

Perspectivas de desarrollo de las cadenas de valor relacionadas con el litio en Chile y América del Sur

Mario Castillo & Ingrid Garcés

Diálogo

América Latina y el Caribe en las cadenas de valor relacionados con el litio y otros minerales para la transición energética.

CEPAL, Subsecretaría de Relaciones Económicas Internacionales de Chile y Cooperación Alemana

19 de agosto 2024, Santiago, Chile

Perspectivas de desarrollo de las cadenas de valor relacionadas con el litio en Chile y América del Sur

Contenido del documento

1. **Introducción: transición energética**
2. Situación regional e internacional
3. El litio factor clave para la electromovilidad
4. Las cadenas de valor del litio y espacios para América del Sur
5. Propuestas de políticas y cooperación regional

Autores

Mario Castillo - Ingrid Garcés - Rodrigo Furtado



2. Situación regional e internacional

Un nuevo escenario

- **Transición energética internacional con altos niveles de incertidumbre**
 - Nueva organización industrial frente a la política industrial verde
 - Sectores de alta tecnología y su importancia geopolítica
 - El desafío de los países del triángulo del litio
- **El desajuste entre oferta y demanda de litio hacia el 2030**
 - Aumento de la demanda al 17% anual
 - Aumento incierto de la oferta entre 2,7 y 5 veces
- **Estrategia de valor agregado**
 - Aguas arriba: clúster de exploración, extracción y refinación
 - Aguas abajo: clúster de baterías ión litio
 - Mercado regional de electromovilidad: clúster de producción de autobuses eléctricos

2.Situación regional e internacional: tendencias disruptivas

	Ley de Reducción de la Inflación (IRA)	Plan Industrial del Pacto Verde Unión Europea	Fondo Nacional de Reconstrucción de Australia	Ley de Transformación Verde de Japón	
<ul style="list-style-type: none"> Irrupción de la política industrial verde en Estados Unidos y la UE Crédito fiscal, electrificación y requisitos de fabricación en norteamérica Requisitos de contenido local La revolución tecnológica y los VE. Caso de Tesla Respuesta de otros países 	Vigencia	Aprobado en agosto 2022	Propuesto en marzo de 2023	Aprobado en marzo 2022	Propuesto en febrero 2023
	Subsidios	Se estima en US\$391 mil millones para la transición verde en el sector eléctrico, transporte, industria, construcción y otros.	El “nuevo marco de crisis y transiciones temporales” prevé un nivel ilimitado de subsidio. En Francia se estima en €20 mil millones	Alrededor de US\$10 mil millones en siete áreas prioritarias. Cerca de US\$2 mil millones para renovables e infraestructura cero emisiones.	Alrededor de US\$354 millones de subsidios en diez años para desbloquear US\$354 mil millones en inversiones focalizadas en hidrogeno verde y producción de amoniaco.
	Disposiciones de localización de inversiones y abastecimiento	Materiales para bat. y VE deben ser reciclados o producidos en EE. UU. o países con acuerdos de libre comercio ==>producir al menos 40% de las tecnologías verdes al 2023.	Los subsidios requieren demostrar que de otra forma la firma se podría trasladar al exterior; el objetivo es producir al menos el 40% de las tecnologías verdes al 2023.	Disposiciones para garantizar inversiones únicas o principalmente basadas en Australia.	No incluye
	Disposiciones para materiales críticos	Acuerdo con Japón Y UK para no imponer restricciones indebidas a la exportación de materias primas críticas con esos países.	La Ley de Materias Primas Críticas establece requisitos mínimos para el abastecimiento nacional y la diversidad de suministro de minerales críticos.	La Estrategia de Minerales Críticos proporciona financiamiento para promover el procesamiento nacional.	Permite subsidios para proveedores internacionales de minerales críticos

2. Situación regional e internacional: tendencias disruptivas

Reorganización de la industria

- Desaparición del oligopolio de procesamiento
- Mayor competencia en producción de baterías
- Mayor diversificación productiva en VE

China mantiene el liderazgo

- Procesamiento de minerales
- Productor de celdas, baterías y VE

Cadena de valor	Países dominantes 2022	Países dominantes 2030	Margen de ganancias en la cadena
Extracción mineral	Australia, Chile y China	Australia, China, Chile, Argentina, Brasil, Europa y Estados Unidos	25% - 30% (incluye procesamiento)
Procesamiento y refinamiento	China y Chile	China, Chile, Argentina, Estados Unidos, Australia y Europa	
Manufactura de celdas y baterías	China, Japón y R de Corea	China, Japón, R de Corea, Europa y Estados Unidos	20% - 25%
Vehículos eléctricos	China, Europa y Estados Unidos	China, Europa, Estados Unidos, Japón y R de Corea	45% - 50%

2. Situación regional e internacional: ¿oportunidades de colaboración?

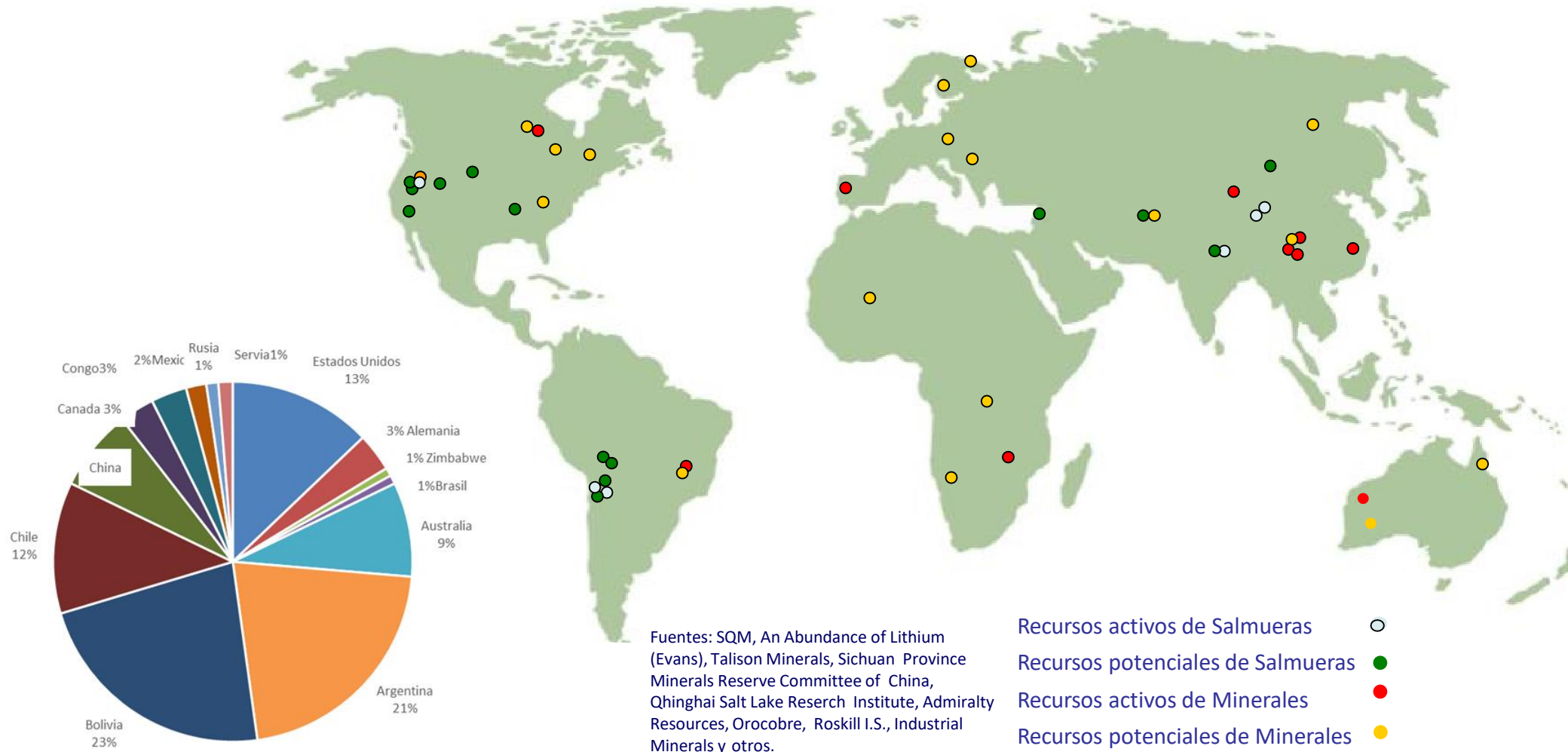
- No hay convergencia espontánea en el mercado regional
- Colaboración a tres niveles: tecnológico, productivo y financiero
- Hipótesis de trabajo:
 - La idea de “corredores verdes”
 - Desarrollo sostenible de los salares
 - Cadena de fabricación de baterías de iones de litio
 - Ecosistema de la electromovilidad regional

Marco normativo/Países	Argentina	Bolivia (Estado Plurinacional de)	Chile
Régimen de gobierno	Federal	Centralizado	Centralizado
Modalidades de explotación	Concesión de la explotación a empresas privadas Provincia de Jujuy: participación accionaria de empresa del estado provincial	Empresa pública en asociación con empresas privadas (extranjeras)	Convenio entre la CORFO y empresas privadas Posibilidades habilitadas que no están vigentes: explotación estatal; contrato especial de operación del litio
Cobertura de la normativa	Restringida a la explotación del recurso	Explotación del recurso y su industrialización en las actividades del encadenamiento productivo hacia adelante	Concentrada en la explotación del recurso, con reserva de cuota a precio preferencial para proyectos de ind. del recurso
Estrategia productiva: encadenamientos productivos hacia atrás	Concesión a empresas privadas	Empresa conjunta, asociación de Yacimientos de Litio Bolivianos (YLB) con empresas privadas (extranjeras) Plantas piloto de YLB	Convenios con empresas privada
Estrategia productiva: encadenamientos productivos hacia adelante	Empresa conjunta en asociación con empresa privada (extranjera) Empresa mixta (YPF Tecnología (Y-TEC)	Plantas piloto de YLB	Licitación para la instalación de empresas privadas
Sistema de investigación y desarrollo (I+D)	Sistema descentralizado: - I+D del SNCyT - Centro de investigación tripartito (CONICET, U N de Jujuy y Centro de I&D en Mat. Avanzados y Alm. de Energía de Jujuy - CONICET. Litio definido como tema estratégico: formación de recursos y financiamiento de proyectos	Centros de investigación de YLB Apoyo a la formación y a la investigación en universidades nacionales	Sistema universitario Licitación para la creación de centros de I+D financiados por empresas Productoras de litio: Instituto de Tecnologías Limpias, Centro Tecnológico de Economía Circular, Centro para el Desarrollo de la Electromovilidad

3. El litio factor clave: recursos mundiales

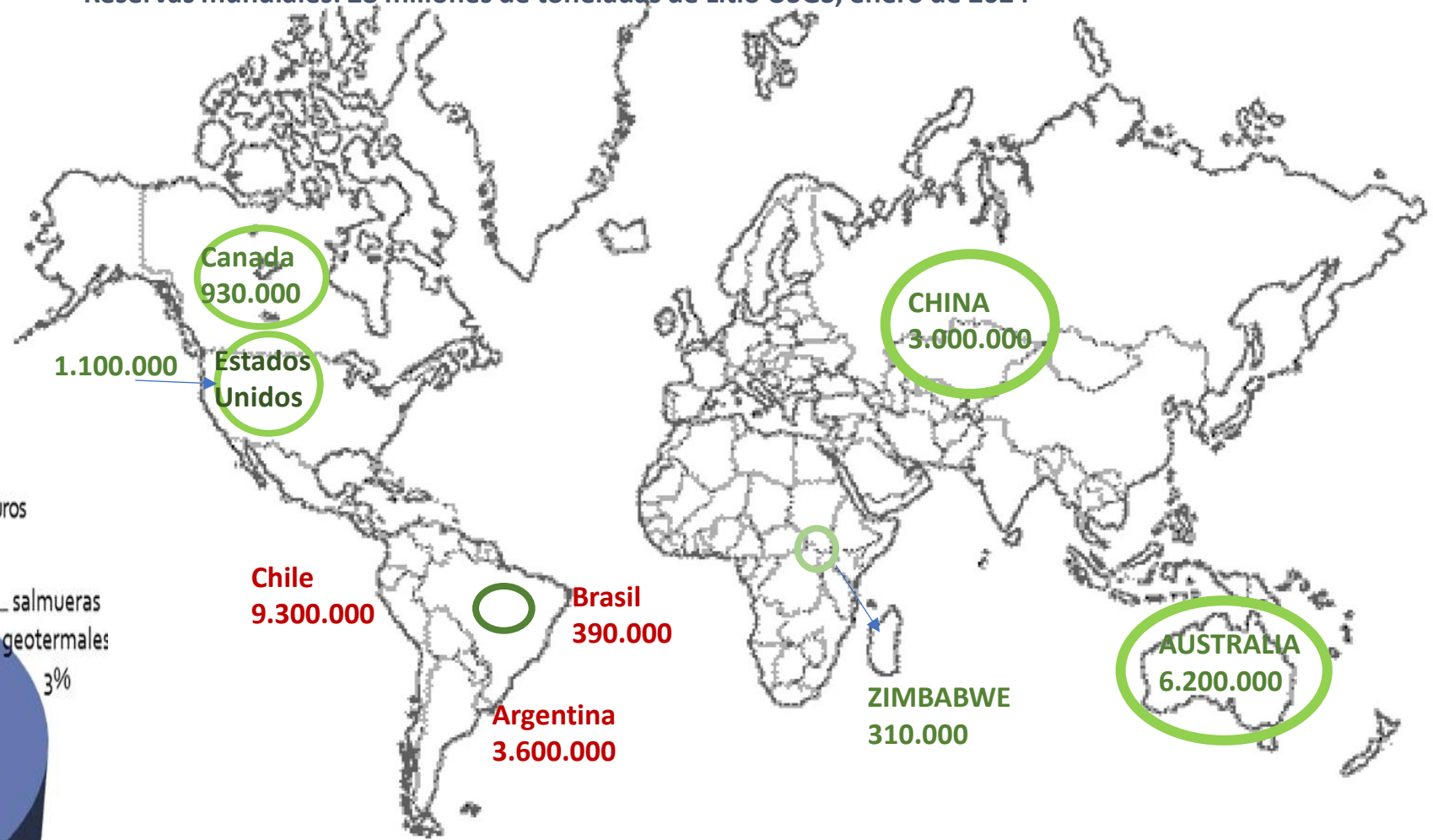


□ El litio es un recurso abundante y presente en todo el mundo. Los recursos estimados por U.S.G.S. son 105 millones de toneladas como Li. (enero 2024)

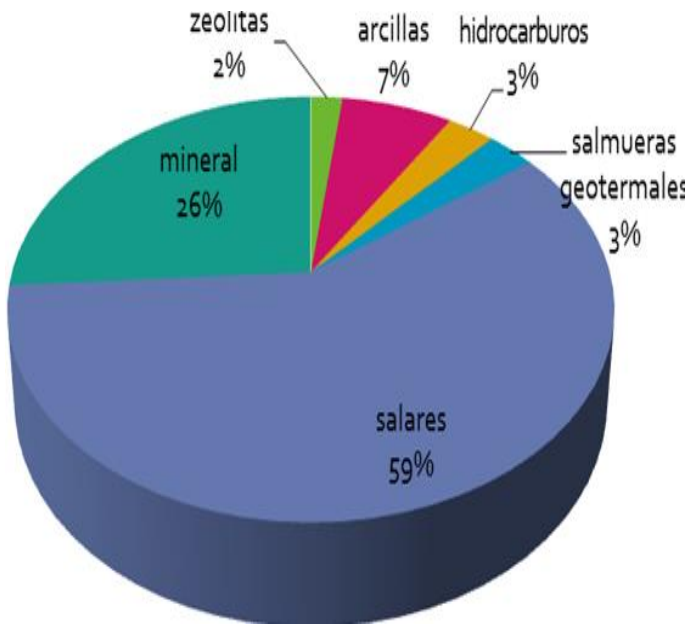


3. El litio factor clave: reservas de litio - 2024

Reservas mundiales: 28 millones de toneladas de Litio USGS, enero de 2024



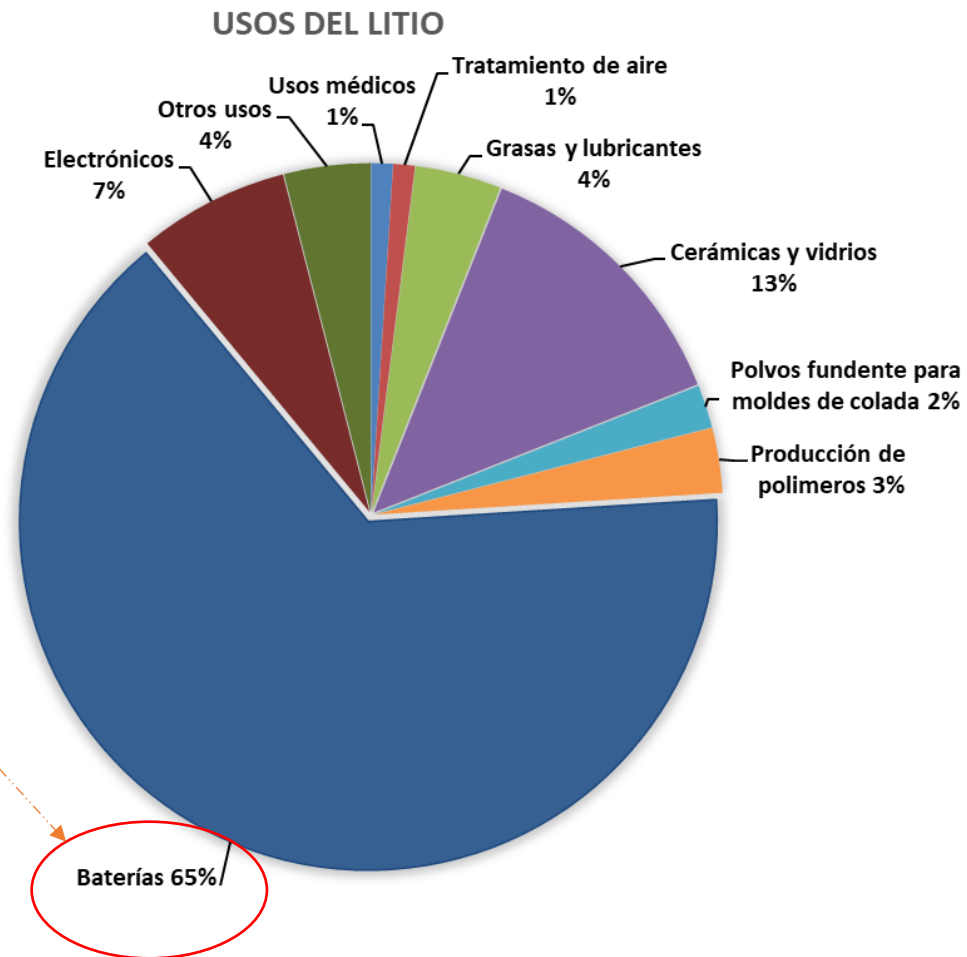
Reservas mundiales por tipo



3. El litio factor clave: usos y aplicaciones (%, 2023)

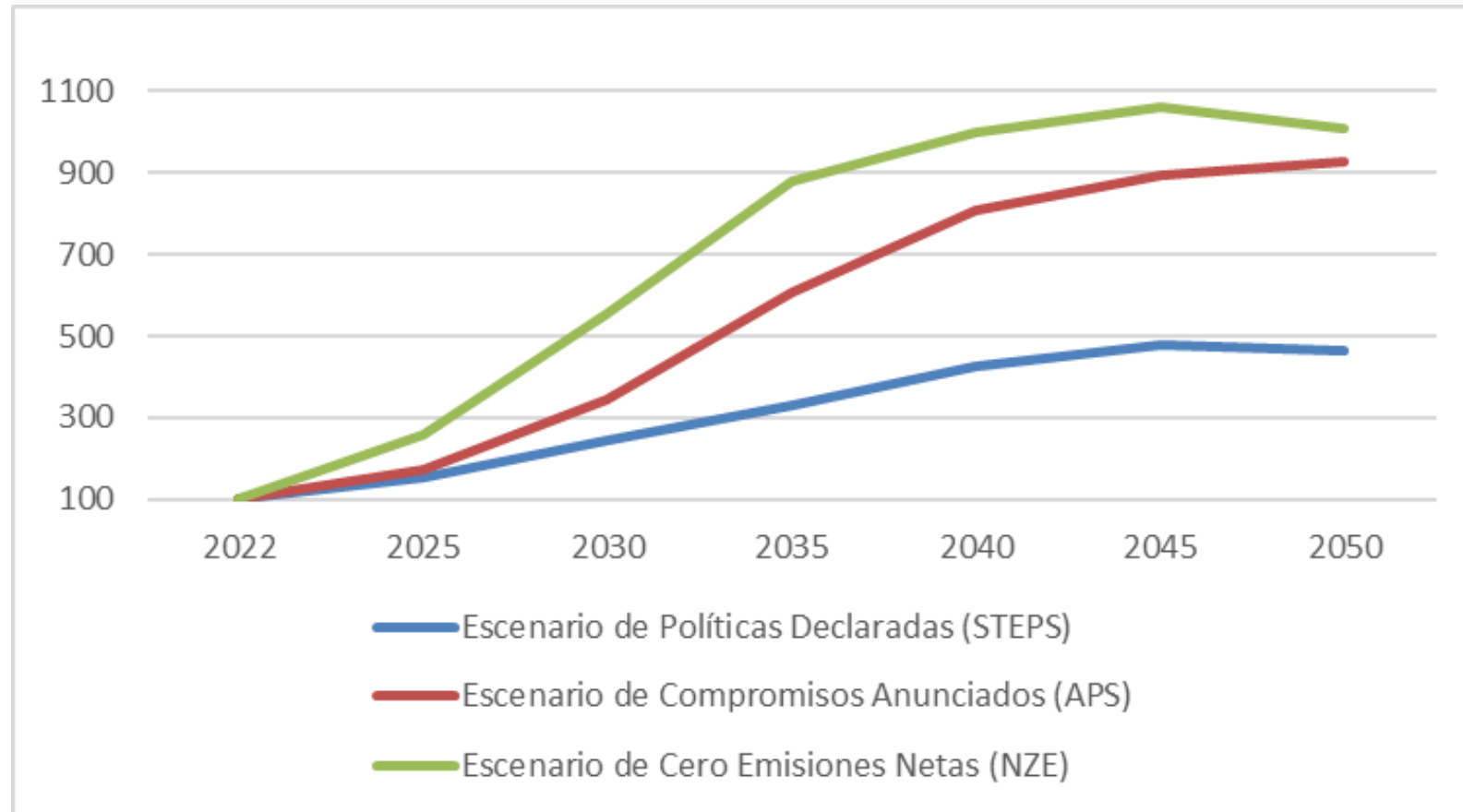
Baterías, 87% (enero 2024)

Cerámicas y vidrios, 4%; grasas y lubricantes, 2%; tratamiento de aire, 1%.



3. El litio factor clave: la demanda y la oferta

Escenarios de demanda de litio hacia el 2050
(Índice año base 2022=100)



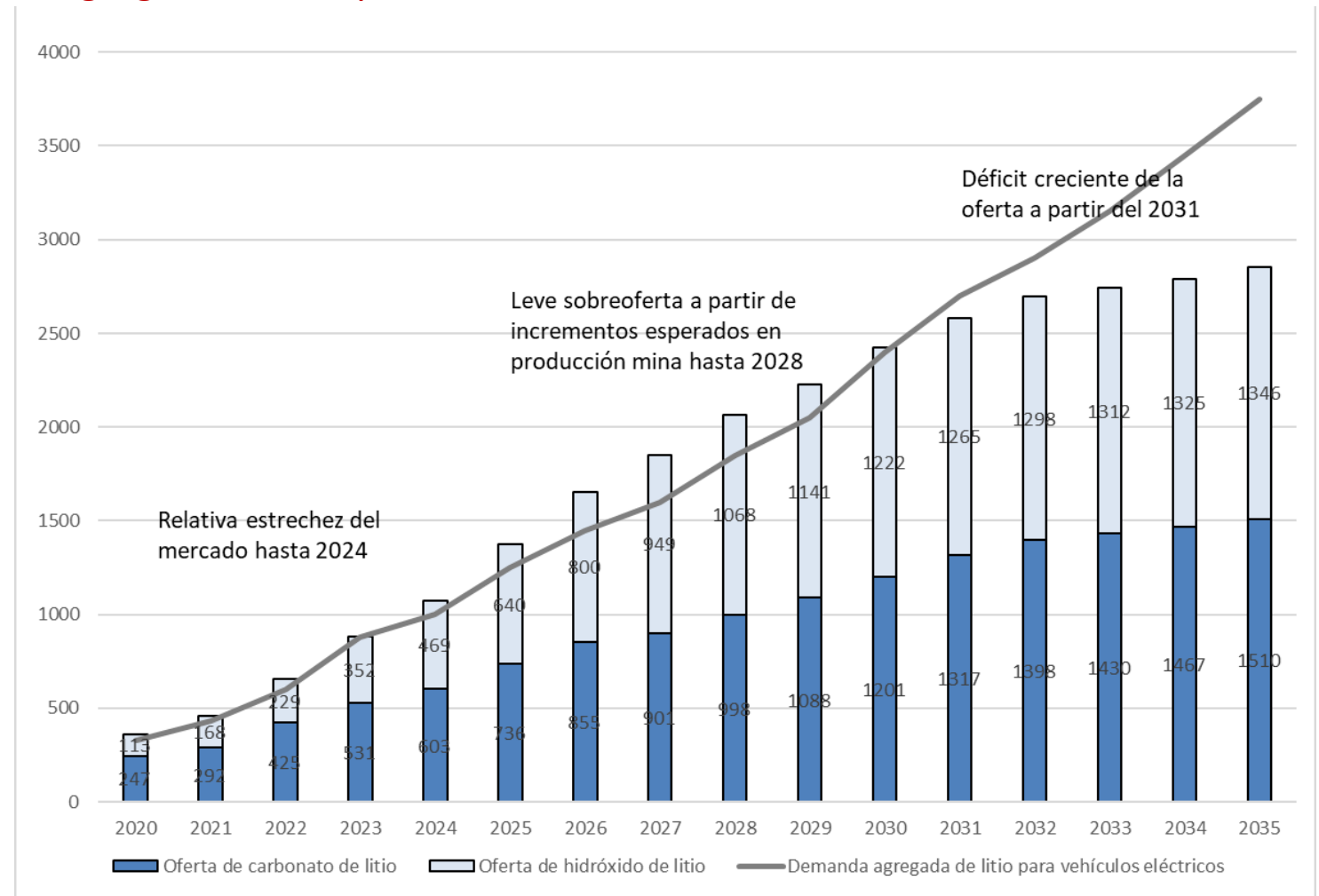
Fuente: CEPAL sobre la base de datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés), Critical Mineral Demand Dataset, actualización de julio de 2023 (IEA 2023b).

Nota: Los tres escenarios son los utilizados y definidos por la IEA.

3. El litio factor clave: la demanda y la oferta

Proyección de oferta y la demanda agregada de litio para vehículos eléctricos 2020-2035

- La producción de carbonato de litio mundial se cuadruplicó entre el 2010 al 2021, llegando sobre 100.000 toneladas.
- En noviembre de 2018 el valor de la tonelada de carbonato de litio fue de US\$6.700 aprox. En el 2022 alcanzó US\$83.000 aprox. y desde entonces y hasta septiembre 2023 bajó.
- En abril 2023 su valor fue US\$22.000 aprox., estabilizándose en torno a los US\$41.500 aprox.
- Los principales importadores de Li son China (35%), Japón (11%), Corea del Sur (10%) y Estados Unidos (9%), por tanto, sus decisiones políticas tienen gran impacto a la hora de comprender la demanda y las fluctuaciones de su valor



4. Las cadenas de valor del litio y espacios para América del Sur

- Cadena de valor aguas arriba: exploración, extracción y producción de litio refinado
- Cadena de valor aguas abajo: fabricación de baterías de iones de litio

4.1 Cadena de valor aguas arriba

Aguas arriba

Aguas abajo



Exploración y Minería

- Exploración y extracción de yacimientos.
- Explotación sustentable de los salares.
- Tecnologías de explotación de litio, como la extracción directa.
- Aprovechamiento de otros minerales.
- Minería e industria química básica.

Ingresos proyectados a 2030: US\$34 mil millones

Procesamiento y refinación

- Elaboración de compuestos químicos y nuevos compuestos.
- Desarrollar Nuevas tecnologías de refinación.
- Industria de Química Fina.

Ingresos proyectados a 2030: US\$52 mil millones

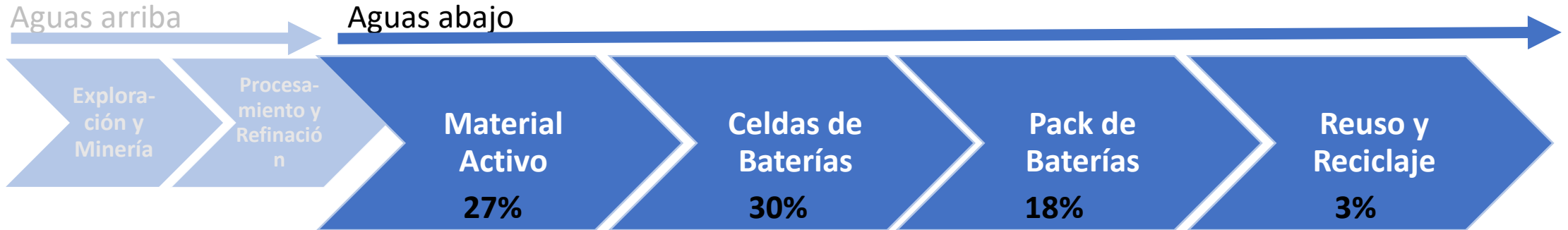
En Chile se refina y se exporta:

$\text{LiOH} \cdot \text{H}_2\text{O}$ → productores de cátodos, grasas, lubricantes y colorantes

Li_2CO_3 → Productores de cátodos, vidrio y cerámicas

LiCl → Productores de litio metálico, empresas de control de humedad y zeolitas

4.2 Cadena de valor aguas abajo



Material Activo

- Cátodos: fosfato de litio y hierro (LiFePO₄), etc,
- Ánodos: grafito purificado, láminas de cobre.
- Electrolitos: hexafluorofosfato de litio (LiPF₆), otros solventes
- Separadores, electrodos, binders y aditivos.
- Alta especialización y calificación técnica.

Ingresos proyectados a 2030: US\$110 mil millones

Celdas de Baterías

- Manufactura, procesos asimilables a metalmecánica.
- Centros de control y pruebas.
- Generar focos productivos, economías de escala a nivel territorial.

Ingresos proyectados a 2030: US\$121 mil millones

Pack de Baterías

- Agrupación de celdas en módulos de baterías.
- Incorporan conexiones eléctricas, Sensores y sistemas de gestión de baterías
- Destinos finales para incorporación en vehículos y otros dispositivos

Ingresos proyectados a 2030: US\$74 mil millones

Reuso y Reciclaje

- Formas de reutilización y segunda vida.
- Recuperación de minerales y otros materiales.
- Actividad reciente, 2023 se comienza con aprox. 100 empresas de reciclado

Ingresos proyectados a 2030: US\$13 mil millones

5. Propuestas de políticas y cooperación regional

- Desarrollo sostenible de los salares
- Cadena de fabricación de baterías de iones de litio
- Instrumentos de financiamiento en ciencia, tecnología e innovación
- Desarrollo de un sistema de electromovilidad regional

5.1 Desarrollo sostenible de los salares

	Función de producción	Sustentabilidad	Episodios de crisis
Enfoque de política	<p>La función de producción es <u>específica al salar</u>.</p> <p>Lugar geográfico relevante.</p> <p>Se requiere I&D en zonas específicas.</p>	<p>regulación estatal sobre el manejo del recurso y su sustentabilidad.</p> <p>La capacidad de carga del recurso difiere entre localizaciones.</p>	<p>Existe tendencia a la sobreexplotación Es necesario anticiparse con la investigación científica.</p>
Áreas de cooperación	<p>Ecología y biodiversidad en salares.</p> <p>Geohidrología de salares.</p> <p>Desarrollo de Ciencias de Salares.</p>	<p>Complementar la Institucionalidad para la regulación de salares.</p> <p>Desarrollar Monitoreo eficiente e integrados en salares</p>	<p>Desarrollo integral en lo social, cultural y territorial de la industria.</p> <p>Modelamiento del impacto de los procesos de explotación de salares.</p>

5.2 Cadena de fabricación de baterías de iones de litio

	Instalación de nuevas industrias	Creación de empresas	Desarrollo de capacidades
Enfoque de políticas	Atracción de inversiones estratégicas en la cadena de valor.	Institucionalidad e instrumentos para el emprendimiento.	Programas estratégicos de especialización y transferencia tecnológica.
Áreas de cooperación	Mercado regional de electromovilidad. Desarrollar un clúster regional de la industria del litio. Propiciar Usos de cuotas para proyectos de industrialización.	Garantías, capital semilla y de riesgo. Redes, territorio e incubadoras. Redes de inversionistas Desarrollo de proveedores.	Institutos tecnológicos y red universitaria. Plantas pilotos de baterías diferentes a las tradicionales. Formación y movilidad de investigadores.

5.3 Instrumentos de financiamiento en ciencia, tecnología e innovación

	Financiamiento de la investigación y desarrollo (I+D)	Financiamiento a la formación de personas	Financiamiento de apoyo a la innovación empresarial
Coordinación y convergencia entre instrumentos de financiamiento	<p>Fondos de investigación científica y tecnológica</p> <p>Incentivos a la investigación científica y tecnológica</p> <p>Fondos equipamiento e infraestructura</p> <p>Fondos para clústeres, polos tecnológicos e incubadoras de empresas</p>	<p>Becas de estudios de grado, posgrado y posdoctorado</p> <p>Programas de creación y apoyo a posgrado</p> <p>Programas de movilidad universitaria</p>	<p>Fondos de innovación y competitividad</p> <p>Crédito tributario a la I+D</p> <p>Créditos para el escalamiento de proyectos de innovación</p> <p>Programas de capacitación técnica</p>

5.4 Sistema de electromovilidad regional





GRACIAS

**Mario Castillo & Ingrid Garcés
presentación
2024**

Perspectivas de desarrollo de las cadenas de valor relacionadas con el litio en Chile y América del Sur. Diálogo América Latina y el Caribe en las cadenas de valor relacionados con el litio y otros minerales para la transición energética. 19 de agosto 2024, Santiago, Chile