

APORTES DEL SERVICIO GEOLÓGICO MINERO ARGENTINO (SEGEMAR) A LA EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE MINERALES PARA LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Martín R. Gozálvez

Director

Instituto de Geología y Recursos Minerales
Servicio Geológico Minero Argentino

*Santo Domingo - Cotuí, República Dominicana
17-21 de abril de 2023*



1. Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR): Misión y Organización

- **Examinar** la estructura geológica y los recursos minerales del territorio nacional
- **Asegurar** la disponibilidad de información geocientífica requerida
- **Promover** el desarrollo sostenible y aprovechamiento racional de los recursos naturales no renovables
- **Asistir** técnicamente en el ámbito de la pequeña y mediana industria minera.
- **Contribuir** al resguardo de la vida y propiedades de sus habitantes frente a los riesgos emergentes de los procesos geodinámicos.

**Instituto de Geología
y Recursos Minerales
(IGRM)**

Da respuesta a la necesidad de información científica sobre la estructura geológica, recursos naturales no renovables y riesgos emergentes de los procesos geodinámicos en el territorio nacional.

**Instituto de
Tecnología Minera
(INTEMIN)**

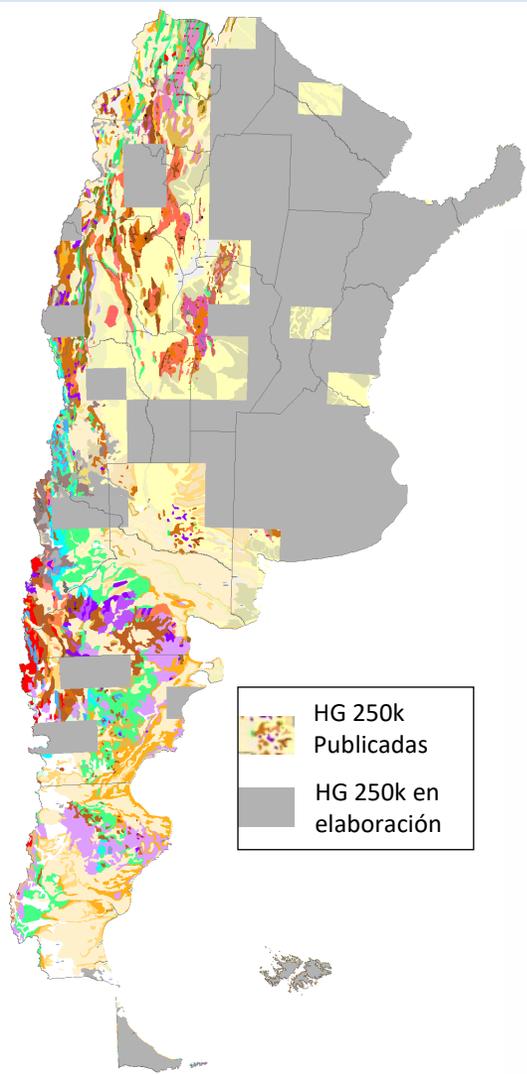
Da respuesta a los requerimientos de asistencia técnica, análisis y ensayos que surjan en los ámbitos del Estado Nacional, Estados provinciales y empresas mineras en todos los aspectos de la actividad productiva y estudios geológicos, ambientales y de recursos naturales no renovables

**Observatorio
Argentino de
Vigilancia Volcánica
(OAVV)**

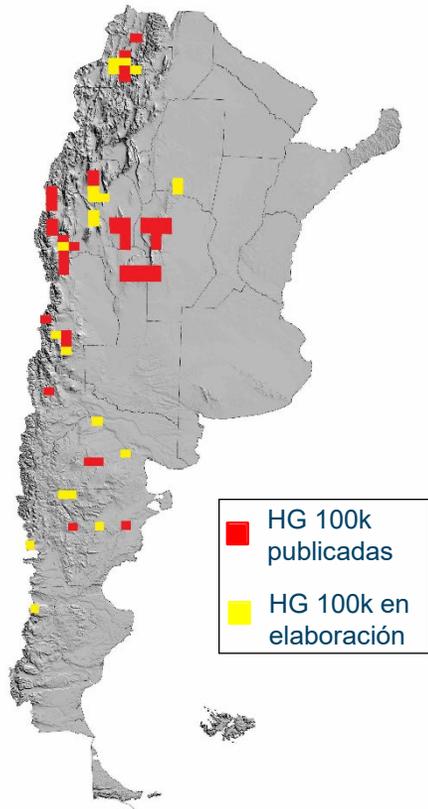
Genera y transmite alertas tempranas ante las amenazas provenientes de volcanes ubicados en la Cordillera de los Andes, mediante una red de monitoreo instrumental de volcanes considerados activos en el territorio argentino.

2. Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR): Programas sistemáticos de cartografía

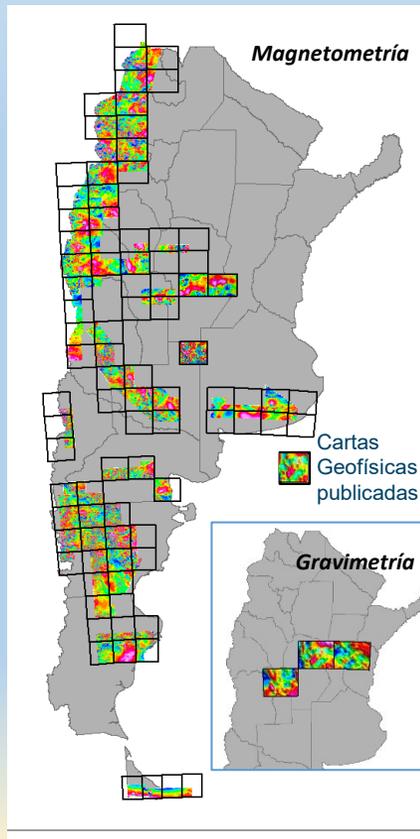
Hojas Geológicas 250k



Hojas Geológicas 100k



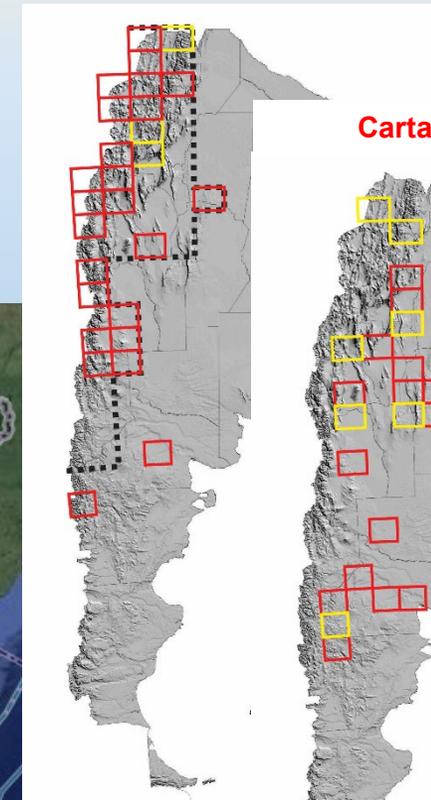
Cartas Geofísicas



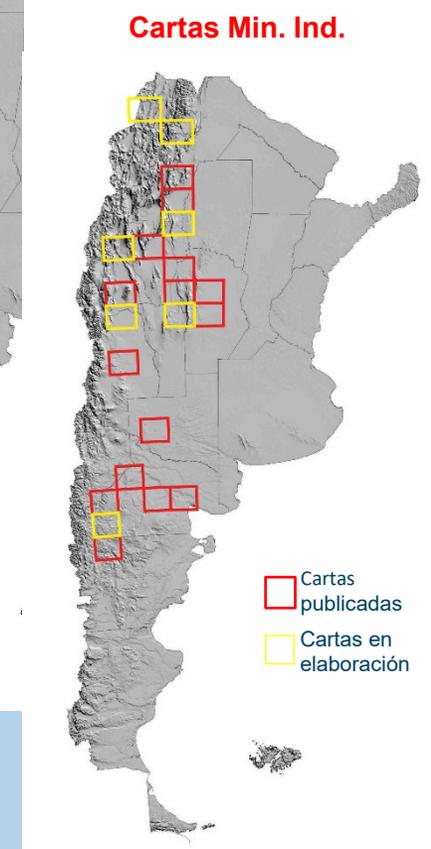
Cartas Geoq. Multielem.



Cartas Metalogenéticas



Cartas Min. Ind.



3. Transición energética: Marco general

Identificación de los principales metales y minerales necesarios en el proceso de transición energética

Identificación de las principales tecnologías para generar energía limpia

Energía	Cobre	Cobalto	Níquel	Litio	Tierras Raras	Cromo	Zinc	Grupo Platino	Aluminio
Solar	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Eólica	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hidroeléctrica	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Solar de concentración	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bioenergía	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Geotermal	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Nuclear	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Redes eléctricas	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Autos eléctricos y almacenamiento	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Hidrógeno	■	■	■	■	■	■	■	■	■

■ Alto requerimiento
 ■ Medio requerimiento
 ■ Bajo requerimiento

Fuente: Agencia Internacional de Energía (2021)

4. Evaluación de potencial geológico de los metales y minerales requeridos para la transición energética

4.1 Metodología

Evaluación de tres parámetros del USGS

Antecedentes

evaluación de recursos identificados y cuantificados

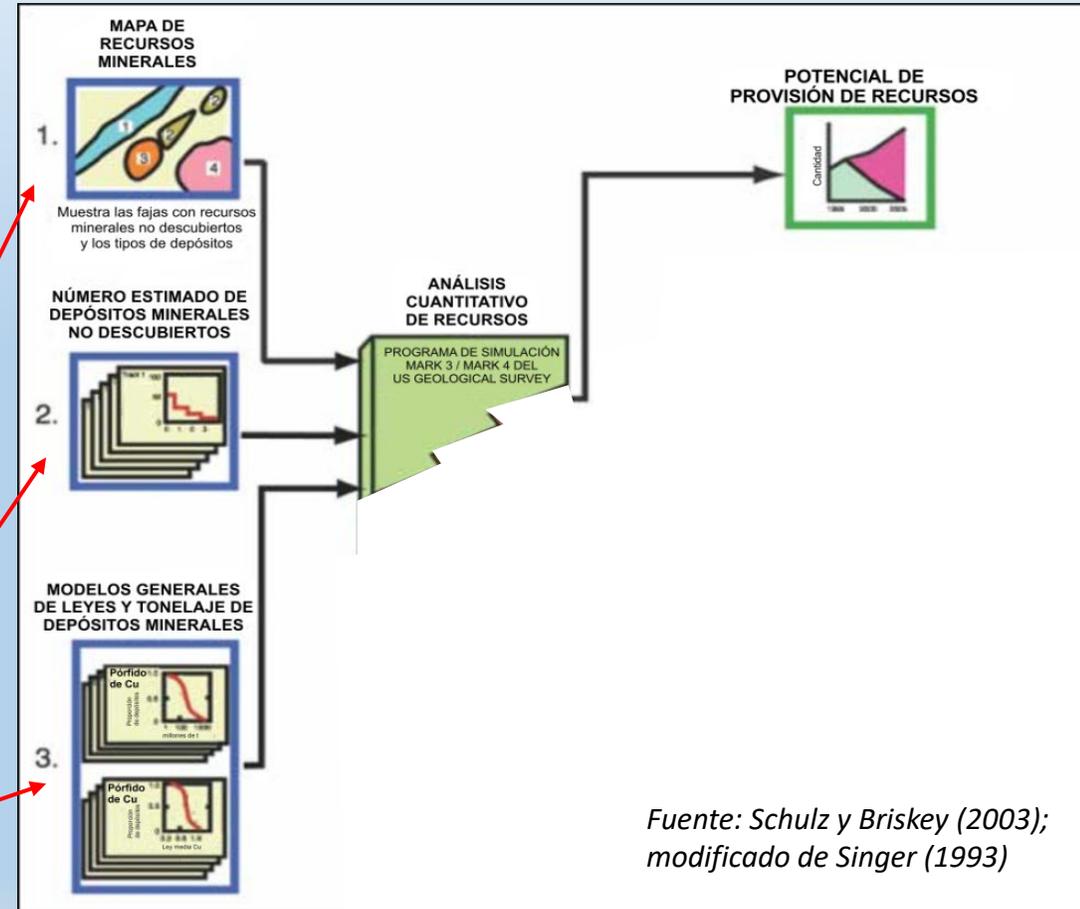
definición de modelos de depósitos que permiten establecer leyes y tonelajes medios

Definición de los tres parámetros

Áreas geográficas permisivas para la ocurrencia de depósitos minerales no descubiertos de un tipo particular

Estimación del número de depósitos no descubiertos correspondiente a cada modelo

Estimación de cantidades de recursos contenidas en los depósitos no descubiertos considerados a partir de la aplicación de modelos de ley y tonelaje



Fuente: Schulz y Briskey (2003);
modificado de Singer (1993)

4. Evaluación de potencial geológico de los metales y minerales requeridos para la transición energética

4.1 Cobre

Antecedentes

Uso en la transición energética	Componentes de equipamiento Equipos digitales, Maquinaria, Vehículos Redes eléctricas
--	---

Recursos mundiales	Producción mundial (2020)	Principales países productores
685 millones de toneladas	20 millones de toneladas	Chile, China, Perú, EEUU,
	Recursos en Argentina	Producción en Argentina
	75 millones de toneladas	no se produce

Localización	Modelo / Grupo	Principales depósitos
Salta Catamarca La Rioja San Juan Mendoza Neuquén Chubut	Pórfidos de Cu Pórfidos de Cu-Au-Mo Pórfidos de Cu-Au Pórfidos de Cu-Mo Pórfidos de Cu-Mo-Au tipo Kupferschiefer tipo Estratos rojos	Bajo de la Alumbraera, Agua Rica, Taca Taca, Josemaría, Pachón, Los Azules, San Jorge, Campana Mahuida, Lindero, Arizaro, Paramillos Juramento, Tordillos

Depósito	Provincia	Edad	Modelo	Recursos (tRe)	Cu (%)	Cu contenido (t)
San Jorge	Mendoza	Pérmico	pórfido de Cu	28 380 000	0,39	110 682
La Voluntad	Neuquén	Pérmico	pórfido de Cu	250 000 000	0,15	375 000
Campana Mahuida	Neuquén	Paleoceno	pórfido de Cu	40 000 000	0,49	196 000
Taca Taca	Salta	Oligoceno	pórfido de Cu	2920 200 000	0,43	12 556 860
Josemaría	San Juan	Oligoceno	pórfido de Cu	1863 000 000	0,31	5 775 300
Cerro Samenta	Salta	Oligoceno	pórfido de Cu	40 000 000	0,50	200 000
Río Grande	Salta	Mioceno medio	pórfido de Cu	112 000 000	0,27	302 400
Lindero	Salta	Mioceno medio	pórfido de Cu	103 090 000	0,11	113 399
Arizaro	Salta	Mioceno medio	pórfido de Cu	58 320 000	0,14	81 648
Filo del Sol	San Juan	Mioceno medio	pórfido de Cu	600 000 000	0,30	1 800 000
Bajo de la Alumbraera	Catamarca	Mioceno superior	pórfido de Cu	767 000 000	0,51	3 911 700
Bajo El Durazno	Catamarca	Mioceno superior	pórfido de Cu	149 000 000	0,15	216 050
Agua Rica	Catamarca	Mioceno superior	pórfido de Cu	1761 000 000	0,40	7 044 000
Filo Colorado	Catamarca	Mioceno superior	pórfido de Cu	9 000 000	0,25	22 500
Chita	San Juan	Mioceno superior	pórfido de Cu	41 510 000	0,42	174 342
Los Azules	San Juan	Mioceno superior	pórfido de Cu	3628 000 000	0,36	13 060 800
Altar - Quebrada de la Mina	San Juan	Mioceno superior	pórfido de Cu	2613 500 000	0,30	7 840 500
Pachón	San Juan	Mioceno superior	pórfido de Cu	3118 000 000	0,45	14 031 000
Mercedario	San Juan	Mioceno superior	pórfido de Cu	800 000 000	0,15	1 200 000
Paramillos Norte	Mendoza	Mioceno medio	pórfido de Cu	187 000 000	0,53	991 100
Paramillos Sur	Mendoza	Mioceno medio	pórfido de Cu	186 000 000	0,58	1 078 800
Famatina	La Rioja	Mioceno superior	pórfido de Cu	300 000 000	0,37	1 110 000
San Romeleo	Mendoza	Mioceno ?	sedimentario Red Beds	500 000	1,29	6 450
Barda Negra	Neuquén	Mioceno ?	sedimentario Red Beds	2 200 000	1,00	22 000
Tordillos	Neuquén	Mioceno ?	sedimentario Red Beds	9 500 000	0,42	39 900
Cerro Mesa	Neuquén	Mioceno ?	sedimentario Red Beds	1 000 000	0,32	3 200
Barda González	Neuquén	Mioceno ?	sedimentario Red Beds	35 500 000	0,37	130 640
Paso de las Bardas	Neuquén	Mioceno ?	sedimentario Red Beds	10 000	3,10	310
Cerro Granito	Neuquén	Mioceno ?	sedimentario Red Beds	2 000 000	0,20	4 000
Juramento	Salta	Cretácico	sedimentario Kupferschiefer	58 500 000	0,83	485 550
Martín Bronce	Salta	Cretácico	sedimentario Kupferschiefer	3 235 000	2,41	77 964

4.1 Cobre: Pórfidos de Cu (Au-Mo)

Definición de los tres parámetros

Para cada Faja



Estimación del número estimado de depósitos

N90	N50	N10	N05	N01
3	4	10	10	10

Síntesis estadística

N _{und}	s	CV%	N _{known}	N _{total}
5.3	2.8	53	2	7.3

FAJA METALOGENÉTICA	ID	AREA (km ²)	R_I Cu (Mt)	R_N_D Cu (Mt)	R_Pot Cu (Mt)
Faja Pérmico Cordillera Frontal-basamento de Cuenca Neuquina	PamCF	91,000	2.07	18.00	20.07
Faja Triásico-Jurásico Patagonia extra-andina	TrJamPeo	45,640	0.00	5.70	5.70
Faja Cretácico Cordillera patagónica	KamCp	28,000	0.00	4.30	4.30
Faja Cretácico superior-Paloceno Neuquén-Cordillera patagónica	KPamNCp	80,000	0.20	15.00	15.20
Faja Oligoceno Puna-Cordillera Frontal	OamPCf	13,000	16.65	20.00	36.65
Faja Mioceno Puna-Cordillera Frontal	MamPCf	59,500	2.38	34.00	36.38
Faja Mioceno Precordillera	MramP	21,721	2.07	20.00	22.07
Faja Mioceno-Plioceno Cordillera Principal	MPamCp	3,800	0.00	80.00	80.00
Faja Mioceno-Plioceno Sierras Pampeanas Spetentrionales	MramSP	24,084	11.58	17.00	28.58
Faja Mioceno-Plioceno Famatina	MramF	57,790	1.11	12.00	13.11
Faja Mioceno superior Cordillera Principal	MamCfCp	30,000	38.20	22.00	60.20
		380,895	74.26	248.00	322.26



4.1 Cobre:
tipo Kupferschiefer
tipo Estratos rojos

Definición de los tres
parámetros

Estimación del número estimado de depósitos					Síntesis estadística				
N90	N50	N10	N05	N01	N _{und}	s	Cv%	N _{known}	N _{total}
1	2	5	5	5	2.5	1.6	63	2	4.5

Estimación del número estimado de depósitos					Síntesis estadística				
N90	N50	N10	N05	N01	N _{und}	s	Cv%	N _{known}	N _{total}
2	4	15	15	15	6.6	5	76	9	16

FAJA METALOGENÉTICA	ID	AREA (km ²)	TOTAL RECURSOS CONOCIDOS		TOTAL RECURSOS NO DESCUBIERTOS		POTENCIAL TOTAL	
			Cu (Mt)	Ag (t)	Cu (Mt)	Ag (t)	Cu (Mt)	Ag (t)
Cuenca de Rift Salta, Cretácica de Sierras Subandinas	KcrSsa	27,350	0.56	1,123	11.00	4,800	11.56	5,923
Cuenca Neuquina Jurásico-Cretácica de retroarco	JKraCn	126,280	0.20	107	1.00	860	1.20	967
			0.76	1,230	12.00	5,660.00	12.76	6,890



4. Evaluación de potencial geológico de los metales y minerales requeridos para la transición energética

4.2 Cobalto

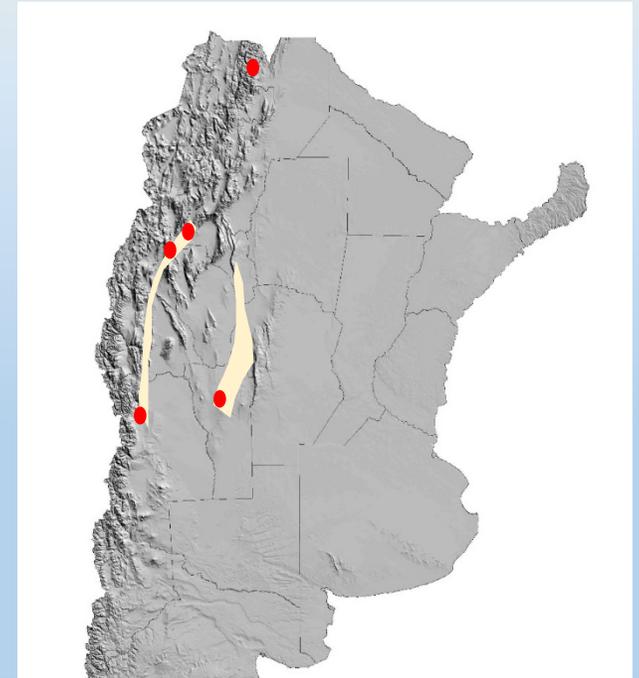
Antecedentes

Uso en la transición energética	Baterías recargables
	Turbinas terrestres
	Catalizadores en pilas SOFC
	Superalaciones
	Tuberías para calderas

Recursos mundiales	Producción mundial (2019)	Principales países productores
25 millones de toneladas	140.000 toneladas	República Democrática del Congo, Rusia, Australia, Filipinas, Cuba
	Recursos Argentina en	Producción Argentina en
	7.900 t	No se produce
Localización	Modelo / Grupo	Principales depósitos
La Rioja, Salta, San Luis, Catamarca, Mendoza	Asociado a rocas máficas y ultramáficas	King Tut, La Niquelina, Las Águilas, Fiambalá, Salamanca

Definición de los tres parámetros

FAJA	MODELO DE DEPÓSITO	ÁREA [km ²]
PRE-ZS1	Modelo dunitico Ni-Cu asociados a tholeitas (Ni-Cu-PGE±Cr)	7 050
PRE-ZS2	Modelo dunitico Ni-Cu asociados a tholeitas (Ni-Cu-PGE±Cr)	4 150



FAJA	Recursos totales Co [t]	Recursos no descubiertos Co [t]	POTENCIAL TOTAL Co [t]
PRE-ZS1	7 700	3 900	11 600
PRE-ZS2	200	3 900	4 100
	7 900	7 800	15 700

Depósito	Provincia	Edad	Modelo	Recursos (t)	Co (%)	Co contenido (t)
King Tuk	La Rioja	Eopaleozoico	Vetas auríferas asociadas a turbiditas	4.250	0,98	42
La Niquelina	Salta	Eopaleozoico	Vetas polimetálicas ricos en As-Ni-Co	s/d	1,1	s/d
Las Águilas	San Luis	Paleozoico inferior	Depósitos asociados a rocas máficas y ultramáficas – Ni-Cu-Co-EGP (Cr)	2.200.000	0,0035	7.700
Fiambalá	Catamarca	Cámbrico	Depósitos asociados a rocas máficas y ultramáficas – Ni-Cu-Co-EGP (Cr)	s/d	s/d	s/d
La Salamanca	Mendoza	Paleozoico	Depósitos exhalativos y volcanogénicos	20.000	0,0005	170

4. Evaluación de potencial geológico de los metales y minerales requeridos para la transición energética

4.3 Niquel

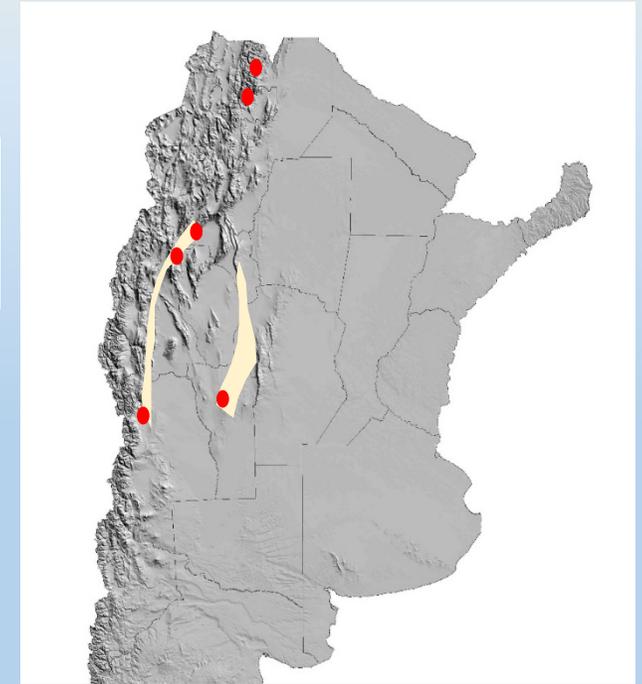
Antecedentes

Uso en la transición energética	<p>baterías de ion-Li o Ni-MH para vehículos eléctricos</p> <p>aleaciones de Ni en equipamiento para generación de energía</p> <p>cañerías de acero inoxidable para captura y almacenamiento de CO₂</p>
--	--

Recursos mundiales	Producción mundial (2020)	Principales países productores
300 millones de toneladas	2,5 millones de toneladas	Indonesia, Filipinas, Rusia, Nueva Caledonia
	Recursos en Argentina	Producción en Argentina
	6.600 t	No se produce
Localización	Modelo / Grupo	Principales depósitos
San Luis, Catamarca, La Rioja, Salta, Mendoza	Asociado a rocas máficas y ultramáficas estratificadas	Las Águilas, Fiambalá, Sierra del Espinal

Definición de los tres parámetros

FAJA	MODELO DE DEPÓSITO	ÁREA [km ²]
PRE-ZS1	Modelo dunitico Ni-Cu asociados a tholeitas (Ni-Cu-PGE±Cr)	7 050
PRE-ZS2	Modelo dunitico Ni-Cu asociados a tholeitas (Ni-Cu-PGE±Cr)	4 150



Depósito	Provincia	Edad	Morfología	Recursos [t]		Ni (%)	Ni contenido (t)	Fuente
Las Águilas	San Luis	Paleozoico inferior	Masivo-diseminado	2 200 000	totales	0,30	6 600	Bjerg y Sabalúa 1999
Fiambalá	Catamarca	Cámbrico	Masivo-diseminado			0,20		Villar y Segal 1999
Salamanca (Cu)	Mendoza	Proterozoico	Tabular			0,20		Bjerg, Villar, Donnari 1999
Sierra de Espinal	La Rioja	Proterozoico	-			nd		DNGyM 1970
San Santiago	La Rioja	Mesozoico	Vetiforme	76		18,00	14	Brodtkorb 1999
La Niquelina	Salta	Mesozoico	Vetiforme			0,45 - 1,6		Lurgo Mayón 1999
Purísima-Rumicruz	Salta	Mesozoico	Vetiforme	6 750		0,30	20	Lurgo Mayón 1999

FAJA	MODELO DE DEPÓSITO	Recursos totales Ni [t]	Recursos no descubiertos Ni [t]	POTENCIAL TOTAL Ni [t]
PRE-ZS1	Modelo dunitico Ni-Cu asociados a tholeitas (Ni-Cu-PGE±Cr)	6.600	140.000	146.600
PRE-ZS2	Modelo dunitico Ni-Cu asociados a tholeitas (Ni-Cu-PGE±Cr)		140.000	140.000
		6 600	280 000	286.600

4. Evaluación de potencial geológico de los metales y minerales requeridos para la transición energética

4.4 Litio

Antecedentes

Uso en la transición energética	Baterías	
Recursos mundiales	Producción mundial (2021)	Principales países productores
Abundantes	100.000 toneladas	Australia, Chile, China, Argentina
	Recursos en Argentina	Producción en Argentina (2021)
	18.300.000 toneladas	6.200 toneladas
Localización	Modelo / Grupo	Principales depósitos
-Jujuy, Salta, Catamarca	- Litio en salmueras de cuencas cerradas	-Olaroz-Cauchari, Hombre Muerto
-Catamarca, Córdoba, San Luis	- Pegmatitas LCT	-Distritos Ancasti, Altautina, Conlara, La Estanzuela

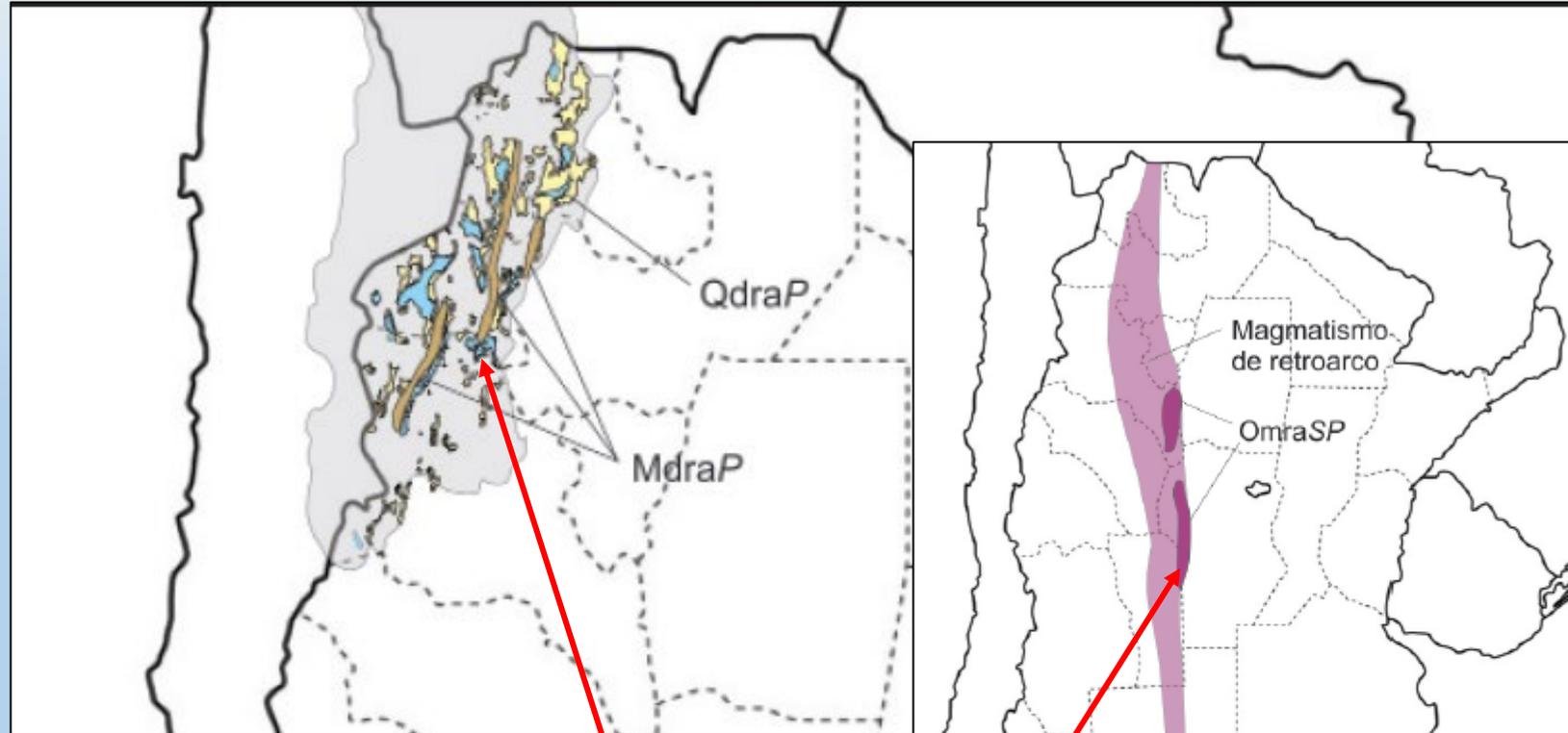
Depósito	Provincia	Recursos [Mm ³]	Li (mg L ⁻¹)	Li [Mt]	Fuente
Cuenca Cauchari-Olaroz	Jujuy	11.356	590	6,7	Houston y Gunn 2011; Reidel 2019; Burga et al. 2019
Cuenca Centenario-Pastos Grandes	Salta	7.640	500	3,82	Braun 2011; Reidel 2016; Hains and Fourie 2018a; Lefaire and Henchel 2019
Cuenca del Hombre Muerto	Catamarca-Salta	3.907	691	2,7	Galaxy 2016; Goodwin et al. 2019
Cuenca Rincón	Salta-Jujuy	4.095	396	1,63	Enirgi Group 2016; PepinNini Lithium 2018
Cuenca Laguna Verde	Catamarca	2.048	630	1,29	King and Zandonai 2019
Cuenca Llullaillaco	Salta	3.041	319	0,97	Sawyer et al. 2020
Cuenca Carachi Pampa	Catamarca	3.886	211	0,82	Lake Resources 2018
Cuenca Arizaro-Río Grande	Salta	1.096	374	0,41	Hains and Fourie 2018b

Depósito	Provincia	Edad	Grupo	Modelo	Recursos [t]	Li (%)	Li [t]	Fuente
La Titora	San Luis	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	20.352	0,4	80	Galliski 2009
Cabeza de Novillo	San Luis	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	32.000	0,38	122	Galliski 2009
Géminis	San Luis	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	253.000	0,41	961	Galliski 2009
María del Huerto	San Luis	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	24.000	0,39	91	Galliski 2009
San Luis	San Luis	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	7.000	0,44	27	Galliski 2009
Las Tapias	Córdoba	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	14.000	0,5	53	Galliski 2009
Grupo Vilismán	Catamarca	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	583.000	0,6	2.215	Acosta et al., 1988
Grupo El Taco	Catamarca	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	50.000	0,5	190	Acosta et al., 1988
Santa Gertrudis	Catamarca	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	69.300	1,07	344	González y González, 1985b
Reflejos del Mar	Catamarca	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	20.700	1,67	160	Acosta et al., 1988
Loma Pelada	Catamarca	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	286.617	0,7	931	Marconi, 1972
La Herrumbrada	Catamarca	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	23.706	0,85	93	Marconi, 1972
Campo El Abra	Catamarca	Ordovícico	Pegmatitas	Pegmatitas complejas	43.200	1,3	261	Acosta et al., 1988

4. Evaluación de potencial geológico de los metales y minerales requeridos para la transición energética

4.4 Litio

Definición de los tres
parámetros



FAJA	MODELO DE DEPÓSITO	ÁREA [Km2]	RECURSOS TOTALES Li [t]	RECURSOS NO DESCUBIERTOS Li [t]	POTENCIAL TOTAL Li [t]
Puna	Salmueras en cuencas cerradas	22.156	18.300.000	34.600.000	52.900.000
Sierras Pampeanas	Pegmatitas	2.200	10.000	1.320.000	1.330.000

54.230.000

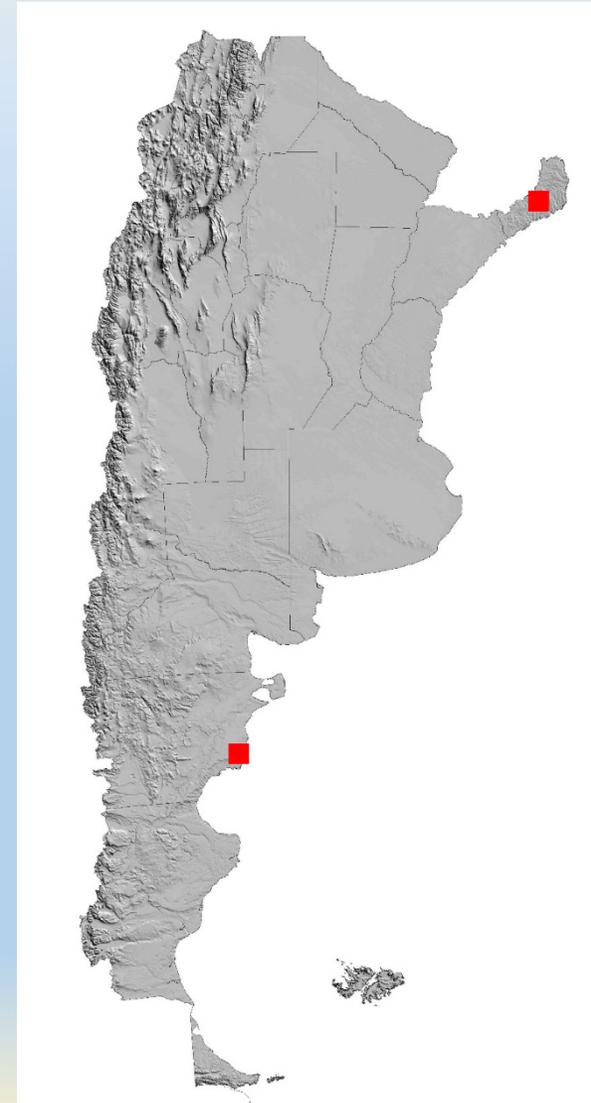
4. Evaluación de potencial geológico de los metales y minerales requeridos para la transición energética

4.5 Aluminio

Uso en la transición energética	<i>Paneles solares, redes eléctricas, baterías</i>	
Recursos mundiales	Producción mundial de aluminio (2019)	Principales países productores
<i>Abundantes</i>	<i>63 millones de toneladas</i>	<i>China, Rusia, India</i>
	Recursos en Argentina (Aluminio)	Producción en Argentina de aluminio primario (2019)
	<i>175 millones de toneladas</i>	<i>400.000 toneladas</i>
Localización	Modelo / Grupo	Principales depósitos
<i>-Misiones</i>	<i>- Lateritas</i>	<i>- Puerto Península</i>
<i>-Chubut</i>	<i>- Alunita</i>	<i>- Camarones</i>

↓

Depósito	Provincia	Edad	Grupo	Modelo	Recursos [t]	Al [%]	Al [t]
Puerto Península	Misiones	Cretácico	Depósitos residuales	Lateritas	1.409.000.000	12,40	174.716.000
Camarones	Chubut	Paleoceno sup.	Depósitos sedimentarios	Alunita	580.000	14,80	85.840



La República Argentina no cuenta con minas de aluminio debido a la ausencia de depósitos de bauxita conocidos dentro de su territorio. A pesar de no contar con depósitos de bauxita, posee depósitos de rocas de distintos tipos que, por su contenido de alúmina, pueden llegar a convertirse en fuentes económicas de extracción de aluminio en caso de que surjan nuevas tecnologías que así lo permitan

4. Evaluación de potencial geológico de los metales y minerales requeridos para la transición energética

4.6 Zinc

Uso en la transición energética	Fabricación de turbinas eólicas
--	---------------------------------

Recursos mundiales	Producción mundial (2021)	Principales países productores
Abundantes	12 millones de toneladas	China, Perú, Australia
	Recursos en Argentina	Producción en Argentina (2019)
	7.000.000 toneladas	14.876 toneladas
Localización	Modelo / Grupo	Principales depósitos
Jujuy	- Epitermal - SEDEX	- Pirquitas, Chinchillas - Aguilar-Esperanza

Depósito	Edad	Grupo	Zn [t]
Manantiales	Jurásico	Depósitos epitermales	54.936
Distrito El Guaico	Carbonífero	Depósitos epitermales	2.436
Distrito Casstaño Viejo	Triásico	Depósitos epitermales	81.250
Pingüino	Jurásico	Depósitos epitermales	53.550
Pirquitas	Mioceno	Depósitos epitermales	444.000
Basilio-Victoria	Cretácico-Paleógeno	Depósitos epitermales	8.880
Agustina	Cretácico-Paleógeno	Depósitos epitermales	4.750
Chinchillas	Mioceno	Depósitos epitermales	474.500
Antofalla Este	Mioceno	Depósitos epitermales	77.000
23 de Febrero	Jurásico	Depósitos epitermales	25.144
Rachaite	Mioceno	Depósitos epitermales	75.000

Depósito	Edad	Grupo	Zn [t]
Aguilar-Esperanza	Ordoicoico inf.	Sedimentario Exhalativo	3.440.000
La Colorada	Ordoicoico inf.	Sedimentario Exhalativo	118.750
Santa Elena	Ordoicoico	Volcanogénico submarino	12.550

FAJA	MODELO DE DEPÓSITO	ÁREA [Km ²]	RECURSOS TOTALES Zn [t]	RECURSOS NO DESCUBIERTOS Zn [t]	POTENCIAL TOTAL Zn [t]
Plataforma Ordovícico inferior Puna-Cordillera Oriental	SEDEX	40.000	5.810.000	8.900.000	14.710.000
Volcanismo submarino de retroarcoop Ordovícico inferior Puna	VMS félsico	12.350	0	780.000	780.000
Depósitos de retroarco Jurásico inferior de Cuenca Neuquina	BIMF volcanogénico	2.200	0	320.000	320.000
Volcanismo submarino de arco Jurásico superior-Cretácico de Cordillera Fuegoína	VMS félsico	2.730	0	1.200.000	1.200.000
Jurásico Patagonia Extrandina	Epitermal sulfuración intermedia	45.000	60.000	500.000	560.000
Mioceno Puna	Epitermal sulfuración intermedia	20.000	1.040.000	790.000	1.830.000
Pérmico-Triásico Cordillera Frontal	Epitermal baja sulfuración	90.000	80.000	1.300.000	1.380.000
Jurásico-Cretácico Cordillera Patagónica	Epitermal baja sulfuración	26.000	30.000	450.000	480.000
Cretácico-Paleógenos Cuenca Neuquina y Cordillera Patagónica	Epitermal baja sulfuración	80.000	10.000	450.000	460.000
					21.720.000

4. Evaluación de potencial geológico de los metales y minerales requeridos para la transición energética

4.7 Elementos de Tierras Raras

Uso en la transición energética	La, Ce, Pr → baterías Pr, Sm → imanes SOFC Pilas de combustible óxido sólido Turbinas eólicas
--	--

Recursos mundiales	Producción mundial	Principales países productores
478 millones de toneladas de óxidos de tierras raras	170.000 toneladas	China, Australia, EEUU
	Recursos en Argentina	Producción en Argentina
	140.000 toneladas	No se produce
Localización	Modelo / Grupo	Principales depósitos
Salta, Jujuy, San Luis, Santiago del Estero	Vetas asociadas a cuerpos alcalinos y carbonatitas	Distrito Rangel (Isis, Osiris, Ra), Rodeo de los Molles, Jasimampa
San Juan, Córdoba, San Luis	Placeres	Río Quinto, Ctlamuchita

Depósito	Provincia	Ley (%)	ETR (t)
Rangel	Salta	0,45	119
El Ucu	Salta	0,25	28
Platería Sur	Salta	0,03	25
Platería Norte	Salta	0,09	49
La Barba	Salta	0,60	842
La Aurelia	Salta	0,65	27 027
Curaca	Salta	0,60	4 860
Estrella de Oriente	Salta	0,60	1 337
Isis-Osiris-Ra	Jujuy	0,08	1 037
Churqui Pampa	Salta	0,60	50
La Novedad	Jujuy	0,60	20
Rodeo de los Molles	San Luis	2,10	100 000
Jasimampa	Santiago del Estero	2,20	nd
Teodesia	San Juan	nd	1
Ctlamuchita	Córdoba	0,00	3 000
Río Quinto	San Luis	nd	3 500

FAJA	ÁREA [km2]	RECURSOS TOTALES ETR [t]	RECURSOS NO DESCUBIERTOS ETR [t]	POTENCIAL TOTAL ETR [t]
Misiones - Corrientes	29 800		1 520 000	1 520 000
Sierras Pampeanas	10 000	106.500	1.653.5000	1 760 000
Puna - Cordillera Oriental	27 350	35.394	11.806	47 200
	67 150	141.894	3.185.306	3 327 200

4. Evaluación de potencial geológico de los metales y minerales requeridos para la transición energética

4.8 Elementos del Grupo del Platino

Uso en la transición energética	Catalizadores (petróleo) Turbinas terrestres Pilas de combustible Autocatalizadores	
Recursos mundiales	Producción mundial (2020)	Principales países productores
> 100 millones de kilogramos	380.000 kilogramos	Sudáfrica, Rusia, Zimbabue, Canadá, EEUU
	Recursos en Argentina	Producción en Argentina
	No determinado	No se produce
Localización	Modelo / Grupo	Principales depósitos
La Rioja, Catamarca, Córdoba, San Luis, Mendoza, Chubut, Tierra del Fuego	Complejos ultramáficos estratificados Ofiolitas Hidrotermales Placeres	Indicios mineralógicos y depósitos pequeños: Fiambalá, Umango, Las Águilas-Virorco

Manifestación	Modelo	Leyes máximas Pt [ppb]	Leyes máximas Pd [ppb]
Fiambalá	Complejo estratificado	150	14
La Cocha	Complejo estratificado	22	4
Cerro San Lorenzo	Gabro estratificado		6
Las Águilas	Complejo estratificado extensional	2050	750
Tecka-Tepuel	Complejo estratificado	8	
Ojo de Los Colorados	Ofiolita	22	
Precordillera	Ofiolita	5	6
Complejo Novillo Muerto	Ofiolita	7	55
Sierra Grande	Ofiolita	380	130
Umango	Hidrotermal	5	926
Puesto La Peña	Complejo alcalino extensional	10	13
El Páramo	Placer		

FAJA	MODELO DE DEPÓSITO	ÁREA [km ²]
PRE-ZS1	Modelo dunítico Ni-Cu asociados a tholeitas (Ni-Cu-PGE±Cr)	7 050
PRE-ZS2	Modelo dunítico Ni-Cu asociados a tholeitas (Ni-Cu-PGE±Cr)	4 150

FAJA	POTENCIAL TOTAL ESTIMADO EGP [kg]
PRE-ZS1	7 500
PRE-ZS2	7 500
	15 000

4. Evaluación de potencial geológico de los metales y minerales requeridos para la transición energética

4.9 Grafito (*flake*)

Uso en la transición energética	Baterías recargables Pilas de combustible de electrolito polimérico (PEM)	
Recursos mundiales	Producción mundial (2019)	Principales países productores
320 millones de toneladas	1.100.000 toneladas	China, Mozambique, Brasil
	Recursos en Argentina	Producción en Argentina
	37.500 toneladas	no se produce
Localización	Modelo / Grupo	Principales depósitos
La Rioja, San Juan, Mendoza	Grafito metamórfico en escamas	Los Dos, La Paraguaya, Pie de Palo

Depósito	Provincia	Edad	Grupo	Modelo	Recursos [t]		C (%)	Fuente
Los Dos	La Rioja	Precámbrico	Metamórfico	Grafito <i>flake</i>	305.300	Totales	4,5	Lavandaio 1999
La Paraguaya	Mendoza	Paleozoico inferior	Metamórfico	Grafito <i>flake</i>	450.000	Totales	8	Zappettini, 1994

FAJA	MODELO DE DEPÓSITO	ÁREA [km ²]	RECURSOS TOTALES Grafito [t]	RECURSOS NO DESCUBIERTOS Grafito (t)	POTENCIAL TOTAL Grafito (t)
Cuyania	Metamórfico	30 000	37 500	670 000	707.500
		30 000	37 500	670 000	707.500

4. Evaluación de potencial geológico de los metales y minerales requeridos para la transición energética

4.10 Manganeso

Uso en la transición energética	Ferroaleaciones (tuberías); Ferroaleaciones (industria automotriz); Baterías (cátodos)
--	--

Recursos mundiales	Producción mundial (2019)	Principales países productores
Abundantes	57 millones de toneladas	Sudáfrica, Gabón, Australia

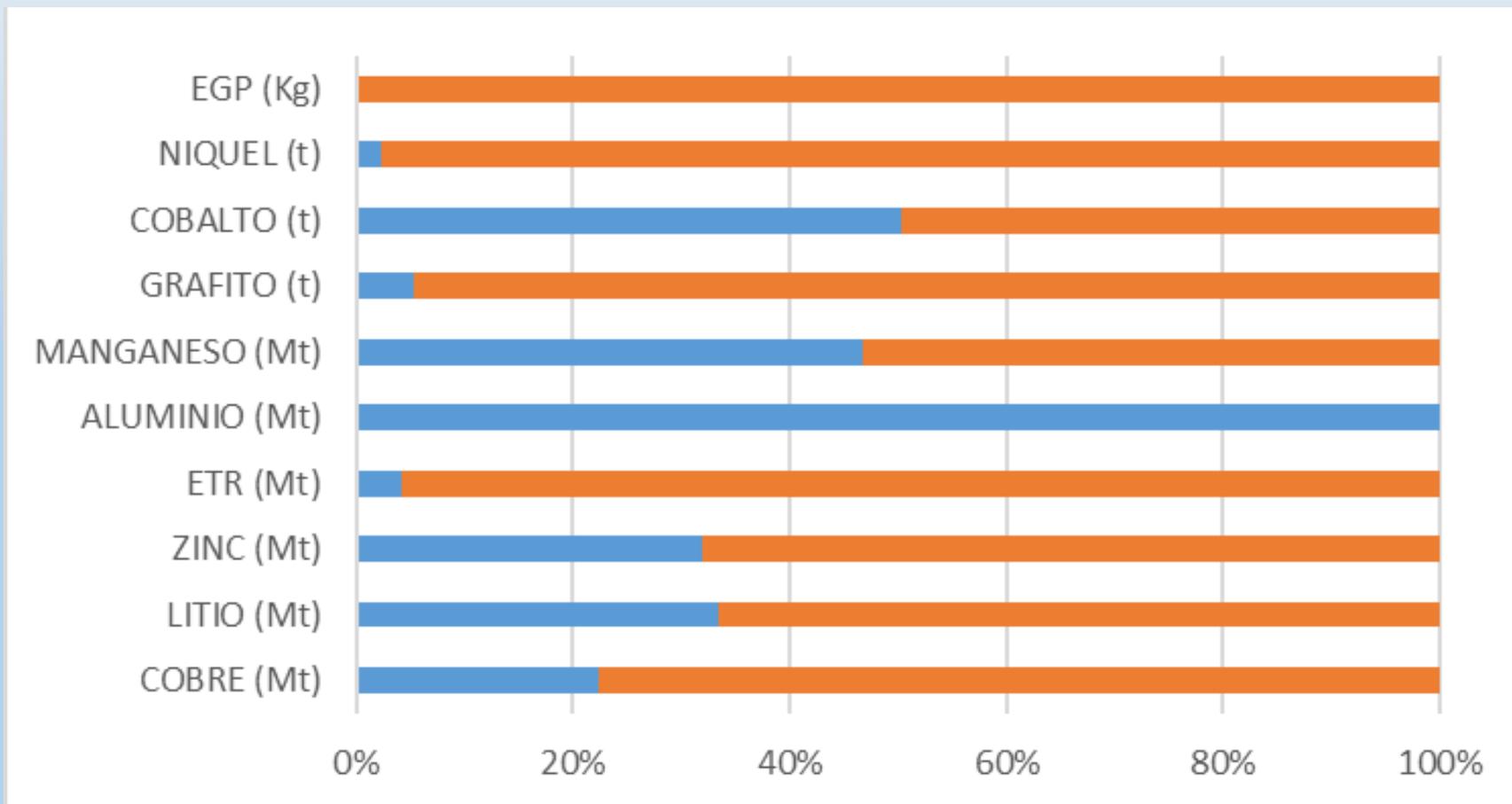
	Recursos en Argentina	Producción en Argentina
	440 000 toneladas	no se produce

Localización	Modelo / Grupo	Principales depósitos
Mendoza, Neuquén, Salta, Córdoba	- Epitermal Vetas y brechas - Volcanogénico	Ethel, La Casualidad, Cerro Remate, Tres Lomitas, Fátima

FAJA	MODELO DE DEPÓSITO	ÁREA [km ²]	RECURSOS TOTALES Mn [t]	RECURSOS NO DESCUBIERTOS Mn [t]	POTENCIAL TOTAL Mn [t]
Cuenca Neuquina	Volcanogénico tipo Franciscano	2 200	40 000	29 000	69 000
Sierra Pampeanas	Epitermal	2 100	182 000	130 000	312 000
Bloque San Rafael	Epitermal	1 500	150 000	190 000	340 000
Puna	Epitermal	20 000	67 414	150 000	217 414
		25 800	439 414	499 000	938 414

Depósito	Edad	Grupo	Mn [t]
Tafna	Cuaternario	Epitermal	1.500
Ochaqui	Cuaternario	Epitermal	19.525
Cerro Remate	Cuaternario	Epitermal	38.390
Judhit	Cuaternario	Epitermal	8.000
Santa Cruz	Pérmico sup.-Triásico	Epitermal	27.300
San Alberto	Pérmico sup.-Triásico	Epitermal	2.300
Ethel	Pérmico sup.-Triásico	Epitermal	49.680
Beba	Pérmico sup.-Triásico	Epitermal	4.360
Don Luis	Pérmico sup.-Triásico	Epitermal	27.000
Dos Marías	Pérmico sup.-Triásico	Epitermal	1.158
Iris	Pérmico sup.-Triásico	Epitermal	22.500
Rosa Isabel	Pérmico sup.-Triásico	Epitermal	7.717
Roxana	Pérmico sup.-Triásico	Epitermal	1.000
Haydé	Pérmico sup.-Triásico	Epitermal	4.564
1 de Mayo	Cretácico	Epitermal	17.164
24 de Septiembre	Cretácico	Epitermal	10.020
25 de Mayo	Cretácico	Epitermal	13.005
San Vicente	Cretácico	Epitermal	2.592
Nanina	Cretácico	Epitermal	1.440
La Esperanza	Cretácico	Epitermal	1.428
Isla Verde	Cretácico	Epitermal	1.687
12 de Octubre	Cretácico	Epitermal	1.915
9 de Julio	Cretácico	Epitermal	15.268
San José	Cretácico	Epitermal	11.642
El Retiro	Cretácico	Epitermal	4.273
Cama Cortada	Cretácico	Epitermal	17.623
La Clemira	Cretácico	Epitermal	2.217
Fátima	Cretácico	Epitermal	29.247
Cerro Negro	Cretácico	Epitermal	1.223
El Milagro	Cretácico	Epitermal	9.861
Carmen	Cretácico	Epitermal	580
Tres Lomitas	Cretácico	Epitermal	29.486
Nuestra Esperanza	Cretácico	Epitermal	7.846
San Cayetano	Cretácico	Epitermal	3.170
La Casualidad	Jurásico inferior	Vulcanogénico Submar	40.000

5. Síntesis



■ Recursos conocidos
■ Recursos no descubiertos

6. Conclusiones

✓ El SEGEMAR, a través de estudios de evaluación de potencial, ha aportado información valiosa al Estado Nacional vinculada a la existencia de recursos minerales necesarios para la transición energética



✓ La evaluación realizada ratificó el alto potencial en **COBRE** en pórfiros y **LITIO** en salmueras.

✓ Destaca potencial medio a alto en recursos de **ZINC**

✓ Potencial medio en **GRAFITO**, **ETR**, **COBRE** en depósitos estratoligados y **LITIO** en pegmatitas.

✓ Potencial bajo en **COBALTO**, **NIQUEL**, **CROMO**, **EGP**, **ALUMINIO** y **MANGANESO**

**MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN**