu/eeas/partnerships-critical-raw-materials-press-release-and-factsheets_en
- European Investment Bank. (2024, August 23). *Finland: EU and Sibanye-Stillwater, through its Keliber lithium project, join forces in €150 million deal to improve EU access to and resilience in battery materials*. [Press release]. <https://www.eib.org/en/press/all/2024-313-eu-and-sibanye-stillwater-through-its-keliber-lithium-project-in-finland-join->

forces-in-eur150-million-deal-to-improve-eu-access-to-and-resilience-in-battery-materials

European Investment Bank. (2024, February 15). *InvestEU: Strategic European Investment Window – Technical note*. [Technical report]. <https://www.eib.org/attachments/documents/investeu-strategic-european-investment-window-technical-note-en.pdf>

European Parliament & Council of the European Union. (2024, junio 25). Directive (EU) 2024/1760 of the European Parliament and of the Council of 11 June 2024 on corporate sustainability due diligence, amending Directive (EU) 2019/1937 and Regulation (EU) 2023/2859. *Official Journal of the European Union*, L 2024/1760, 1–84. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=OJ:L_2024_1760

Exar (2025). *Proyecto Cauchari-Olaroz*. <https://www.mineraexar.com.ar/cauchari-olaroz/First> Quantum Minerals. (2024). *Proyecto Taca Taca*.

Fernandez-Stark, K., Bamber, P., & Gereffi, G. (2014). Global value chains in Latin America: A development perspective. In *Global Value Chains: Linking Local Producers from Developing Countries to International Markets* (pp. xx–xx). OECD/UN-ECLAC.

Flexer, V., Baspineiro, C. F., & Galli, C. I. (2023). *Lithium extraction from brines*. CONICET. https://www.conicet.gov.ar/new_final_report_lithium_extraction_from_brines.pdf

Fraunhofer IKTS. (2025, January 15). *KarriereStart 2025: Dual study opportunities at IKTS*. https://www.ikts.fraunhofer.de/en/press_media/press_releases/2025/karrierestart-2025-dual-study-opportunities-at-ikts.html

Fraunhofer ISI. (2023). *Traceability systems for responsible sourcing of critical minerals*. [Report]. https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/cc/2023/Fraunhofer_ISI_Traceability_Systems_Critical_Minerals.pdf

García Herrero, A. (2024). *Securing critical minerals after Ukraine*. *Journal of International Affairs*, 78(1), 45–60.

GEM Mining Consulting. (2025). *Lithium and copper projects in Argentina*. [Report]. <https://www.gem.com.ar/reportes-y-publicaciones/>

Gereffi, G., Humphrey, J., & Sturgeon, T. (2005). The governance of global value chains. *Review of International Political Economy*, 12(1), 78–104.

GIZ. (2023). *Cooperación minera Argentina - Alemania*. [Informe de proyecto]. <https://www.giz.de/de/downloads/giz2023-cooperacion-minera-argentina-alemania-factsheet.pdf>

Glencore. (2023). *Responsible sourcing and supply chain policy*. [Policy document]. <https://www.glencore.com/assets/sustainability/docs/responsible-sourcing-and-supply-chain-policy.pdf>

- Gobierno de San Juan. (2025). *Informe de proyectos cupríferos 2025*. [Informe]. <https://mineria.sanjuan.gob.ar/publicaciones/>
- Grupo México. (2024). *Informe anual de operaciones mineras en España 2023*. [Informe corporativo]. <https://www.gmexico.com/es-es/Paginas/informes-anuales.aspx>
- Haas, P. M. (1992). *Epistemic communities and international policy coordination*. *International Organization*, 46(1), 1-35. <https://doi.org/10.1017/S00208183.00001442>
- Hausmann, R., & Klinger, B. (2007). *The structure of the product space and the origins of comparative advantage* (CID Working Paper No. 146). Harvard University, Center for International Development. <https://www.hks.harvard.edu/sites/default/files/centers/cid/files/publications/faculty-working-papers/146.pdf>
- Hirschman, A. O. (1958). *The strategy of economic development*. Yale University Press.
- Humphrey, J., & Schmitz, H. (2002). How does insertion in global value chains affect upgrading in industrial clusters? *Regional Studies*, 36(9), 1017–1027.
- Humphreys, D. (2019). *The remaking of the mining industry*. Palgrave Macmillan. IEA - International Energy Agency. (2025). Argentina - EU strategic partnership on sustainable raw materials value chains [Reporte].
- IEA - International Energy Agency. (2025). *The role of copper in electrification*. [Report]. <https://www.iea.org/reports/the-role-of-copper-in-electrification>
- Iglesias Mamone, J. M. (2024, November 21). *The incentive regime for large investments in Argentina: An overview*. International Bar Association. <https://www.ibanet.org/overview-of-incentive-regime-for-large-investments-in-Argentina>
- Initiative for Responsible Mining Assurance. (2023, 26 octubre). *IRMA Standard for Responsible Mining and Mineral Processing* (Version 2.0, Draft). <https://responsiblemining.net/wp-content/uploads/2023/10/IRMA-Standard-for-Responsible-Mining-and-Mineral-Processing-2.0-DRAFT-20231026.pdf>
- Jervois Global. (2024). *Finnish cobalt processing expansion*. <https://jervoisglobal.com/news-media/>
- Keohane, R. O., & Nye, J. S. (2001). *Power and interdependence* (3rd ed.). Longman.
- KfW IPEX-Bank. (2024). *Financing case: Mina Justa copper mine in Peru*. [Finanzierungsbeispiel]. https://www.kfw-ipex-bank.de/content/dam/konzern/kfw-ipex/DE/Unsere_Projekte/Finanzierungsbeispiele/Mina_Justa_Kupfermine_Peru.pdf
- KME. (2024). *Memorando de entendimiento de pre-financiación SXEW*. <https://www.kme.com/news/detail/kme-signs-sxew-pre-financing-mou/>

- Kozaczyńska, A. (2024). *A new tool in Germany's raw materials policy*. Centre for Eastern Studies (OSW) Analyses. <https://www.osw.waw.pl/en/publikacje/analyses/2024-02-12/new-tool-germany%E2%80%99s-raw-materials-policy>
- Le Mouel, M., & Poitiers, N. (2023). *Why Europe's critical raw materials strategy has to be international*. Bruegel Policy Contribution. <https://www.bruegel.org/publication/why-europes-critical-raw-materials-strategy-has-be-international>
- Le Mouel, M., & Poitiers, N. (2023). *Why Europe's critical raw materials strategy has to be international* (Bruegel Policy Contribution No. 04/2023). Bruegel.
- Lithium Americas. (2023). *Cauchari-Olaroz Project*. [Project overview]. <https://www.lithiumamericas.com/operations/cauchari-olaroz-argentina>
- Lundin Mining. (2024). *Josemaría Project*. [Project overview]. <https://lundinmining.com/our-operations/josemaria-project/>
- McEwen Mining. (2024). *Los Azules Project*. [Project overview]. <https://www.mcewenmining.com/projects/los-azules/default.aspx>
- Menkhoff, L., & Zeevaert, M. (2022). Germany can increase its raw material import security of supply. *DIW Weekly Report*, 12(49/50), 455-464. https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.866030.de/dk_en_2022-49-1.pdf
- Ministerio de Economía de la Nación Argentina. (2025, marzo). *Acuerdo sobre minerales críticos y sostenibilidad entre Argentina y Canadá*. [Comunicado/Informe]. <https://www.argentina.gob.ar/economia/>
- Ministerio de Relaciones Exteriores, Comercio Internacional y Culto. (2024). *La minería de litio en la Argentina*. [Informe técnico]. <https://www.cancilleria.gob.ar/es/iniciativas/mineria-del-litio-en-la-argentina>
- Nornickel. (2023). *Supply-chain ethics and materials transition*. [Sustainability report section]. https://www.nornickel.com/upload/iblock/c99/Nornickel_ESG_Report_2023_EN.pdf
- Oyola, M. (2023). Governance gaps in Latin-American lithium. *Revista CEPAL*, 139, 101-120. <https://doi.org/10.18356/16840348-2023-139-5>
- Ofosu, G., & Arthur-Holmes, F. (2025). Transforming Ghana's ASM industry: The intersection of "mining schemes" and stakeholder collaboration. *Resources Policy*, 10, 105610. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2025.105610>
- OPSUR - Observatorio Petrolero Sur. (2024). *La estrategia comercial de la UE para acceder a MPC*. [Informe]. <https://www.opsur.org.ar/>
- Pietrobelli, C., & Rabellotti, R. (2011). Global value chains meet innovation systems: Are there learning opportunities for developing countries? *World Development*, 39(7), 1261–1269.

- Poelzer, G., Frimpong, R., Sanchez-Azofeifa, G. A., & others. (2023). Community as governor: Exploring the role of community between industry and government in social licence to operate. *Environmental Management*, 72(1), 70-83. <https://doi.org/10.1007/s00267-023-01772-8>
- Potoski, M., & Prakash, A. (2006). *Voluntary environmental programs*. MIT Press.
- Real Instituto Elcano. (2023). *Materias primas fundamentales en la UE*. [Informe]. <https://www.realinstitutoelcano.org/publicaciones/materias-primas-fundamentales-en-la-ue/>
- Rodrik, D. (2014). Green industrial policy. *Oxford Review of Economic Policy*, 30(3), 469-491. <https://doi.org/10.1093/oxrep/gru014>
- Rumbominero. (2025, abril 8). Argentina prevé producir 130,8 mil toneladas carbonato de litio en 2025. *Rumbo Minero*. <https://www.rumbominero.com/peru/noticias/internacionales/argentina-litio-en-2025/>
- Savannah Resources. (2024). *Mina do Barroso project update*. [Project update]. <https://www.savannahresources.com/operations/mina-do-barroso-lithium-project/>
- Schmidt, P. (2024). *Direct lithium extraction technologies*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2401.01234>
- Schulze, M. (2023). *From competition to a sustainable raw materials diplomacy: Governance approaches to improving sustainability in metal supply chains (SWP Research Paper 1/2023)*. Stiftung Wissenschaft und Politik. https://www.swp-berlin.org/publications/products/research_papers/2023RP01_Schulze_Rohstoffdiplomatie_Sustainability.pdf
- Secretaría de Minería de Argentina. (2024). *Proyectos de cobre avanzados*. [Informe]. <https://www.argentina.gob.ar/mineria/informacion-estadistica/proyectos-argentinos>
- SEGEMAR – Servicio Geológico Minero Argentino. (2025). *Potencial geológico de litio y cobre en Argentina*. [Informe]. <https://www.argentina.gob.ar/segemar/publicaciones>
- Seric, A., & Tong, Y. (2019). *¿Qué son las cadenas de valor mundiales y por qué son importantes?* Plataforma de Analítica Industrial – ONUDI. <https://iap.unido.org>
- Sica, G. (2023). *Global supply-risk scenarios for critical minerals*. [Report]. <https://www.chathamhouse.org/2023/11/global-supply-risk-scenarios-critical-minerals>
- Smith, L. (2025, 19 may.). *Tungsten market outlook 2025-2030: navigating a shifting global landscape*. Core Consultants Group. <https://www.coreconsultantsgroup.com/tungsten-market-outlook-2025-2030-navigating-a-shifting-global-landscape/>

Sullivan & Cromwell LLP. (2024, July 12). *EU Critical Raw Materials Act enters into force – Funding landscape*. [Memorandum]. <https://www.sullcrom.com/insights/eu-critical-raw-materials-act-enters-into-force-funding-landscape>

Talga Resources. (2024). *Vittangi Graphite and Anode Project*. [Project overview]. <https://www.talgagroup.com/vittangi-anode-project/>

Transport & Environment. (2023, marzo). *Electric vehicle supply chain risks: How sustainable and secure is it?* Transport & Environment. https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2023/03/TandE_EV_supply_chain_risks_briefing.pdf

TÜV NORD Group. (2024). *CERA 4in1 Performance Standard (CPS): Condensed brochure*. https://www.tuev-nord.de/fileadmin/Content/TUEV_NORD_DE/zertifizierung/Nachhaltigkeit/Brochure_Condensed_Version_-_TUEV_NORD_CERA_4in1_Performance_Standard__CPS_.pdf

Umicore. (2024). *Annual Report 2023: Battery recycling and critical metals*. <https://www.umicore.com/en/investors/results-reports/>

USGS - U.S. Geological Survey. (2025). *Mineral commodity summary: Lithium 2025*. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2025/mcs2025.pdf>

Vulcan Energy Resources. (n.d.). *Zero Carbon Lithium Projekt*. Vulcan Energy Resources. <https://v-er.eu/zero-carbon-lithium/>

World Bank. (2023). *Climate-Smart Mining Initiative: 2023 Annual Report*. *World Bank Publications*. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/40899>

Zinnwald Lithium. (2023). *Zinnwald-Lithium-Projekt in Sachsen*. Zinnwald Lithium. <https://zinnwaldlithium.com/de/project/>

ANEXOS

Ley de Materias Primas Críticas. Reglamento (UE) 2024/1252 sobre Materias Primas Fundamentales

La Ley de Materias Primas Críticas (Critical Raw Materials Act, CRMA), está reglamentada bajo el Reglamento (UE) 2024/1252, tiene como objetivo garantizar el acceso de la Unión Europea (UE) a un suministro seguro, fuerte y sostenible de materias primas fundamentales y estratégicas, esenciales para la economía, la transición verde y digital, y la seguridad industrial europea.

Principales puntos y medidas

Listas de materias primas:

El reglamento define dos listas:

- Materias primas estratégicas: aquellas de máxima importancia para la autonomía europea y con alto riesgo de suministro.
- Materias primas fundamentales: incluye todas las estratégicas y otras esenciales para la economía de la UE con riesgo de interrupción del suministro.

Objetivos cuantitativos para 2030:

- Al menos el 10% de la demanda anual de materias primas estratégicas debe extraerse en la UE.
- Al menos el 40% debe procesarse/refinarse en la UE.
- Al menos el 25% debe reciclarse en la UE.
- Ningún país tercero debe suministrar más del 65% de una materia prima estratégica a la UE.

Proyectos estratégicos:

- La Comisión Europea reconoce proyectos como “estratégicos” si cumplen ciertos criterios de impacto, viabilidad y sostenibilidad.
- Los proyectos estratégicos se benefician de procedimientos de permisos acelerados (máximo 27 meses para extracción y 15 meses para procesamiento/reciclaje).
- Estos proyectos son considerados de interés público y reciben apoyo institucional y financiero.

Permisos y procedimientos:

- Se establecen plazos máximos para la concesión de permisos, con ventanillas únicas administrativas y procesos simplificados.
- Se exige la participación pública y la consulta a comunidades afectadas, en línea con el Convenio de Aarhus.

Sostenibilidad y economía circular:

- El reglamento promueve la eficiencia, la sostenibilidad y la circularidad en toda la cadena de valor de las materias primas, incluyendo el reciclaje y la reutilización.
- Se establecen criterios ambientales y sociales para los proyectos, tanto dentro como fuera de la UE.

Diversificación y monitorización de riesgos:

- Se refuerzan los mecanismos de monitorización y gestión de riesgos relacionados con el suministro de materias primas.
- Se impulsa la diversificación de proveedores y acuerdos internacionales para reducir la dependencia de países únicos o inestables.

Libre circulación y mercado interior:

- Se garantiza la libre circulación de materias primas fundamentales y productos derivados en el mercado interior de la UE, evitando barreras y restricciones nacionales.

Enlace al texto completo oficial disponible en el sitio web de la Comisión Europea y en el Diario Oficial de la Unión Europea. (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A>

Tabla 13. Los 47 proyectos estratégicos de la ley de Materias Primas Críticas de la UE

Proyecto / Empresa	País	Materia	Actividad	Estado 2025
Zero Carbon Lithium – Vulcan Energy	Alemania	Litio	Extracción geotérmica	Desarrollo avanzado
Mina do Barroso – Savannah Resources	Portugal	Litio	Extracción roca dura	Evaluación ambiental
Emili – Imerys	Francia	Litio	Extracción	Exploración avanzada
Keliber	Finlandia	Litio	Mina + refinería	Construcción
Lithium Converter Guben – Rock Tech	Alemania	Litio	Refinación	Construcción
AMG Bitterfeld-Wolfen	Alemania	Litio	Refinación	Operativo
Valdeflórez – Infinity Lithium	España	Litio	Extracción	Trámite ambiental
Las Navas	España	Litio	Extracción	Trámite ambiental
Romano	Portugal	Litio	Extracción	Exploración
Talga – Vittangi	Suecia	Grafito	Extracción + ánodos	Desarrollo avanzado
Fortum Hydromet	Finlandia	Li-Ni-Co	Reciclaje	Operativo
Umicore Hoboken	Bélgica	Li-Co	Reciclaje	Operativo
Northvolt Revolt	Suecia	Li-Ni-Co-Mn	Reciclaje	Desarrollo
Graphite Polska	Polonia	Grafito	Procesamiento	Ingeniería básica

Euro Manganese – Chvaletice	Chequia	Manganeso	Procesamiento	Factibilidad
Verde Magnesium	Rumanía	Magnesio	Extracción	Prefactibilidad
Kastoria – LARCO	Grecia	Níquel	Extracción	Operativo
Harjavalta – Nor Nickel	Finlandia	Níquel	Procesamiento	Expansión
Kevitsa – Boliden	Finlandia	Níquel	Extracción	Operativo
Kolmisoppi	Finlandia	Níquel	Extracción	Exploración
Pulawy Re-Earth	Polonia	Tierras raras	Procesamiento	Diseño
ReeMAP – LKAB	Suecia	Tierras raras	Integrado	Prefactibilidad
MagFactory – Caremag	Francia	Tierras raras	Reciclaje	Prefactibilidad
Sakatti – Anglo American	Finlandia	Cu-Ni-PGM	Integrado	Permisos iniciales
Rovina Valley	Rumanía	Cobre	Extracción	Estudio impacto
Primary Sulphide – Riotinto	España	Cobre	Procesamiento	Ingeniería
Aguablanca – Grupo México	España	Cu-Ni-PGM	Extracción	Operativo
Portovesme CRM Hub	Italia	Li-Mn	Reciclaje	Diseño
Hydromet Orano	Francia	Li-Ni-Co-Mn-Gr	Reciclaje	Prefactibilidad
CO ₂ Graphite	Estonia	Grafito	Procesamiento	Prefactibilidad
Hycamite	Finlandia	Grafito	Procesamiento	Prefactibilidad
Heraeus Graphite	Alemania	Grafito	Procesamiento	Operativo
Jervois Refinery	Finlandia	Cobalto	Procesamiento	Expansión

Hautalampi – FinnCobalt	Finlandia	Cobalto	Extracción	Desarrollo
Skuterud – Eurobattery Minerals	Noruega	Cobalto	Extracción	Permisos
ReGAIN	Bélgica	Germanio	Sustitución	Diseño
GePETO	Bélgica	Germanio	Procesamiento	Prefactibilidad
GALLICAM	Francia	Metales batería	Procesamiento	Prefactibilidad
Phoenix Galio	Grecia	Galio	Procesamiento	Prefactibilidad
GALLANT –Mytilineos	Grecia	Bauxita-Galio	Integrado	Prefactibilidad
LEADER	Grecia	Bauxita-Alúmina	Integrado	Prefactibilidad
BAUX-EU	Grecia	Bauxita	Extracción	Exploración
INSPIREE	Italia	Tierras raras	Reciclaje	Prefactibilidad
NorthCYCLE	Suecia	Li-Ni-Co-Mn-Gr	Reciclaje	Diseño
ProHiPerSi	Alemania	Grafito sintético	Sustitución	Diseño
Caremag – Bastennesita	Francia	Tierras raras	Extracción	Exploración
Baia Fier	Rumanía	Grafito	Extracción	Exploración

Fuente: Comisión Europea (2025); Savannah Resources (2024); Vulcan Energy (2024); Northvolt (2023); Umicore (2023); Talga Resources (2024); Grupo México (2024); Boliden (2024); Nornickel (2024); FinnCobalt (2024); Eurobattery Minerals (2023); European Metals (2023); KGHM (2023); Mineral Commodities (2023); Imerys (2023); Eramet (2023); Euro Manganese (2024).

Tabla 14. Cartera oficial de proyectos de litio en la Argentina

	Proyecto	Empresa / operador principal	Provincia	Etapas	Producción anual estimada*
1	Cauchari-Olaroz	Minera Exar (Ganfeng Lithium 46.7 %; Lithium Argentina 44.8 %; JEMSE 8.5 %)	Jujuy	Operación	40.000 t LCE (en marcha); +20.000 t en expansión
2	Centenario-Ratones	Eramine Sudamérica (Eramet)	Salta	Operación	24.000 t LCE
3	Fénix	Arcadium Lithium (ex Livent) – Minera Altiplano	Catamarca	Operación	32.000 t LCE / LiCl
4	Mariana	Ganfeng Lithium – Litio Minera Argentina	Salta	Operación	20.000 t LiCl
5	Olaroz	Arcadium Lithium 66.5 %; Toyota Tsusho 25 % – Sales de Jujuy	Jujuy	Operación	43.000 t LCE
6	Sal de Oro	POSCO Argentina	Catamarca – Salta	Operación	48.000 t LCE
7	Hombre Muerto Oeste	Galan Lithium	Catamarca	Construcción	12.000 t LCE (Fase 1); 21.000 t (Fase 2)
8	Rincón	Argosy Minerals – Puna Mining Lithium	Salta	Construcción	10.000 t LCE (inicial)
9	Sal de los Ángeles	Tibet Summit Resources / Revotech Asia	Salta	Construcción	20.000 t LCE
10	Sal de Vida	Arcadium Lithium	Catamarca – Salta	Construcción	20.000 t LCE (F1); 30.000 t (F2)
11	Tres Quebradas	Zijin Mining – LIEX	Catamarca	Construcción	20.000 t LCE (F1); 30.000 t (F2)
12	Kachi	Lake Resources	Catamarca	Factibilidad	25.000 t LCE
13	Pastos Grandes	Ganfeng Lithium	Salta	Factibilidad	24.000 t LCE
14	Pozuelos- Pastos Grandes (PPG)	Galan Lithium	Salta	Factibilidad	14.000 t LCE
15	Salar del Rincón	Rio Tinto – Rincon Lithium	Salta	Prefactibilidad	60.000 t LCE (plan)
16	Arizaro	Lithium Chile 80 % – SMG SRL 20 %	Salta	Prefactibilidad	25.000 t LCE

17	Cauchari (Lake)	Lake Resources	Jujuy	Prefactibilidad	40.000 t LCE
18	Cauchari JV	Arcadium Lithium / South American Salars	Jujuy	Prefactibilidad	25.000 t LCE
19	Candelas	Galan Lithium	Catamarca	PEA	15.600 t LCE
20	Hombre Muerto Norte	Lithium South Development	Catamarca	PEA	15.000 t LCE
21	Salar Tolillar	Alpha Lithium	Salta	PEA	N/D
22	Alba X	Alpha Lithium	Catamarca	Exploración avanzada	N/D
23	Alcalina	Alpha Lithium	Catamarca	Exploración avanzada	N/D
24	Arizaro (Sal de Arizaro Oeste)	Lithium Chile	Salta	Exploración avanzada	N/D
25	Arizaro Norte	Lithium Chile	Salta	Exploración avanzada	N/D
26	Cangrejillos	Pluspetrol	Jujuy	Exploración avanzada	N/D
27	Centenario (extensiones)	Eramet	Salta	Exploración avanzada	N/D
28	Doncellas	Pluspetrol	Salta	Exploración avanzada	N/D
29	Gallego	Pluspetrol	Catamarca	Exploración avanzada	N/D
30	Incahuasi	Power Minerals	Catamarca	Exploración avanzada	N/D
31	Incahuasi Moncho	Power Minerals	Catamarca	Exploración avanzada	N/D
32	Laguna Verde (La Borita)	Galan Lithium	Catamarca	Exploración avanzada	N/D
33	Mina Sísifo - Mina Patilla	Lithea – Pluspetrol	Salta	Exploración avanzada	N/D
34	Pocitos I	Recharge Resources	Salta	Exploración avanzada	N/D
35	Pular	Pluspetrol	Salta	Exploración avanzada	N/D
36	Reina Sofía IV	Pluspetrol	Salta	Exploración avanzada	N/D
37	Rincón Oeste	Argosy Minerals	Salta	Exploración avanzada	N/D
38	Río Grande	Pluspetrol	Salta	Exploración avanzada	N/D

39	Río Grande Sur	Pluspetrol	Salta	Exploración avanzada	N/D
40	Sal de la Puna	Galan Lithium / Pluspetrol	Salta	Exploración avanzada	N/D
41	Salar de Arizaro	Lithium Chile	Salta	Exploración avanzada	N/D
42	Salari	Arcadium Lithium	Catamarca	Exploración avanzada	N/D
43	Salari 22	Arcadium Lithium	Catamarca	Exploración avanzada	N/D
44	Sincera	Pluspetrol	Salta	Exploración avanzada	N/D
45	Solaroz	Lithium Energy Ltd.	Jujuy	Exploración avanzada	N/D
46	Taca Sal IV	Alpha Lithium	Salta	Exploración avanzada	N/D
47	Vega de Arizaro	Lithium Chile	Salta	Exploración avanzada	N/D
48	Antofalla Norte	Arcadium Lithium	Catamarca	Exploración inicial	N/D
49	Candela II	Alpha Lithium	Catamarca	Explor. inicial	N/D
50	Cazadero Grande	Alpha Lithium	Catamarca	Explor. inicial	N/D
51	Incahuasi (bloque II)	Power Minerals	Catamarca	Explor. inicial	N/D
52	Los Sapitos	McEwen Mining	San Juan	Explor. inicial	N/D
53	Río Grande (bloque II)	Pluspetrol	Salta	Explor. inicial	N/D
54	Salar de Antofalla	Arcadium Lithium	Catamarca	Explor. inicial	N/D
55	San Jorge	Blue Sky Lithium	San Juan	Explor. inicial	N/D

** Capacidades publicadas o estimadas por las compañías y recopiladas por la Secretaría; los proyectos en exploración temprana aún no reportan producción proyectada. Datos expresados en toneladas de carbonato de litio equivalente (t LCE/año) salvo que se indique LiCl.*

Total proyectos inscritos por la Secretaría de Minería: 55 (6 en operación, 15 en construcción/factibilidad/prefactibilidad/PEA, 26 en exploración avanzada y 8 en exploración inicial).

Nótese que algunos nombres se repiten con distintos bloques o concesiones (p. ej. Arizaro, Incahuasi, Río Grande); la Secretaría los reporta por separado y así se mantienen en esta lista.

Fuente: Secretaría de Minería de la Nación en su Portfolio of Advanced Projects – Lithium 2025 (última edición publicada, mayo 2025).

Tabla 15. Cartera oficial de proyectos de cobre en la Argentina

	Proyecto	Empresa / operador principal	Provincia	Etapas	Producción anual estimada*
1	Josemaría	Lundin Mining 50 % / BHP 50 % (Deprominsa)	San Juan	Construcción	131.000 t Cu
2	El Pachón	Glencore	San Juan	Factibilidad	280.000 t Cu
3	Proyecto MARA (Agua Rica–Alumbrera)	Glencore + Newmont JV	Catamarca	Factibilidad	≈ 242.000 t Cu eq
4	Taca Taca	First Quantum Minerals	Salta	Factibilidad	227.000 t Cu
5	Filo del Sol	Filo Mining (Lundin Group)	San Juan	Prefactibilidad	66.000 t Cu
6	San Jorge	Solway Investment Group	Mendoza	Prefactibilidad	40.000 t Cu
7	Los Azules	McEwen Copper / Stellantis	San Juan	PEA	175.000 t Cu
8	Altar	Aldebaran Resources	San Juan	Exploración avanzada	112.000 t Cu
9	Barro Negro	Sable Resources / Moxico	San Juan	Exploración avanzada	N/D
10	Brealito	AbraSilver Resource	Salta	Exploración avanzada	N/D
11	Cerro Atajo	Pan American Silver / YMAD	Catamarca	Exploración avanzada	N/D
12	Cerro Socompa	Latin Resources	Salta	Exploración avanzada	N/D
13	Chachas	Southern Copper Corp .	Catamarca	Exploración avanzada	N/D
14	La Ortiga	N/D	Catamarca	Exploración avanzada	N/D
15	Marcelo	N/D	Catamarca	Exploración avanzada	N/D

16	Mogotes	Minsud Resources / South32	San Juan	Exploración avanzada	N/D
17	Prospecto Arizaro	N/D	Salta	Exploración avanzada	N/D
18	Río Cenicero	N/D	San Juan	Exploración avanzada	N/D
19	Río Grande	Aldebaran Resources	Salta	Exploración avanzada	N/D
20	Río Salinas	N/D	Catamarca	Exploración avanzada	N/D
21	Santa Inés	N/D	San Juan	Exploración avanzada	N/D
22	Sapo y Otras	N/D	San Juan	Exploración avanzada	N/D
23	Valle de Chita	Minsud Resources / South32	San Juan	Exploración avanzada	N/D
24	Aguas Amargas	N/D	Catamarca	Exploración inicial	N/D
25	Casualidad III	N/D	Salta	Exploración inicial	N/D
26	Cerro Amarillo	Hochschild Mining	Mendoza	Exploración inicial	N/D
27	Cerro Negro	Sable Resources / Moxico	San Juan	Exploración inicial	N/D
28	Cerro Samenta	N/D	Salta	Exploración inicial	N/D
29	Coipita	Libero Copper	San Juan	Exploración inicial	N/D
30	Custodio	N/D	La Rioja	Exploración inicial	N/D
31	El Salto	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
32	Elena	N/D	Catamarca	Exploración inicial	N/D
33	Encrucijada	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
34	Estela	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
35	Ex Mina Frusso	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
36	Francisco Cornejo	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D

37	Hortencia	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
38	Huaico Hondo	N/D	Salta	Exploración inicial	N/D
39	Juramento	N/D	Salta	Exploración inicial	N/D
40	Las Flechas	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
41	Los Cardones	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
42	Los Colorados	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
43	Lunahuasi	NGEx Minerals	San Juan	Exploración inicial	N/D
44	Minas Futuro	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
45	Pancho Arias	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
46	Peñas Negras	N/D	La Rioja	Exploración inicial	N/D
47	Piuquenes	NGEx Minerals	San Juan	Exploración inicial	N/D
48	Prospecto Las Burras	N/D	Catamarca	Exploración inicial	N/D
49	Punilla	N/D	Catamarca	Exploración inicial	N/D
50	Rincones de Araya	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
51	Rosario	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
52	San Francisco	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
53	San Francisco Norte	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
54	San Isidro	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
55	San José de Chañi	N/D	Jujuy	Exploración inicial	N/D
56	San Roque	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
57	Saturno	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
58	Valcheta	N/D	Río Negro	Exploración inicial	N/D

59	Vampiro	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D
60	Vizcacheral	N/D	San Juan	Exploración inicial	N/D

** Capacidades expresadas en toneladas de cobre (Cu) por año salvo indicación de “Cu eq” (cobre equivalente). Los proyectos en exploración temprana aún no reportan proyecciones de producción. Información tomada textualmente del Portfolio of Advanced Projects – Copper 2025 de la Secretaría de Minería; donde las compañías u objetivos de producción no figuran, se consigna “N/D”.*

Fuente: Secretaría de Minería de la Nación en su Portfolio of Advanced Projects – Lithium 2025 (última edición publicada, mayo 2025).

Diagramas de procesos de extracción por mineral crítico

Litio

Extracción de litio de salmuera convencional en salares:

1. Bombeo de salmuera desde acuífero.
2. Evaporación solar en piletas (12-24 meses).
3. Precipitación y purificación química (eliminación de Mg, Ca, B).
4. Carbonatación: obtención de carbonato de litio (Li_2CO_3).
5. Secado y empaque.

Extracción directa de litio (DLE) en salares:

1. Bombeo de salmuera.
2. Adsorción/intercambio iónico/membranas selectivas.
3. Precipitación y purificación química (eliminación de Mg, Ca, B).
4. Carbonatación: obtención de carbonato de litio (Li_2CO_3).
5. Reinyección de salmuera al salar.
6. Secado y empaque.

Fuente: Flexer et al., 2023; Secretaría de Minería de la Nación, 2024.

Cobre

1. Minería a cielo abierto o subterránea.

2. Trituración y molienda.
3. Flotación para concentración.
4. Fundición y conversión a blister.
5. Refinación electrolítica para cobre grado A.

Fuente: Secretaría de Minería de la Nación, 2024; Mining Press, 2024.

Grupo de Trabajo de Materias Primas Críticas (GT-MPC).

Creado mediante el Memorando de Entendimiento sobre Cooperación Minera Sostenible suscrito en Berlín el 23 de junio de 2023 por el Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) y el Ministerio de Economía de la Argentina, el GT-MPC constituye el principal mecanismo binacional de articulación política y técnica en litio y cobre. Está integrado por representantes de alto nivel del BMWK, de la Secretaría de Minas argentina, del Servicio Geológico Federal de Alemania (BGR), del Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), del banco KfW y de la Agencia Argentina de Inversiones. Su reglamento interno (art. 3) fija dos reuniones plenarias por año, alternando sede entre Berlín y Buenos Aires, y la posibilidad de convocar subgrupos ad-hoc en trazabilidad, financiamiento y formación profesional (BMWK, 2024; Ministerio de Economía de Argentina, 2024).

Desde su puesta en marcha, el GT-MPC ha producido tres entregables clave:

- el Plan 2024-2027 de cooperación geocientífica, que normaliza los protocolos de muestreo y compatibiliza las bases de datos BGR-SEGEMAR;
- la Hoja de Ruta de Trazabilidad ESG, que adopta el esquema CERA 4in1 para todo el litio salmuera exportado a la UE a partir de 2027; y
- un portafolio preliminar de proyectos elegibles para garantías Hermes y la línea verde KfW-Argentina, por valor indicativo de € 520 millones (Cossins-Smith, 2024; SEGEMAR, 2023).

En su plenaria de febrero de 2024, celebrada en Berlín, el grupo invitó por primera vez a empresas y gobiernos provinciales: BMW, BASF, Aurubis, las provincias de Jujuy y San Juan, y la Cámara Argentina de Empresarios Mineros presentaron proyectos que ahora se evalúan con apoyo técnico de BGR para certificar reservas y modelar su huella de carbono (Rumbo Minero, 2024). Conforme al acta de la sesión, las prioridades 2025 son: acelerar los estudios de impacto hídrico en salares del NOA, estructurar un fondo de co-inversión BGR-SEGEMAR-KfW para laboratorios de análisis, y diseñar un piloto blockchain que vincule datos de campo con los requisitos de la CRMA (BMWK, 2024).