GEOSEN
Geología
Sociedad y Desarrollo

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
GEOLÓGICAS

RECURSOS MINERALES, MATERIALES CLAVES, EN LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Conferencia por Gabriel Leret Verdú

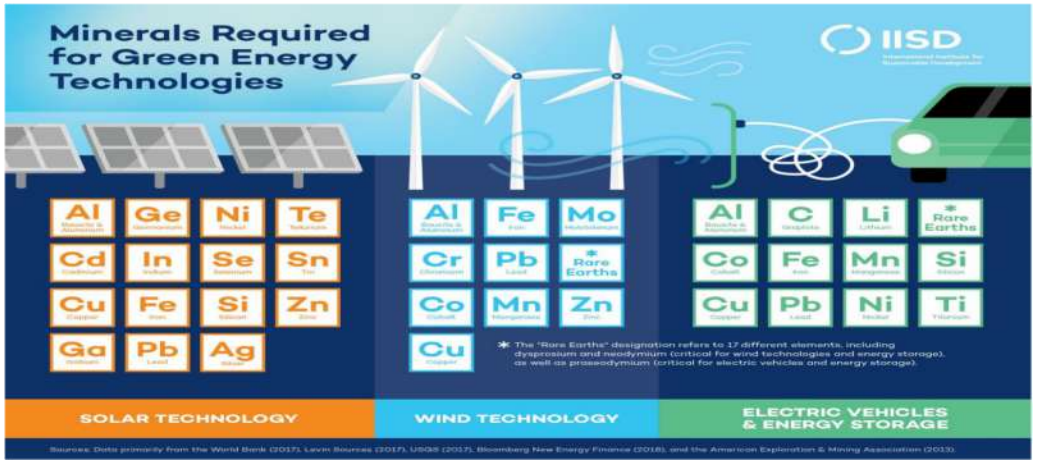
Miércoles 23 de Noviembre de 2022.

Sala de Juntas de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM.

A las 13h.

Voy a hablar:

LA IMPORTANCIA DE LOS RECURSOS MINERALES EN "LA TRANSICIÓN" A ENERGÍAS "LIMPIAS".



LA HUMANIDAD UTIZA HOY RECURSOS MINERALES A UN NIVEL SIN PRECEDENTE

¿Habrá suficientes recursos minerales para satisfacer las necesidades que las nuevas tecnologías demandan ?

MINERALES CRÍTICOS: UE

ACCIONES DE LA UE PARA DISMINUIR SU DEPENDENCIA DE TERCEROS

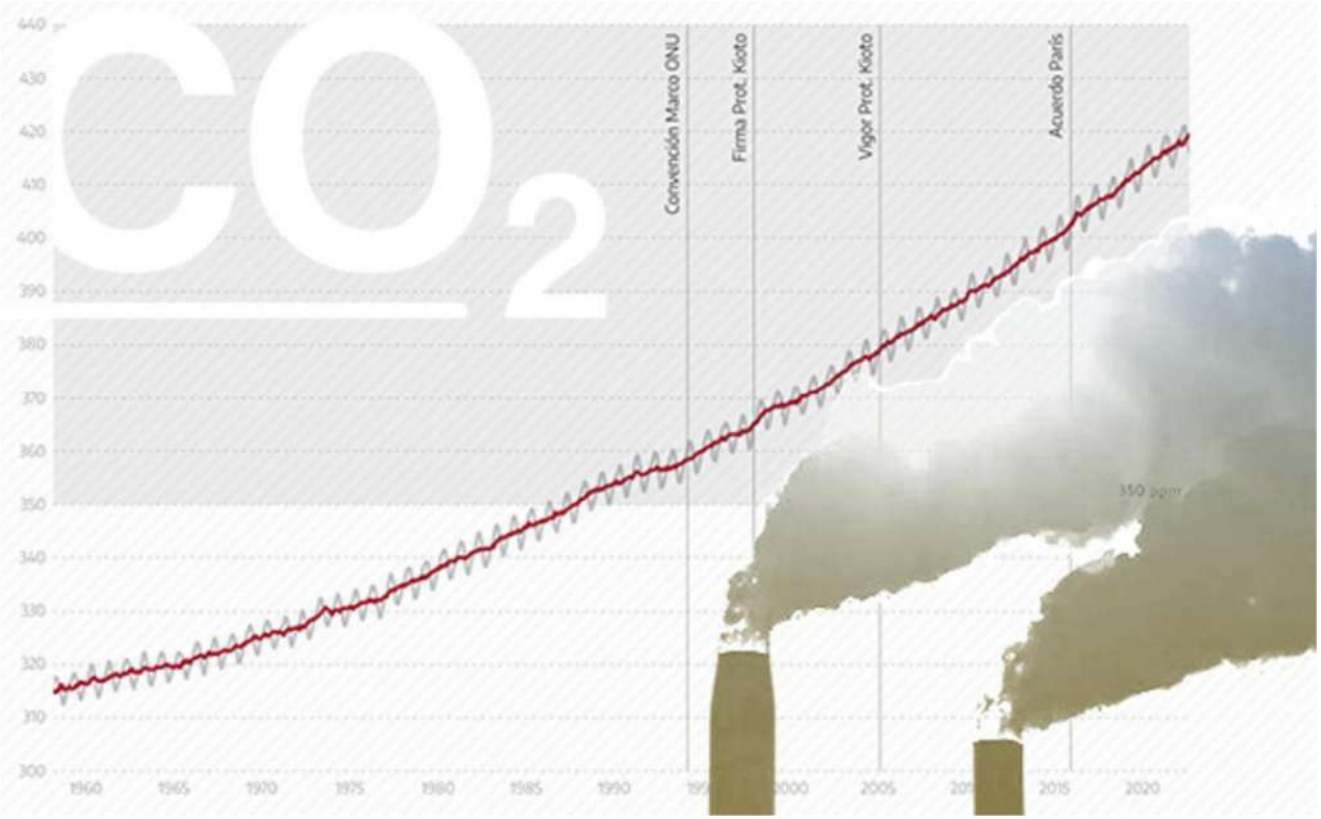
ASEGURAR EL ABASTECIMIENTO: ¿PODRÁ LA PRODUCCION FUTURA SATISFACER LA DEMANDA?

Minería

Economía circular: reciclaje

CONCLUSIONES

Evolución del CO_2 según datos de la Oficina Nacional de la Administración Oceánica y atmosférica (NOAA)



350 partes por millón (ppm). Ese es el límite en el que debería situarse la concentración de dióxido de carbono (CO2) en la atmósfera. Es el "límite de seguridad" de la Tierra.

La línea gris representa la media mensual de concentración de CO2 en los años sesenta. La línea roja muestra la concentración pero corrigiendo los picos estacionales.

En 1988 se rebasa el límite de seguridad. La concentración de dióxido de carbono en la atmósfera alcanza las 352 partes por millón.

En 1994 entra en vigor la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, con el fin de estabilizar las emisiones de gases invernadero (GEI) en la atmósfera. El dióxido de carbono es uno de los principales GEI que causan el calentamiento global.

1997, se firma el Protocolo de Kioto, dentro del Marco de las Naciones Unidas. Es firmado por 84 países y ratificado por 46. entra en vigor hasta 2005. La Unión Europea, uno de los grandes emisores de CO2 a nivel global, se adhiere.

En 2015 se superan las 400 ppm.
Se aprueba el Acuerdo de París, también en el Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. El objetivo: limitar el aumento de la temperatura media global a 1,5ºC respecto a los niveles pre-industriales.

Actualmente, la concentración de CO2 en la atmósfera es de 420 partes por millón. Muy por encima del límite de seguridad de la Tierra, cuyo máximo no debería sobrepasar las 350 ppm.

Una reflexión

Vamos a consumir mas minerales durante la siguiente generación que en el curso de los 70.000 últimos años, es decir que en las 2.500 generaciones que nos precedieron.

Los 8000 millones, de habitantes actuales, consumiremos mas recursos minerales que los 108.000 millones que han habitado la tierra hasta nuestros días.

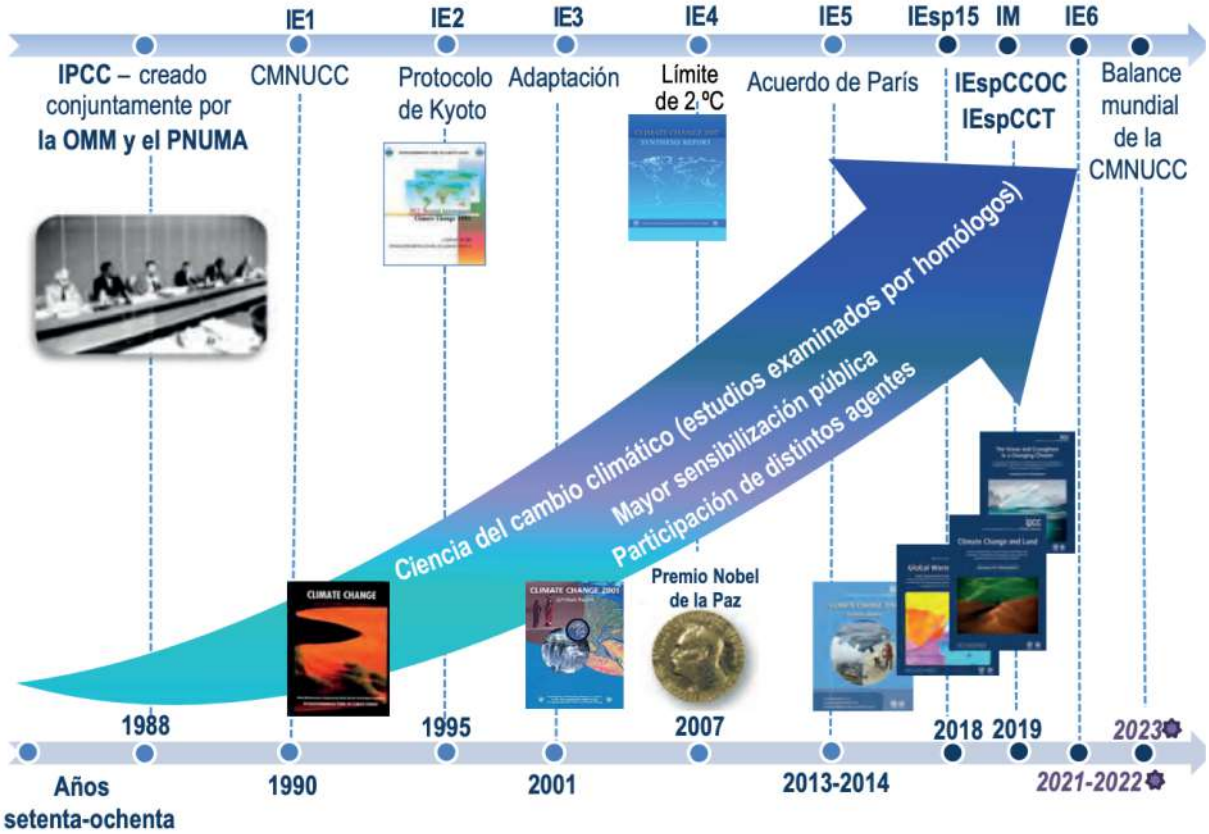
"El aumento de la población, la globalización y el cambio en las tendencias de consumo están haciendo que cada año se incremente notablemente el uso de recursos."

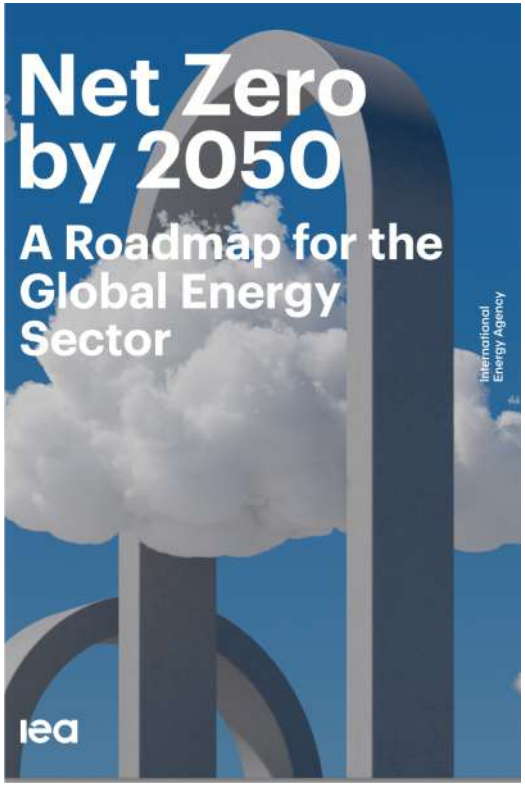
En un planeta limitado, ¿vamos a ser capaces de mantener este ritmo eternamente? ¿que consecuencias tendrá sobre las generaciones futuras y sobre el planeta? (Alicia Valero, Thanatia 2021)

Al ritmo actual de producción las reservas rentables de 15 elemento básicos (Sb, Sn, Ag, Pb, Au, Ni, W,, Bi, Cu, B, Fluorita, Mn y Se) y metales raros podrían estar agotadas en menos de 50 años. Y en el caso de estos cinco (Renio, Co, Fe, Mo y Rutilo) a final del siglo.

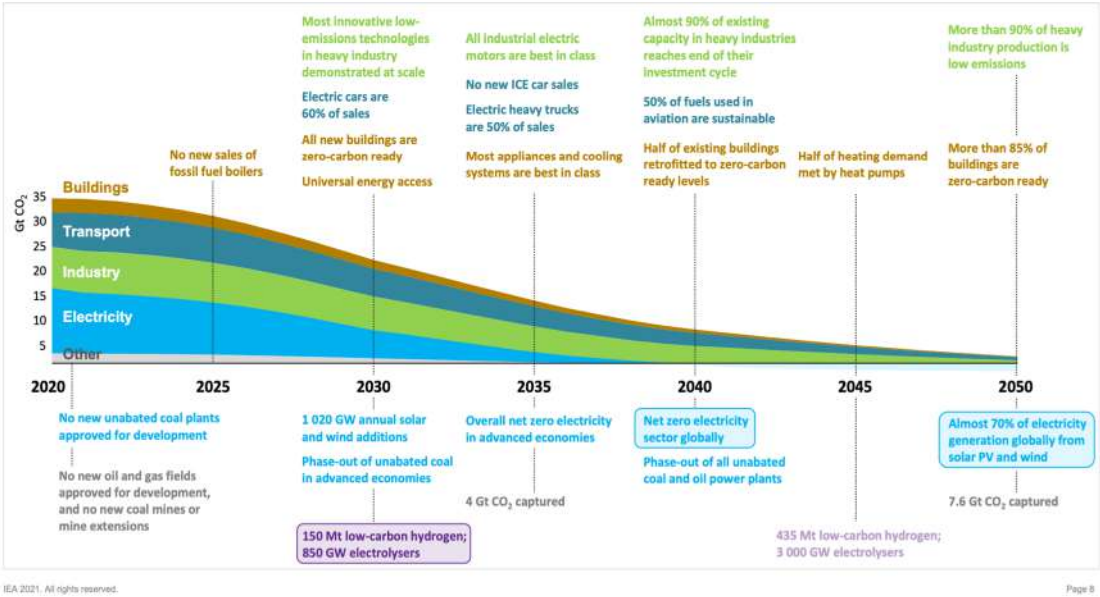
¿Dispondremos de nuevas tecnologías para explotar los yacimientos mas pobres, menos accesibles y mas profundos?

¿Conseguiremos en los próximos 30 años conseguir poner en funcionamiento el número de minas necesario para proveernos de metales?

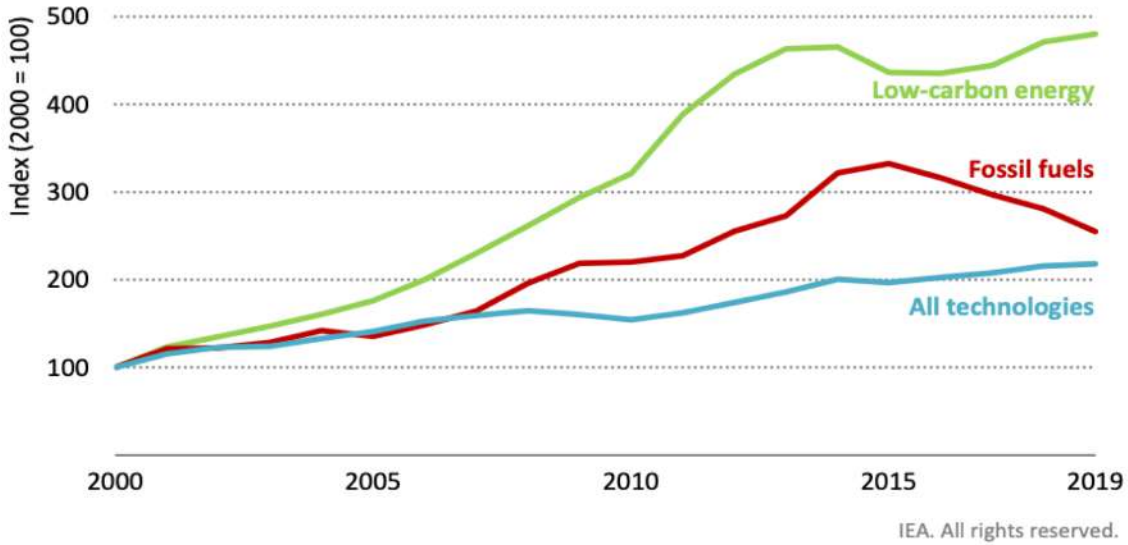




En el escenario NZero, se contempla una inversión que supera concreces el billón de dólares estadounidenses, de aquí a 2050, en nuevas tecnologías: turbinas eólicas, paneles solares, baterías de ion de litio, electrolizadores y pilas de combustible.
Cifra comparable en tamaño al actual mercado mundial del petróleo

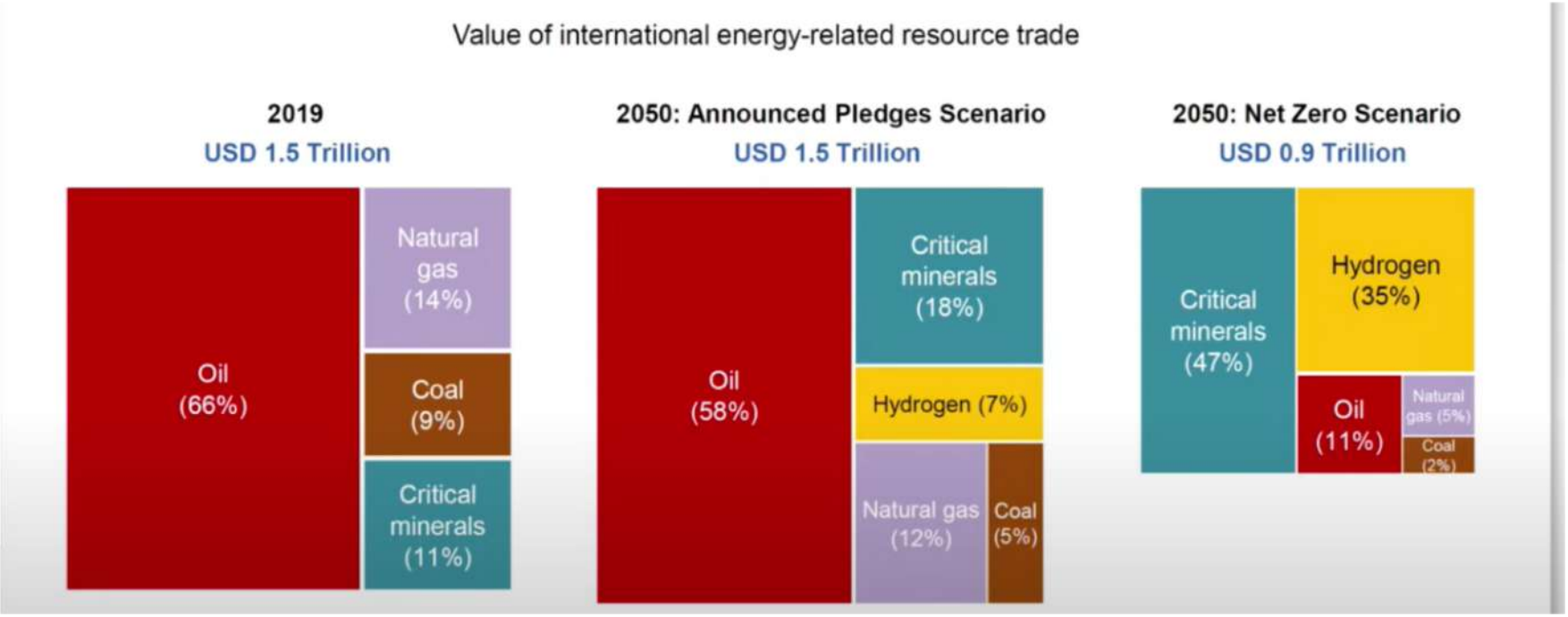


Hitos a corto plazo para encaminarse hacia los objetivos a largo plazo (iea)



Evolución de las patentes a nivel mundial para tecnologías energéticas bajas en carbono vs. tecnologías de combustibles fósiles y otras 2000-2019 (WEO 2021)

2019-2050: el auge en el comercio internacional de minerales críticos e hidrogeno por escenario



En el *APS,* (*)una parte cada vez mayor de los flujos comerciales de petróleo y gas se dirigen hacia las economías en desarrollo en Asia. Y en todos los escenarios, pero muy especialmente en el NZE, se expande el comercio internacional de minerales críticos y combustibles a base de hidrógeno. (Mariano Marzo, FUNSEAM 2022)

(*) Escenario de Compromisos Anunciados (Announced Pledges Scenario o APS).

International Energy Agency | World Energy Outlook 2021

Está surgiendo una nueva economía energética mundial.....

Nueva economía energética que será más *electrificada, eficiente, interconectada y limpia.*

Un futuro, bajo en carbono, que será mas ***intensivo en minerales*** que las basadas en los combustibles fósiles.

Cumplir los objetivos del cambio climático, ACP, 1,5ºC -2ºC o menos, requiere instalar un numero grande de las nuevas tecnologías, eólica, solar y por lo tanto, conducirá a una mayor *huella material*.

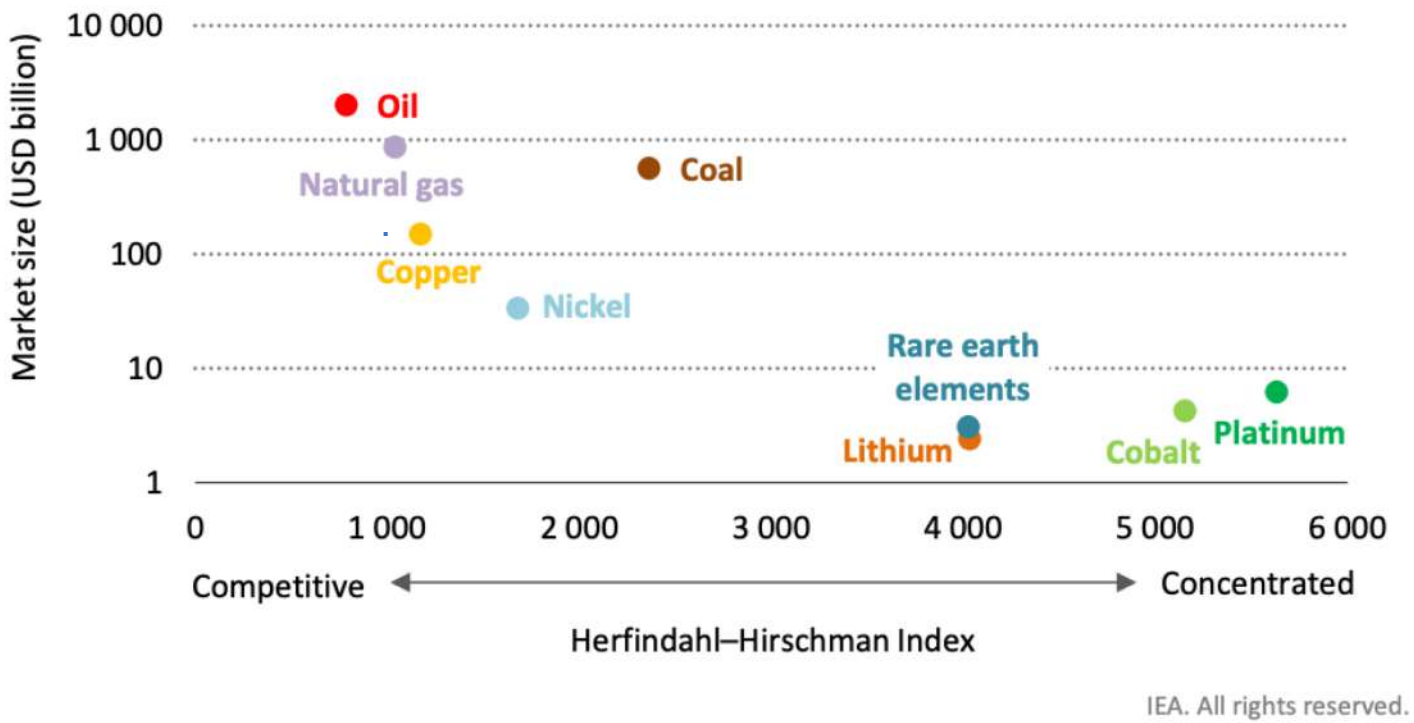
La energía solar fotovoltaica y eólica representan ahora la fuente disponible más barata de nueva generación de electricidad

En el escenario NZero, se contempla una inversión que supera con creces el billón de dólares estadounidenses, de aquí a 2050, en nuevas tecnologías: *turbinas eólicas, paneles solares, baterías de ion de litio, electrolizadores y pilas de combustible* Cifra comparable en tamaño al actual mercado mundial del petróleo.

.

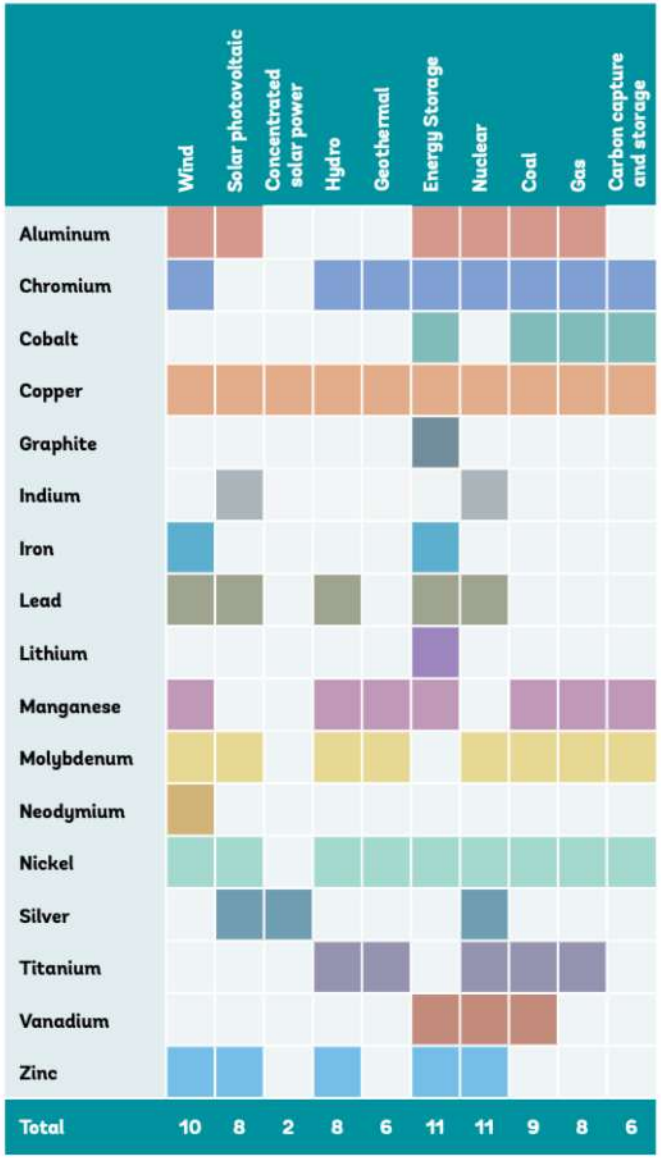
International Energy Agency | World Energy Outlook 2021

Tamaño de mercado y nivel de concentración geográfica



Hoy en día, los mercados de minerales críticos son mucho mas pequeños y geográficamente mas concentrados que los de hidrocarburos.

International Energy Agency | World Energy Outlook 2021



Se necesitarán más de 3 mil millones de toneladas de metales y minerales para 2050 para desarrollar la energía *eólica, solar y geotérmica* y *el almacenamiento de energía* para alcanzar un futuro por debajo de los 2 °C.
La cantidad exacta variará, según evolucione la transición energética.

Muchos de los metales indispensables para su funcionamiento son **materiales críticos**

Cobre, aluminio, cromo, manganeso, molibdeno y el níquel son necesarios para una gama de tecnologías bajas en carbono y también,otros minerales, no incluidos tales como, **disprosio** para turbinas eólicas de accionamiento directo; **cadmio, telurio, selenio y galio** para varios tipos de paneles solares fotovoltaicos y **platino** en otras formas de almacenamiento de energía

Minerals for climate action “The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition pag 37(The world Bank 2020)

La extracción de los recurso minerales esta aumentando de forma exponencial

En lo que llevamos del siglo XXl se ha extraido la misma cantidad de *cobre* que se extrajo en todo el siglo XX
Los recursos minerales están repartidos de forma desigual a lo largo del planeta. Es obvio los procesos geológicos han condicionado los lugares donde se han ido concentrando los distintos elementos.

El consumo esta repartido de forma desigual. En Europa se consumen tres veces mas que en Asia y cuatro veces mas que en África.
Alguien nacido en Estados Unidos consume mas que un europeo

Un estadounidense nacido en 2019,necesitara a lo largo de su vida (78 años) un total de: 9129 kilos de Fe,
937 de Al, 444 de Cu, 432 de Pb, 211 de Zn, 13693 kilos de sal, 6503 kilos de roca fosfórica…….además de
1800 barriles de petróleo, 150 toneladas de carbón y 7,7 millones de metros cúbicos de gas natural.

El papel de los minerales en las transiciones de "energía limpia"

Un sistema energético impulsado por tecnologías de energía limpia difiere profundamente de uno alimentado por recursos de hidrocarburos tradicionales. Los minerales críticos como el ***cobre, el litio, el níquel, el cobalto*** y ***los elementos de tierras raras*** son componentes esenciales en muchas de las tecnologías de energía limpia de rápido crecimiento en la actualidad, desde turbinas eólicas y redes eléctricas hasta vehículos eléctricos.
La demanda de estos minerales crecerá rápidamente a medida que las transiciones de energía limpia se aceleren.

Las energía renovables demandan una gran cantidad de metales distintos para funcionar. Son ALTAMENTE VORACES en metales, materiales y por lo tanto en energías, mas que sus contrapartes basadas en combustibles fósiles.

Ejemplo: para producir un *gigavatio (GW*) de potencia eléctrica equivalente a la que podría suministrar una central térmica que funcione con gas natural, harían falta un total de *200 aerogeneradores de 5 megavatios (MW); o lo que es lo mismo 1000 aerogeneradores de 1 megavatio(MW.)*, Esto implicaría el uso, de aproximadamente,160.000 toneladas de acero, 2000 de cobre, 780 de aluminio, 110 de níquel, 85 de neodimio Nd y 7 de disprosio, Dy. Esto supone en peso unas 25 veces más de metales que los usados para la central térmica.

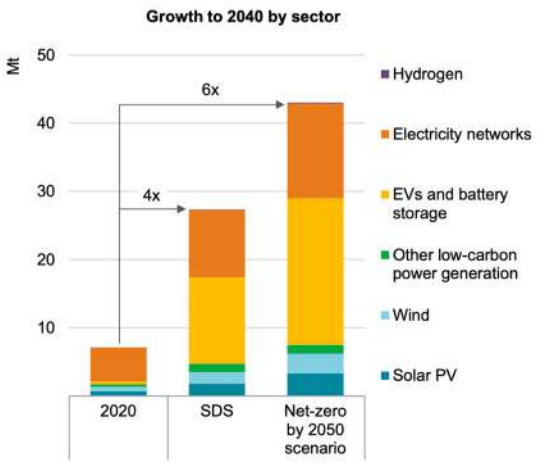
Las plantas solares fotovoltaicas, los parques eólicos y los vehículos eléctricos *SON MAS DEMANDANTES DE MINERALE*S que sus contrapartes basadas en combustibles fósiles.

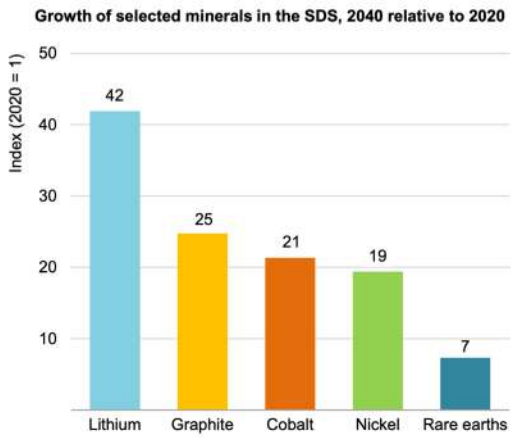
Un automóvil eléctrico típico (EV) requiere seis veces más minerales que un automóvil convencional y una planta eólica marina requiere trece veces más recursos minerales que una planta de gas de tamaño similar. Desde 2010, la cantidad promedio de recursos minerales necesarios para una nueva unidad de capacidad de generación de energía ha aumentado en un 50 % a medida que aumenta la participación de las energías renovables en las nuevas inversiones.

Los tipos de recursos minerales utilizados varían según la tecnología. ***El litio, el níquel, el cobalto, el manganeso y el grafito*** son cruciales para el rendimiento de la batería. Los elementos de ***tierras raras*** son esenciales para los imanes permanentes que se utilizan en turbinas eólicas y motores EV. Las redes eléctricas necesitan una gran cantidad ***de cobre y aluminio, siendo el cobre*** la piedra angular de todas las tecnologías relacionadas con la electricidad.

A medida que los países aceleran sus esfuerzos para reducir las emisiones, también deben asegurarse de que los sistemas energéticos sigan siendo *RESISTENTES Y SEGUROS*. La creciente importancia de los minerales críticos en un sistema energético **descarbonizado** requiere que los responsables de la política energética amplíen sus horizontes y consideren posibles *NUEVAS VULNERABILIDADES*. Las preocupaciones sobre la *volatilidad de los precios* y la *seguridad del suministro* no desaparecen en un sistema energético electrificado y rico en energías renovables. (IEA)

La demanda de minerales para tecnologías de energía limpia aumentaría al menos cuatro veces para 2040 para cumplir con los objetivos climáticos, con un crecimiento particularmente alto para los minerales relacionados con los vehículos eléctricos.

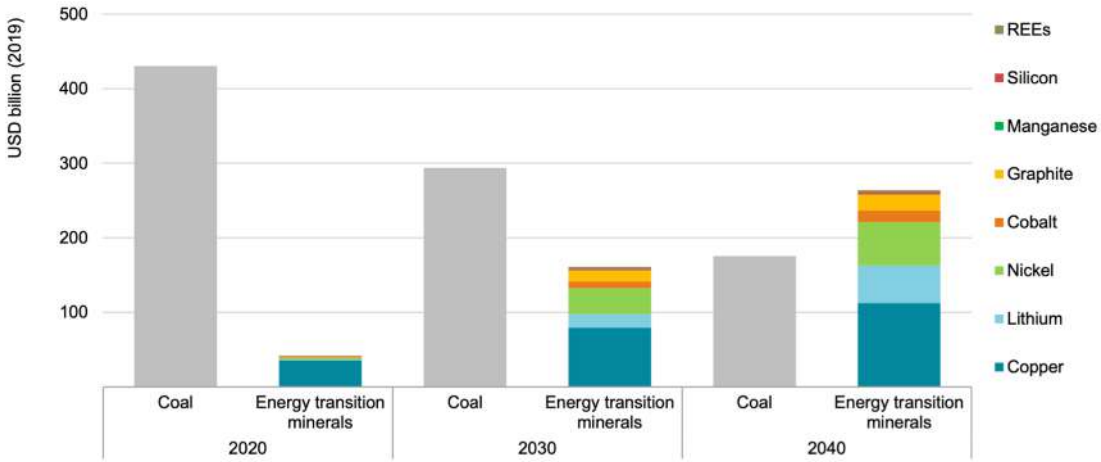




IEA. All rights reserved.

STEPS = *Stated Policies* (Escenario Escenario de Políticas Declaradas)

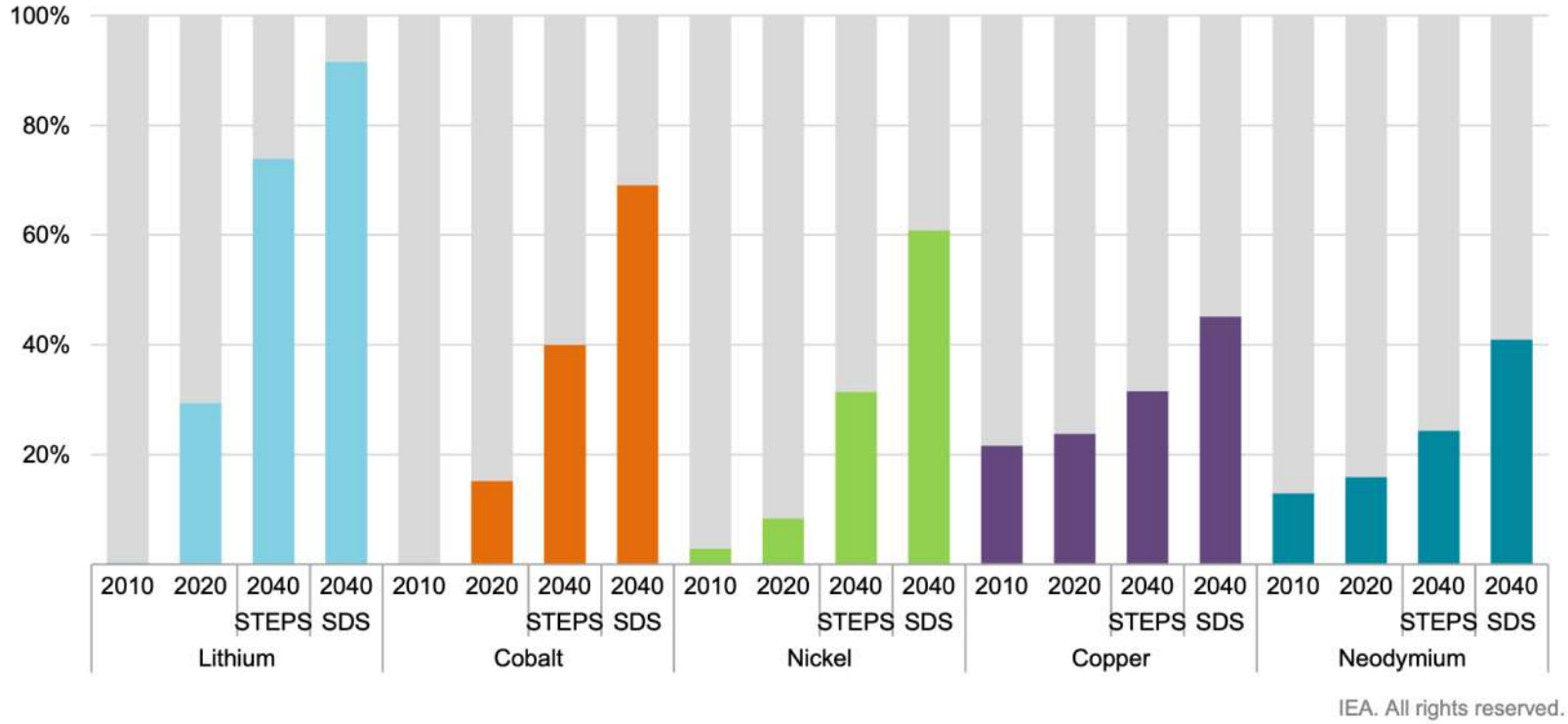
SDS = Sustainable Development Scenario(Escenario de Desarrollo Sostenible)



Cambios de suerte: carbón frente a minerales de transición energética

The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions(IEA –WORLD ENERGY OUTLOOK SPECIAL REPORT

El sector energético se convierte en un importante consumidor de minerales a medida que se aceleran las transiciones energéticas

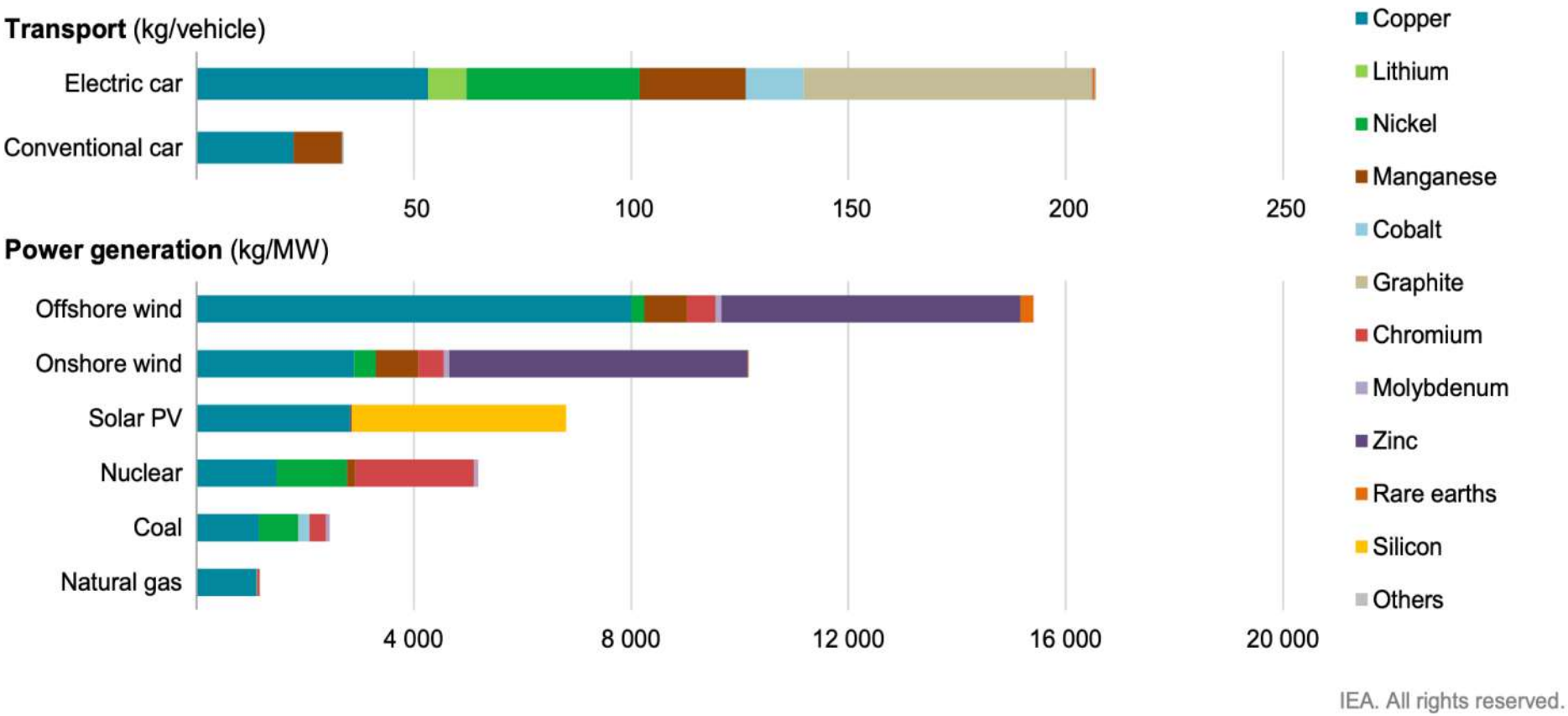


STEPS = Stated Policies Scenario

SDS = Sustainable Development Scenario

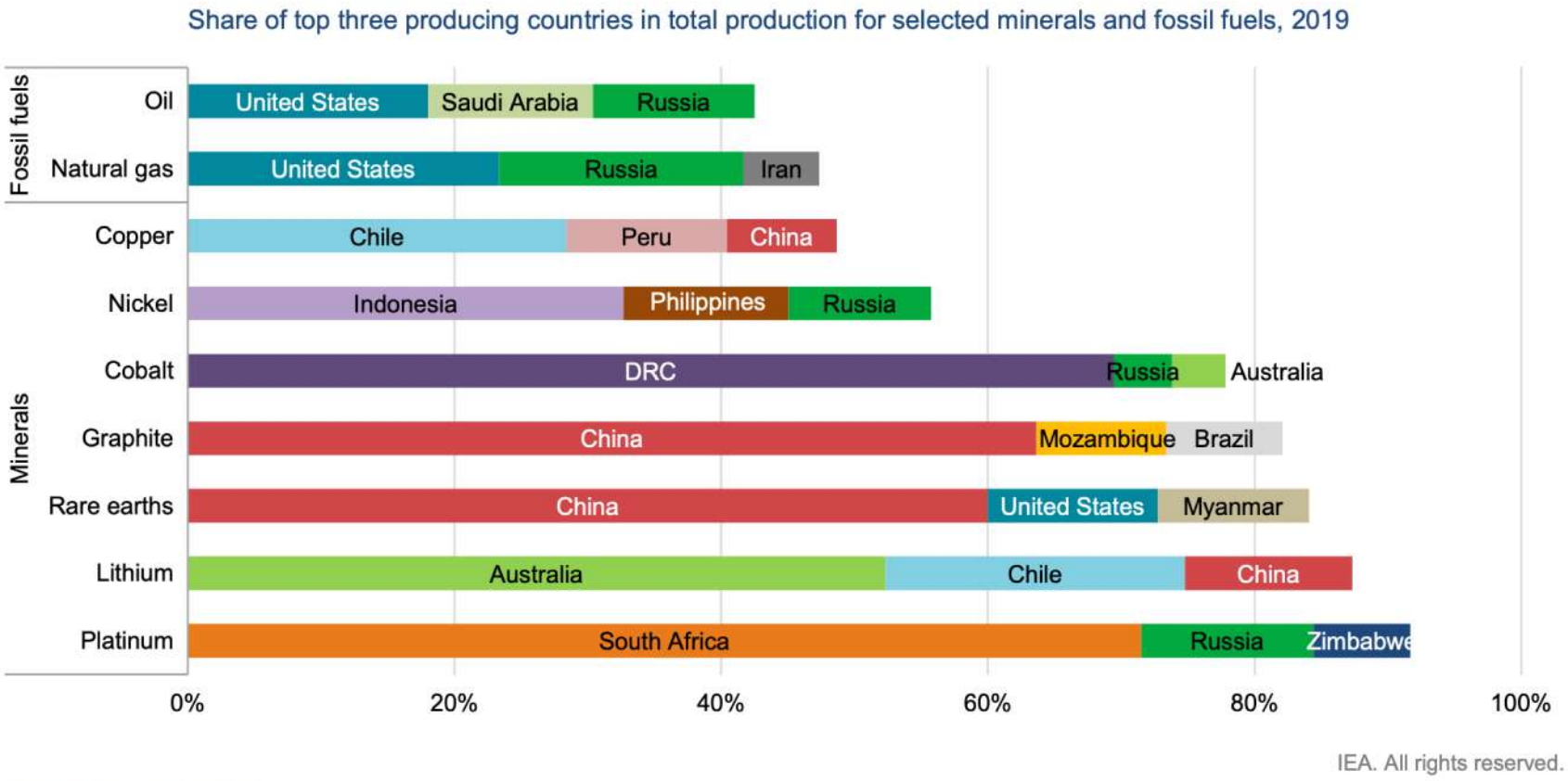
The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions(IEA –WORLD ENERGY OUTLOOK SPECIAL REPORT)

Aumento significativo en la demanda de minerales ante el rápido despliegue de las tecnologías renovables



The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions(IEA –WORLD ENERGY OUTLOOK SPECIAL REPORT)

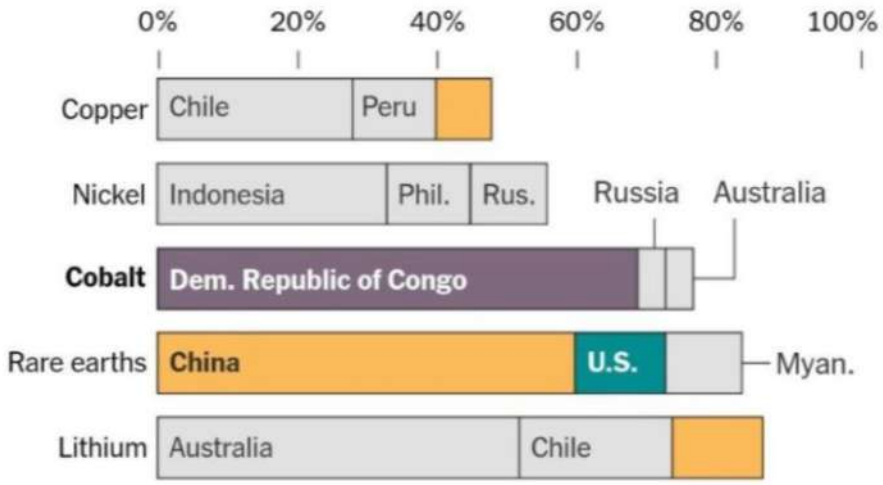
La producción de muchos minerales de transición energética en la actualidad está más concentrada geográficamente que la del petróleo o el gas natural



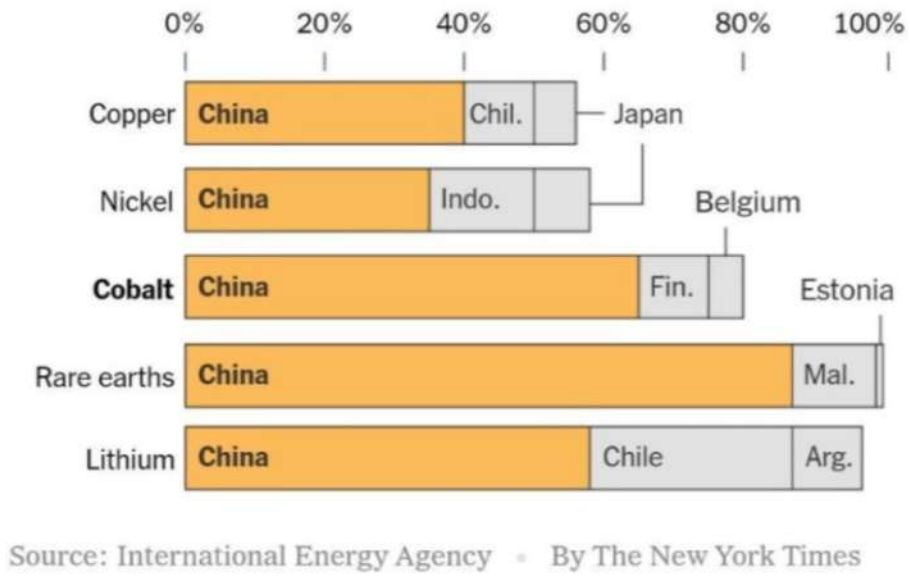
Sources: IEA (2020b); USGS (2021).

The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions(IEA –WORLD ENERGY OUTLOOK SPECIAL REPORT)

Distribución geográfica de los minerales clave

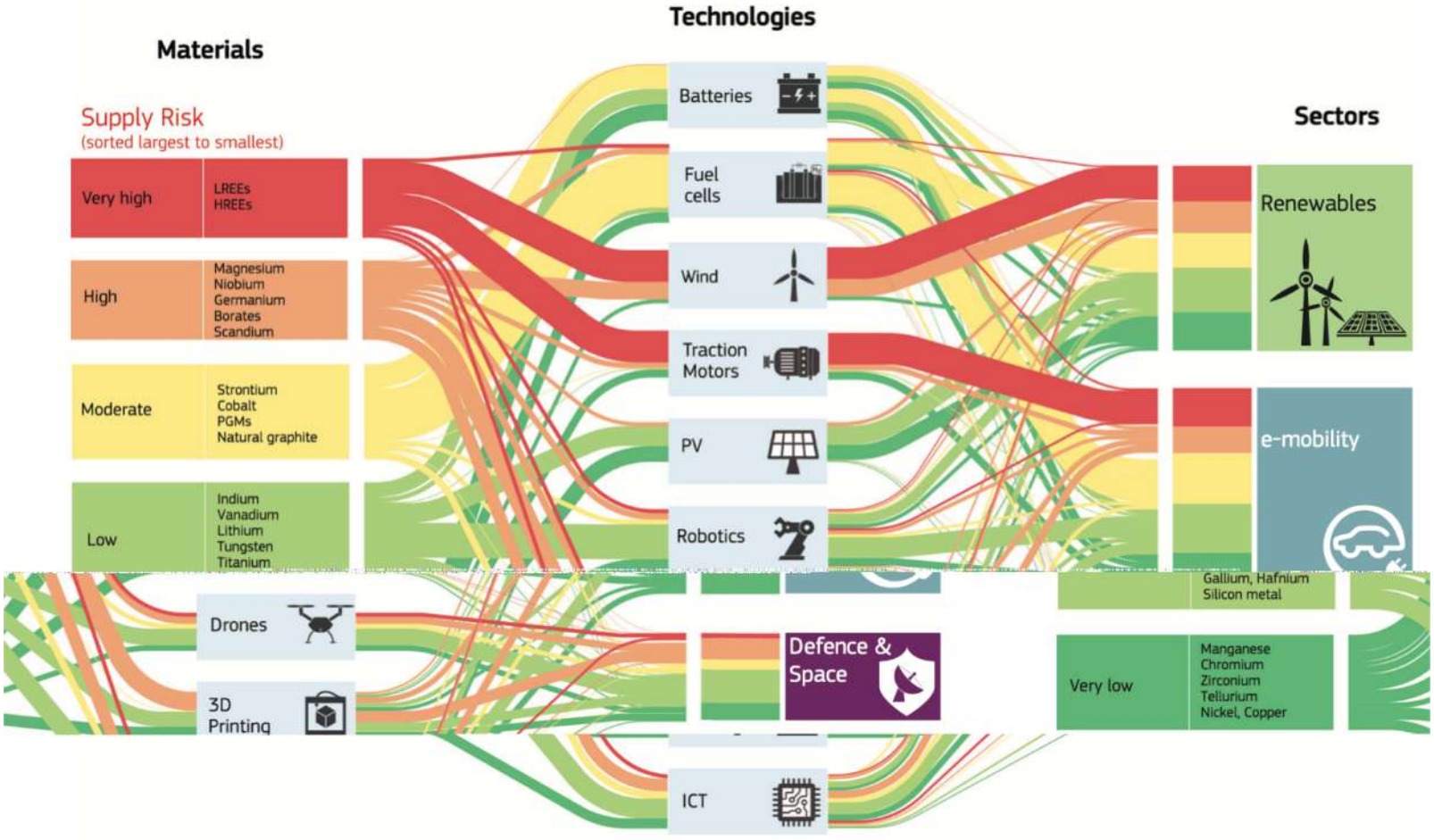


Producción



Refinado y procesado

Representación semicuantitativa de los flujos de materias primas y sus riesgos de suministro actuales a las nueve tecnologías seleccionadas y tres sectores

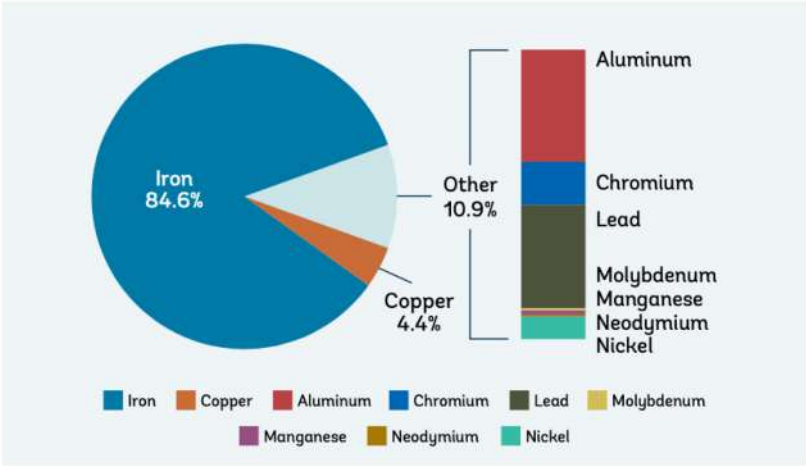


Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sector in the EU. A foresigh study. 2020.

25 minerales,críticos y no críticos que se usan en las diferentes tecnologias

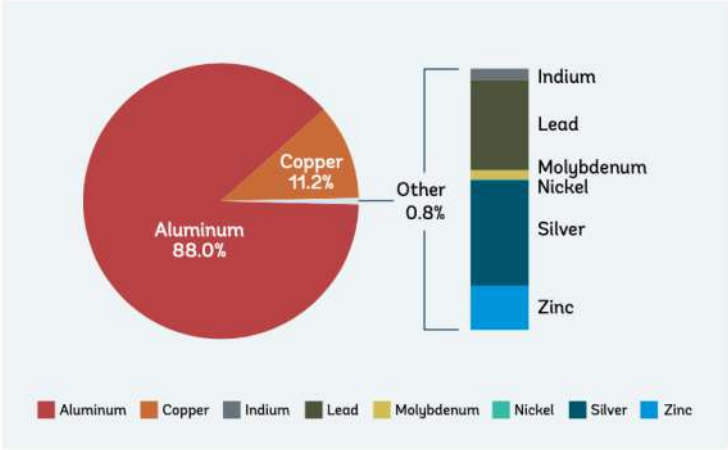
Supply Risk	Material									
	LREEs		●	●	●		●	●		●
	HREEs		●	●	●		●	●		
	Magnesium		●				●	●	●	●
	Niobium	●		●				●	●	
	Germanium					●		●		●
	Borates		●	●	●	●	●	●	●	●
	Scandium							●	●	
	Strontium		●				●	●		
	Cobalt	●	●	●			●	●	●	●
	PGMs		●				●	●		●
	Natural graphite	●	●				●	●		●
	Indium					●	●	●		
	Vanadium		●				●	●	●	●
	Lithium	●	●				●	●		
	Tungsten						●	●	●	
	Titanium	●	●				●	●	●	●
	Gallium					●	●	●		●
	Silicon metal	●	●		●	●	●	●	●	●
	Hafnium							●	●	
	Manganese	●	●	●			●	●	●	●
	Chromium		●	●			●	●	●	●
	Zirconium		●				●	●	●	●
	Silver		●			●	●	●		●
	Tellurium					●	●	●		●
	Nickel	●	●			●	●	●	●	
	Copper	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Eolica-Demanda de minerales hasta 2050



Note: 2DS = 2-degree scenario, IEA = International Energy Agency.

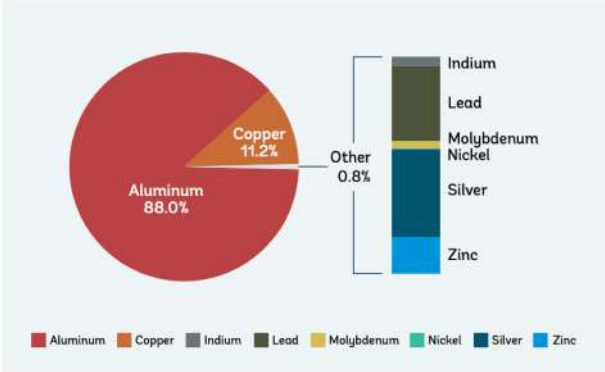
PV-Demanda de minerales hasta 2050



Note: 2DS = 2-degree scenario, IEA = International Energy Agency.

Minerals for climate action "The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition (The world Bank2020)

Demanda de minerales hasta 2050



Note: 2DS = 2-degree scenario, IEA = International Energy Agency.

Subtecnologías de energía solar fotovoltaica ampliamente utilizadas:

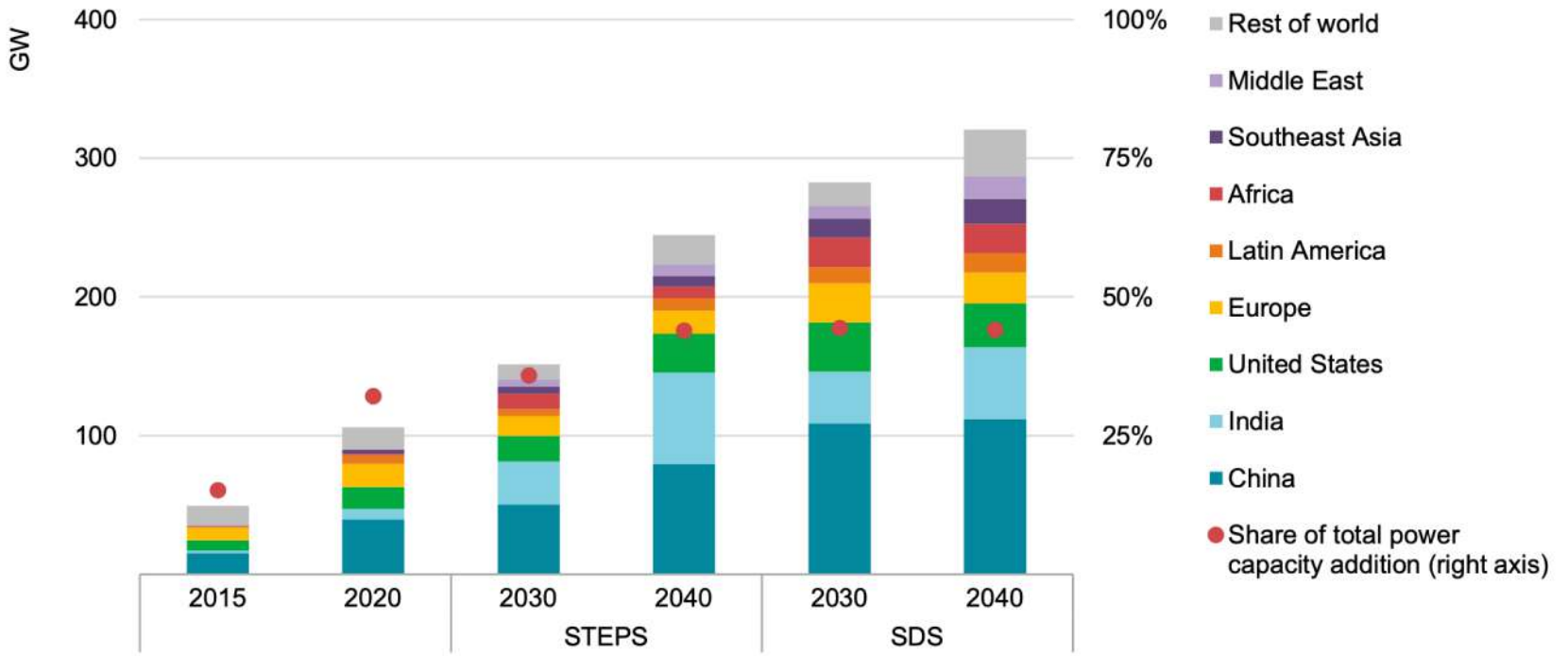
1. Las células **de silicio cristalino *(Si cristalino)*** constituyen alrededor del 85 por ciento del mercado actual. Pueden fabricarse como silicio monocristalino, policristalino o amorfo.

2. El seleniuro de cobre**, indio y galio *(CIGS)*** es una tecnología solar de “película delgada”. Se puede convertir en celdas más delgadas que el Si cristalino, lo que puede reducir los costos de material y fabricación al tiempo que permite celdas flexibles.

3. El telururo de cadmio ***(CdTe)*** es otra tecnología de película delgada. Tiene un costo competitivo con SI cristalino y tiene buena eficiencia. Sin embargo, la toxicidad del cadmio y el suministro futuro de telurio hacen que el futuro de esta tecnología sea incierto.

4. Las células solares de silicio amorfo ***(Si amorfo*)** son la última tecnología de película delgada. Tienen un rendimiento más bajo que el Si cristalino, pero se pueden imprimir en materiales flexibles.

El despliegue anual de energía solar fotovoltaica se triplica en la SDS para 2040, impulsado por un enorme crecimiento en las economías emergentes

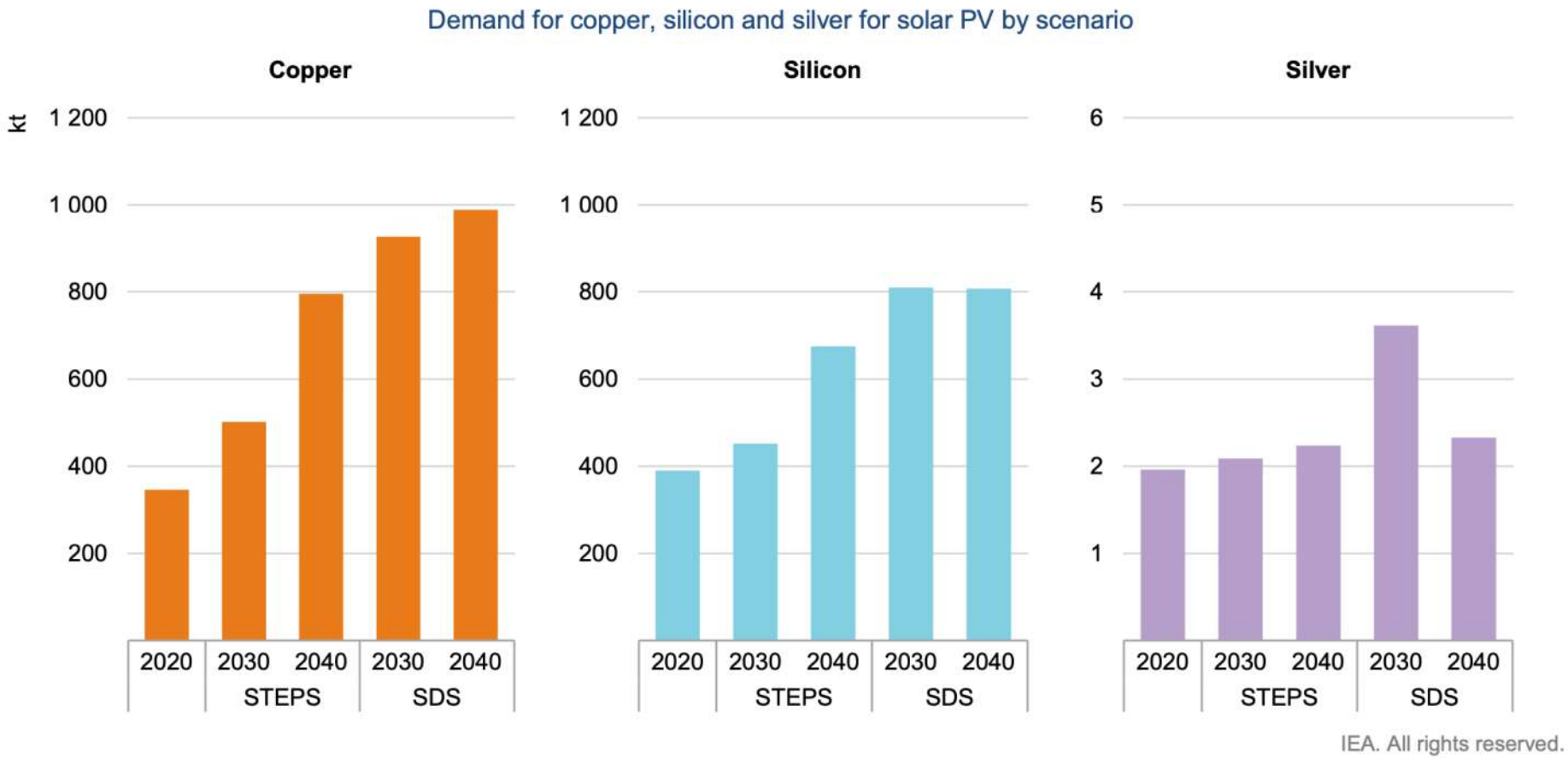


IEA. All rights reserved.

ote: GW = gigawatt. China = People's Republic of China.

The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions(IEA –WORLD ENERGY OUTLOOK SPECIAL REPORT)

La demanda de cobre se duplica con creces para 2040, pero la innovación continua para reducir la intensidad mineral ayuda a compensar el crecimiento de la demanda de silicio y plata



The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions(IEA –WORLD ENERGY OUTLOOK SPECIAL REPORT)

Geotérmica: un impulsor clave para la creciente demanda de níquel, cromo, molibdeno y titanio de las tecnologías de energía bajas en carbono

Actualmente se encuentran instalados alrededor de 16 GW de capacidad geotérmica, lo que proporciona energía de carga base baja en carbono en puntos de acceso geotérmico como Kenia, Islandia, Indonesia, Filipinas, Turquía y los Estados Unidos. En el SDS, la capacidad instalada se quintuplica a **82 GW para 2040.**

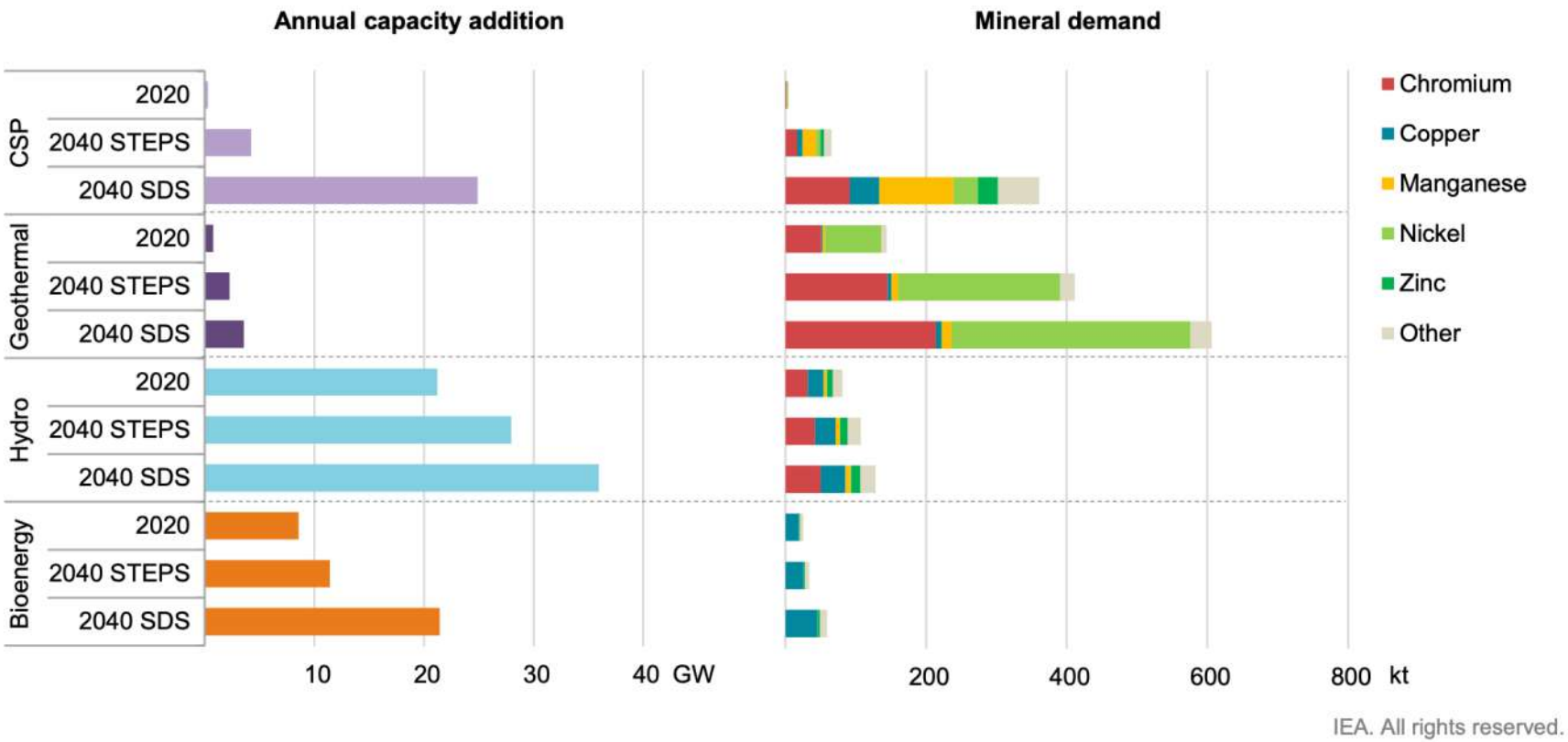
Las plantas de energía geotérmica generan electricidad al accionar turbinas que utilizan recursos hidrotermales subterráneos (vapor o agua caliente) canalizados a la superficie.
Las temperaturas muy altas y la naturaleza potencialmente corrosiva de los yacimientos geotérmicos requieren el uso de acero especializado (con alto contenido de ***cromo, molibdeno, níquel y titanio***) para resistir el duro entorno operativo.

Tres cuartas partes de la demanda de **níquel,** casi la mitad de la demanda total de **cromo y molibdeno** y el 40 % de la demanda de **titanio.**

Además de energía, los recursos geotérmicos pueden proporcionar servicios de calefacción y refrigeración. Sin embargo, las bombas de calor geotérmicas requieren una cantidad relativamente mínima de acero y, en cambio, se basan en tuberías de plástico, y algunos sistemas dependen del **cobre** de alta conducción para el intercambio de calor.

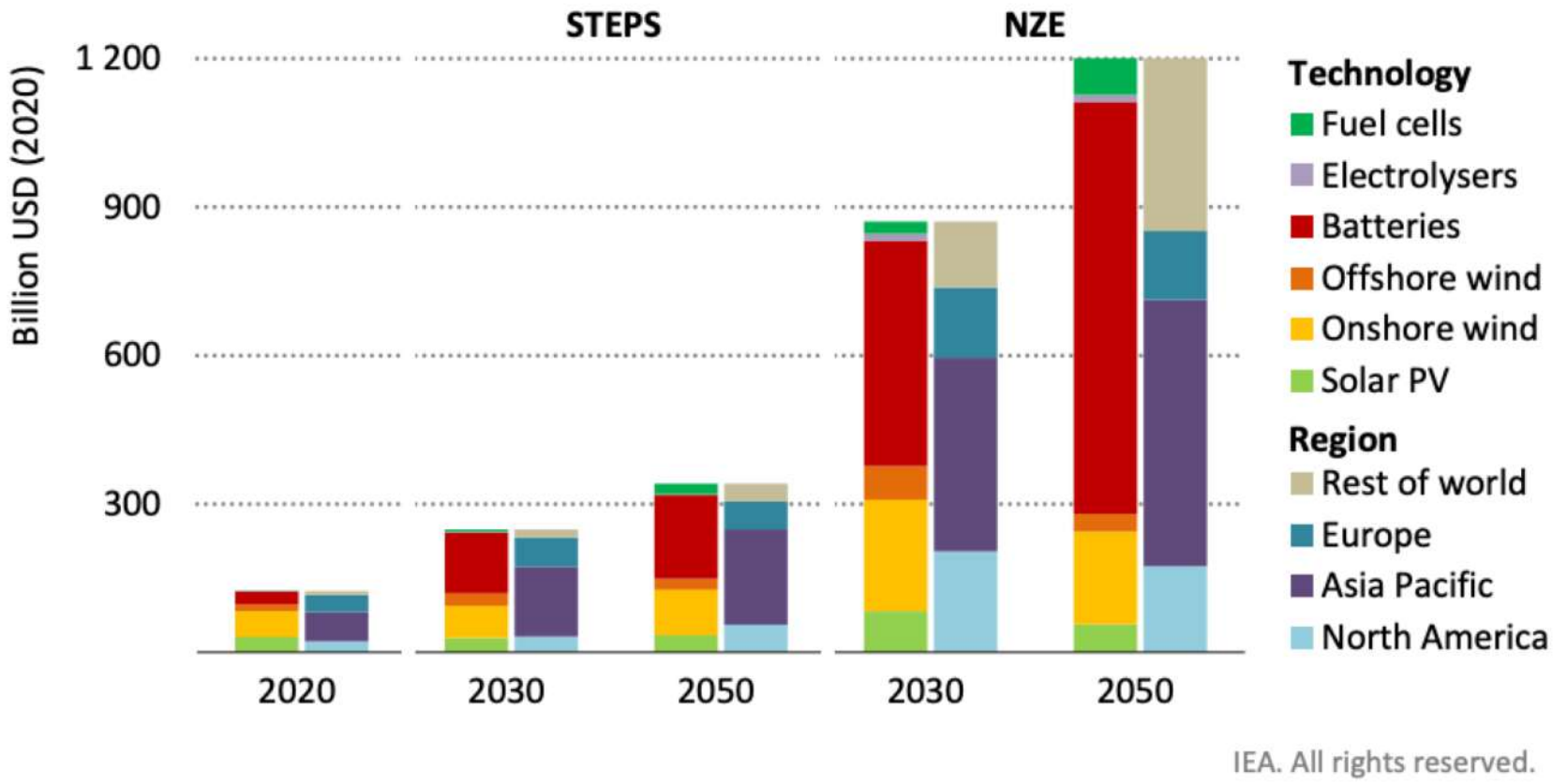
The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions(IEA –WORLD ENERGY OUTLOOK SPECIAL REPORT)

La demanda de mineral de otras renovables



The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions(IEA –WORLD ENERGY OUTLOOK SPECIAL REPORT)

2020-2030- 2050: tamaño estimado del mercado para una selección de tecnologías energéticas "limpias" por región y escenario



The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions(IEA –WORLD ENERGY OUTLOOK SPECIAL REPORT)

Voy a hablar:

MINERALES CRÍTICOS: UE

ACCIONES DE LA UE PARA DISMINUIR SU DEPENDENCIA DE TERCEROS

CONCLUSIONES

COMISIÓN
EUROPEA

Bruselas, 3.9.2020
COM(2020) 474 final

COMUNICACIÓN DE LA COMISIÓN AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSEJO, AL COMITÉ ECONÓMICO Y SOCIAL EUROPEO Y AL COMITÉ DE LAS REGIONES

Resiliencia de las materias primas fundamentales: trazando el camino hacia un mayor grado de seguridad y sostenibilidad

Minerales críticos en U.E 2022

Consideran minerales críticos, aquellos que son esenciales para las aplicaciones tecnológicas y cuya escasez dañaría la **economía** de un país, en este caso la UE.

La limitación se origina cuando no existe un **sustituto** y por diversas causas surgen **riesgo en el suministro.**

¿Cuales y Cuando ? dependen de las necesidades del país. Volatilidad de precios e inseguridad de suministro. La UE revisa la lista cada tres años.

Ejemplo, el *cobalto* que procedía principalmente de minas en Zaire. En 1978 el precio se disparó por la guerra en el país y como consecuencia la fabricación de los imanes de cobalto-samario entró en crisis y, con ello la industria del automóvil que la utilizaba en los motores de arranque de los coches.

El numero de minerales críticos varia con las necesidades. Así, en 1980 la informática utilizaba 12 elementos, no todos críticos. A los 10 años ascendió a 16 y ahora son 60.(15 de tierra raras).
Depende del contexto tecnológico. Varia en cada país según necesidades. Hoy muchos son imprescindibles para la alta tecnología.

Para la Unión Europea desde 2020, son los que se indican en la tabla. A la lista del 2017 se han añadido los que figuran en negrita..

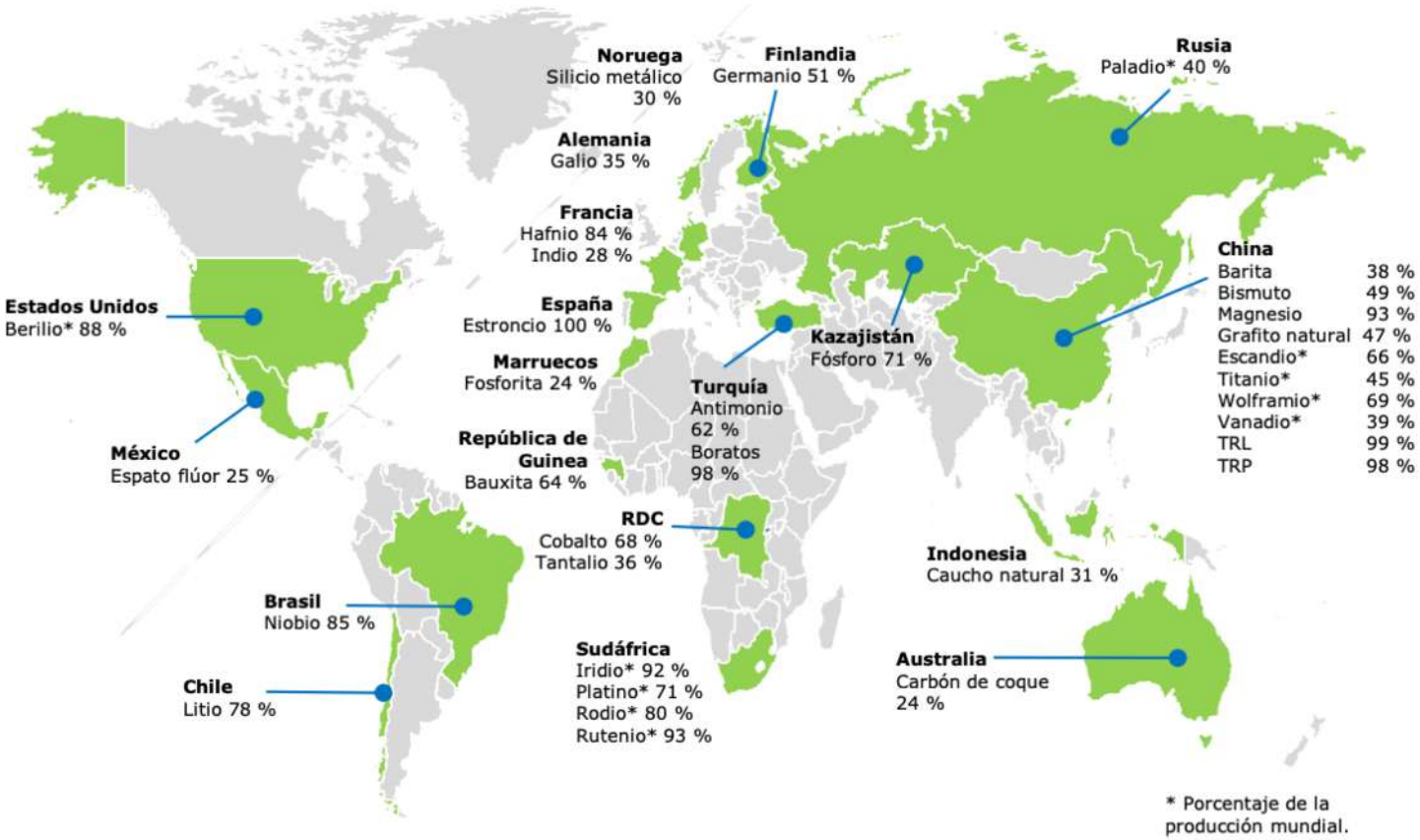
Lista de materias primas fundamentales para la UE en 2020

Antimonio
Barita
Berilo
Bismuto
Borato
Cobalto
Carbón de coque
Espato flúor
Galio
Germanio
Hafnio
Tierras raras pesadas
Tierras raras ligeras
Indio
Magnesio
Grafito natural
Caucho natural
Niobio
Metales del grupo platino (PGMS)
Escandio
Fosforita
Silicio metálico
Tantalio
Wolframio
Vanadio

Bauxita
Litio
Titanio
estroncio

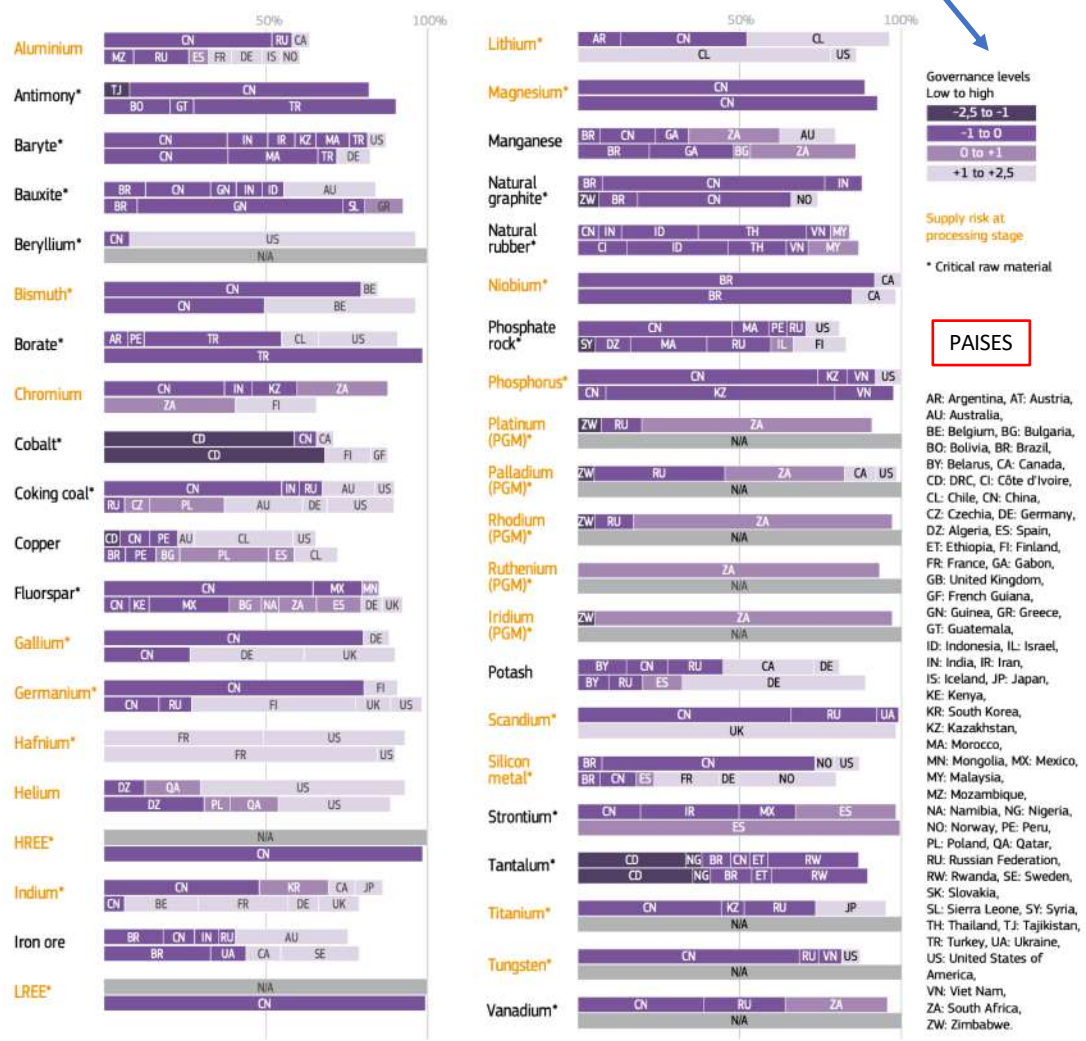
El suministro de muchas materias primas fundamentales presenta un alto grado de concentración. Por ejemplo, el 98 % de las *tierras raras* que importa la UE proviene de China, el 98 % del *borato* procede de Turquía y Sudáfrica suministra el 71 % del *platino* que necesita la UE y un porcentaje aún mayor *de iridio*, rodio y rutenio, metales del grupo del platino. La UE adquiere todo el *hafnio* y el *estroncio* que requiere a empresas específicas de la Unión.

Países proveedores de materias primas críticas a la UE



Concentración de la oferta para una selección de materias primas y el nivel de gobernanza de sus países productores

NIVELES DE GOBERNANAZA



PAISES

AR: Argentina, AT: Austria, AU: Australia, BE: Belgium, BG: Bulgaria, BO: Bolivia, BR: Brazil, BY: Belarus, CA: Canada, CD: DRC, CI: Côte d'Ivoire, CL: Chile, CN: China, CZ: Czechia, DE: Germany, DZ: Algeria, ES: Spain, ET: Ethiopia, FI: Finland, FR: France, GA: Gabon, GB: United Kingdom, GF: French Guiana, GN: Guinea, GR: Greece, GT: Guatemala, ID: Indonesia, IL: Israel, IN: India, IR: Iran, IS: Iceland, JP: Japan, KE: Kenya, KR: South Korea, KZ: Kazakhstan, MA: Morocco, MN: Mongolia, MX: Mexico, MY: Malaysia, MZ: Mozambique, NA: Namibia, NG: Nigeria, NO: Norway, PE: Peru, PL: Poland, QA: Qatar, RU: Russian Federation, RW: Rwanda, SE: Sweden, SK: Slovakia, SL: Sierra Leone, SY: Syria, TH: Thailand, TJ: Tajikistan, TR: Turkey, UA: Ukraine, US: United States of America, VN: Viet Nam, ZA: South Africa, ZW: Zimbabwe.

criterios de selección que sigue la UE

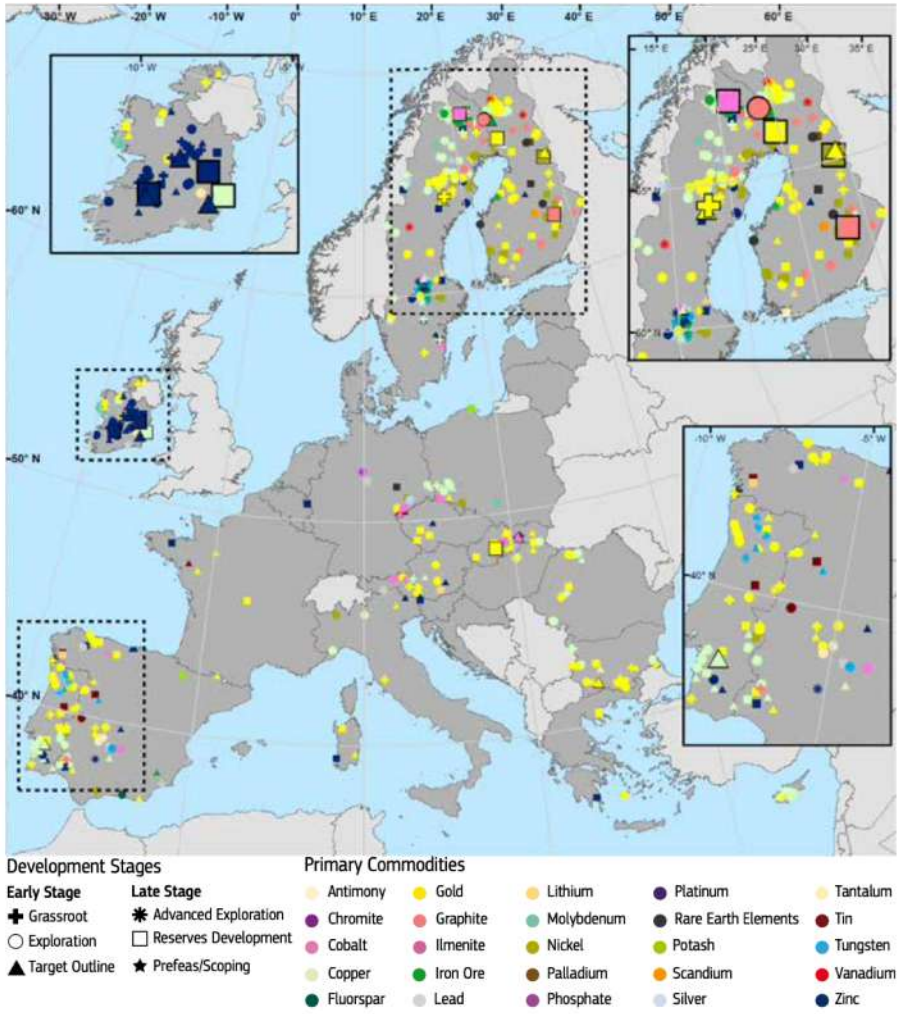
La producción mundial de materias primas (mp) sigue estando muy concentrada en unos pocos países no pertenecientes a la UE.

Muchas de las mp suministradas a la UE provienen de países *con bajos estándares de gobernanaza.*

La alta concentración de la oferta de mp puede darse en diferentes partes de la cadena productiva.

Para evaluar el riesgo de suministro de mp, se monitorea el nivel de *gobernanza* del país. Es decir, su estabilidad política y económica. Capacidad para implementar políticas sólidas y respeto de los ciudadanos y el Estado a las instituciones

actividades de exploración de minerales en la UE en 2019



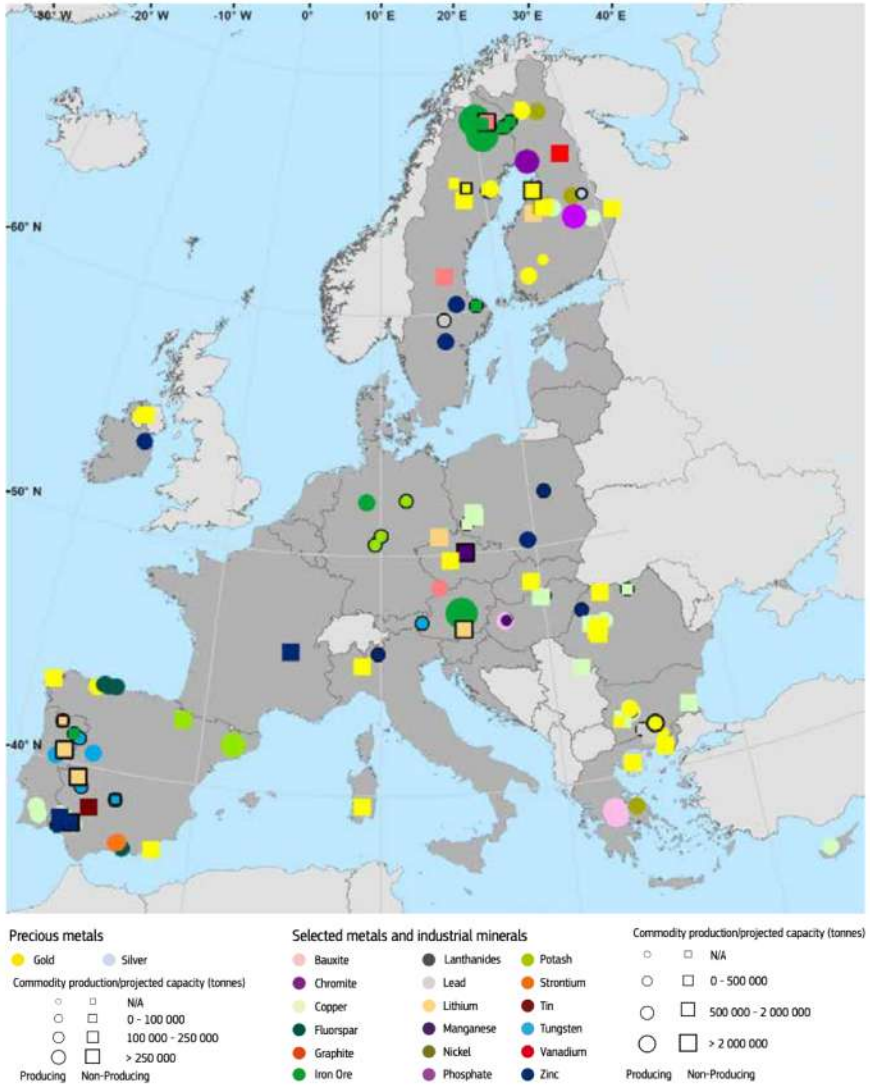
Las actividades de minerales en la UE en 2019 se mantuvieron concentradas en **Irlanda,España, Portugal, Suecia y Finlandia**, países considerados atractivos para la inversión en exploración

El oro, el cobre y el zinc siguen siendo las principales materias primas objetivo

Más de 25 proyectos de exploración mapeados en la edición de 2018 del Cuadro de Indicadores (datos de 2017), han avanzado hacia una etapa de exploración más avanzada. Además, alrededor de 6 proyectos de exploración de 2017 pasaron a la etapa de factibilidad y 3 proyectos avanzaron a la etapa de producción en 2019

Hay proyectos que tienen como objetivo el **oro y el cobre**. Otros apuntan a metales como **níquel, platino, vanadio y zinc.** A medida que crece la demanda mundial de baterías para vehículos eléctricos, se han lanzado nuevos proyectos de exploración de **litio y cobalto** en la UE, por ejemplo, en Austria y España.

Ubicación de las minas de metal y minerales industriales seleccionados



13 nuevas actividades mineras (resaltadas con una línea de borde negro)

Los nuevos proyectos están en estudio de factibilidad o en producción activa, y se enfocan en metales preciosos, **grafito, zinc, cobre, wolframio y manganeso.**

cuatro proyectos de minería de l**itio** (dos en Portugal, uno en España y uno en Austria) que se encontraban en etapa de exploración en 2017 se han convertido en minas activas.

La creciente demanda mundial y nacional de materias primas impulsa el desarrollo de las actividades mineras en la UE, como se muestra en el caso del **litio**. Sin embargo, los nuevos proyectos de metales estratégicos como el **cobre** no tuvieron un tirón de demanda similar.

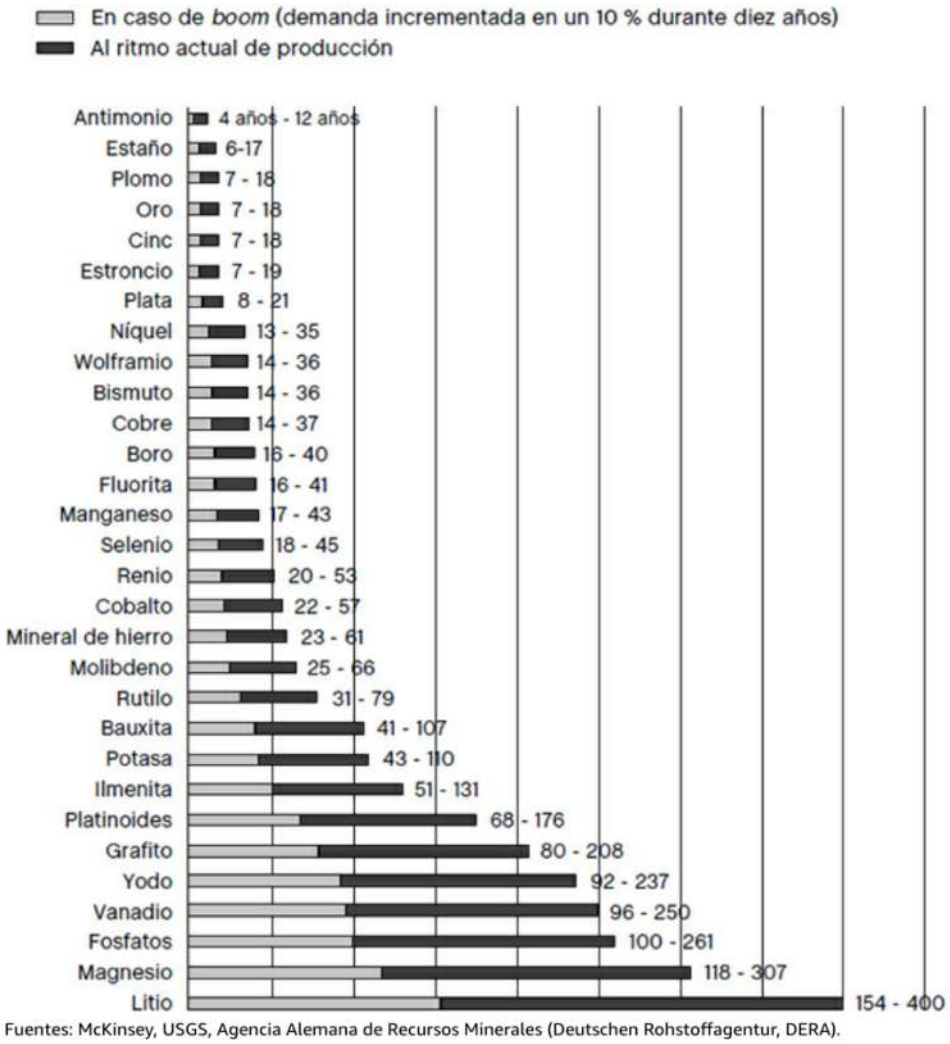
Producción mundial de minerales 2018 proyectada a 2050

Mineral	2018 annual production (Tons, thousands) [a]	2050 projected annual demand from energy technologies (Tons, thousands)	2050 projected annual demand from energy technologies as percent of 2018 annual production
Aluminum	60,000	5,583	9%
Chromium	36,000	366	1%
Cobalt	140	644	460%
Copper	21,000	1,378	7%
Graphite	930	4,590	494%
Indium	0.75	1.73	231%
Iron	1,200,000	7,584	1%
Lead	4,400	781	18%
Lithium	85	415	488%
Manganese	18,000	694	4%
Molybdenum	300	33	11%
Neodymium	23 [b]	8.4	37%
Nickel	2,300	2,268	99%
Silver	27	15	56%
Titanium	6,100	3.44	0%
Vanadium	73	138	189%

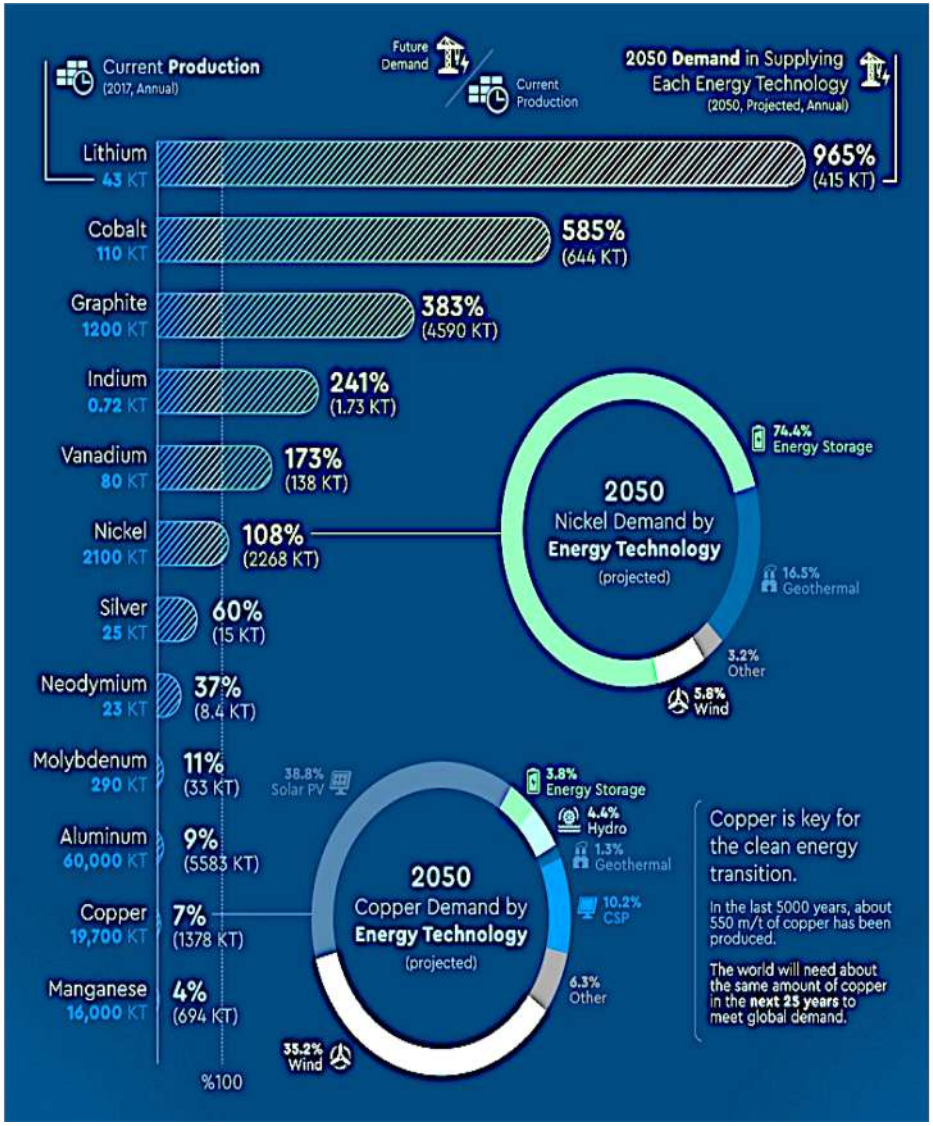
a. Data for 2018 annual production sourced from the U.S. Geological Survey.
b. Data sourced from Deetman et al. (2018).

Minerals for climate action "The Mineral Intensity of the Clean Energy Transition (The world Bank2020)

Producción mundial de minerales **2018 proyectada a 2050**
Según otras fuentes.



USG



Minerals for climate action world bank 2020

MINERIA----ESG

"Environmental, Social and Governance impacts from minerals development may hamper progress on climate"

KC Michaels, Asesor Legal, Oficina de Asesoría Legal
Louis Maréchal, Investigación y asesoramiento sobre políticas
Benjamin Katz, analista de políticas
Comentario — 09 septiembre 2022

https://www.iea.org/commentaries/why-is-esg-so-important-to-critical-mineral-supplies-and-what-can-we-do-about-it

MINERIA-

Este tipo de minería debe sustituirse por el de una minería climatica

¿Por qué ESG es tan importante para los suministros minerales críticos y qué podemos hacer al respecto?

“ Aparte del riesgo sobre el *suministros* preocupan los riesgos significativos asociados con los *impactos ambientales, sociales y de gobernanza* ***(ESG)*** de los proyectos mineros. Estos incluyen riesgos asociados con *tensiones geopolíticas, conflictos armados, violaciones de derechos humanos, soborno y corrupción, emisiones*, *estrés hídrico y pérdida de biodiversidad*.

Estos tipos de impactos pueden erosionar el apoyo público a los proyectos mineros y enfrentarán un escrutinio cada vez mayor por parte de las industrias transformadoras, los inversionistas y la sociedad civil, lo que podría generar interrupciones en la producción a corto plazo y una fuerte resistencia local e internacional a las inversiones mineras.

Esto, a su vez, puede limitar el suministro de minerales y metales cruciales, lo que podría descarrilar las transiciones de energía limpia. Si no se gestionan adecuadamente estos riesgos, los gobiernos y las empresas también pueden verse expuestos a problemas regulatorios, relacionados con ESG. Los impactos ambientales, sociales y de gobernanza del desarrollo de minerales pueden obstaculizar el progreso en el clima ”

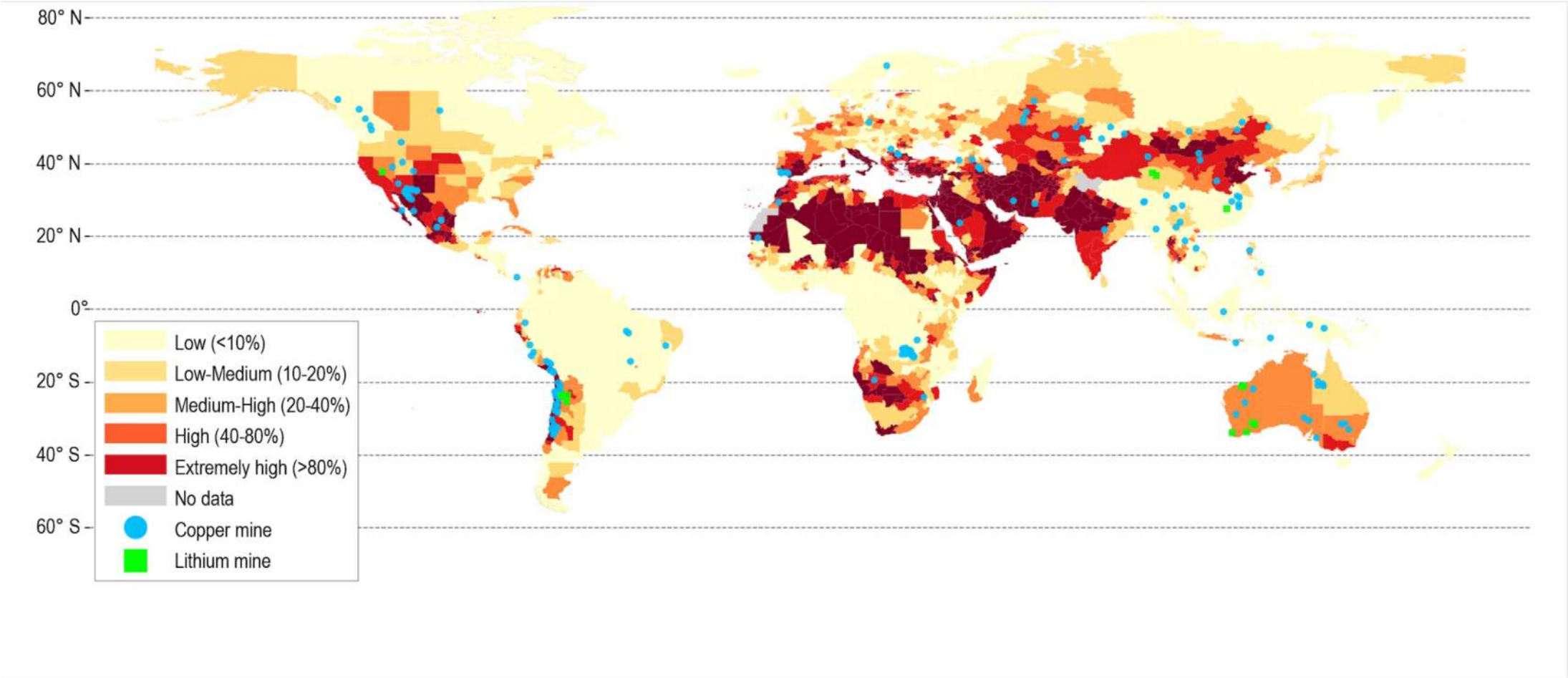
Situaciones relacionadas con ESG que pueden afectar las transiciones de energía limpia.

los pasivos potenciales asociados con ESG, **pueden disuadir la inversión** , particularmente para proyectos en áreas de alto riesgo.

Incapacidad para identificar y mitigar los daños ambientales y sociales puede **dificultar la obtención y el mantenimiento de una licencia social para operar** , lo que puede exacerbar las tensiones comunitarias y generar presión comunitaria, publicidad adversa y problemas regulatorios ("licencia social para operar" generalmente se refiere a si una empresa o proyecto cuenta con la aceptación o aprobación continua de la comunidad local, más allá de lo requerido por los procesos legales o reglamentarios).

los riesgos climáticos . Una gran proporción de la producción actual de litio y cobre se concentra en áreas con un alto estrés hídrico , y la competencia por los escasos recursos hídricos podría interrumpir la producción o complicar la nueva ubicación si las empresas no reducen la intensidad del uso del agua.

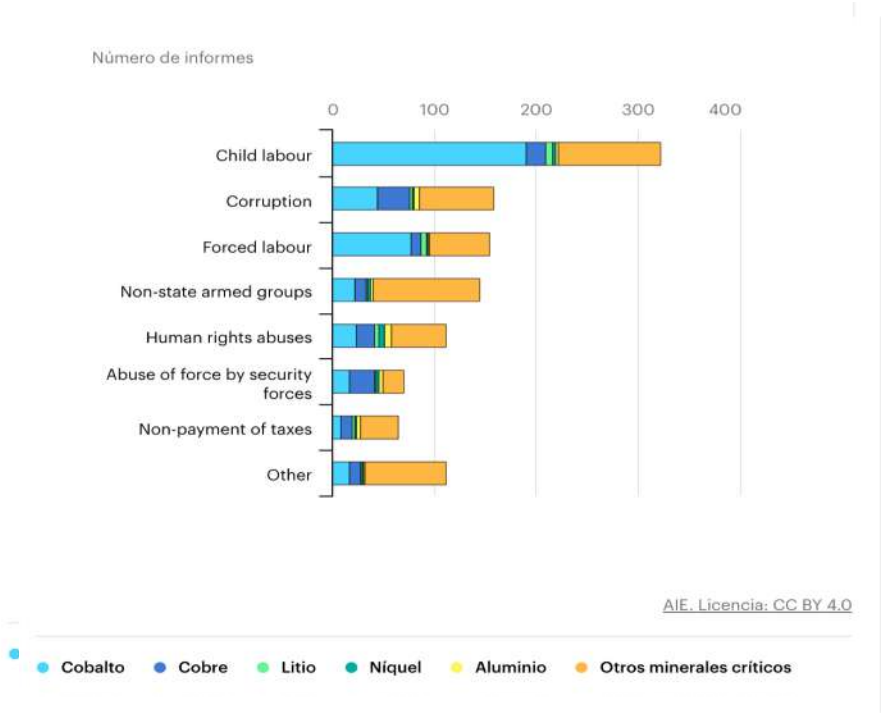
Los activos mineros están expuestos a crecientes riesgos climáticos y estrés hídrico. Entre los minerales, el cobre y el litio son particularmente vulnerables al estrés hídrico debido a sus altos requerimientos de agua. Más del 50% de la producción actual de litio se concentra en áreas con altos niveles de estrés hídrico. Alrededor del 80% de la producción de cobre en Chile se produce en minas ubicadas en áreas áridas y con alto estrés hídrico.



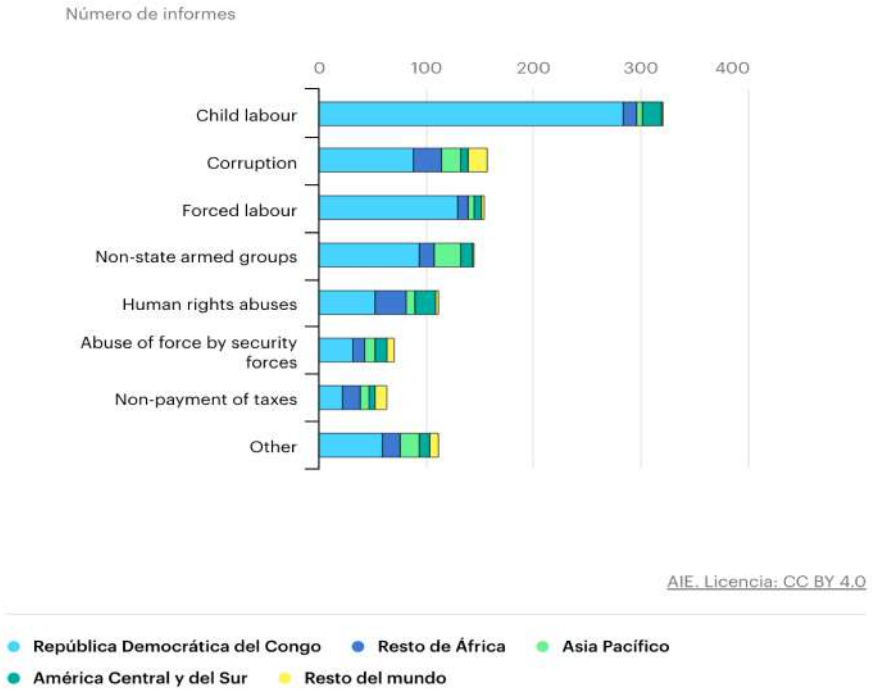
The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions(IEA –WORLD ENERGY OUTLOOK SPECIAL REPORT)

Importante gestionar los riesgos asociados con áreas afectadas por conflictos o de alto riesgo. Estos incidentes incluyen apoyo a grupos armados no estatales, enfrentamientos con las fuerzas de seguridad y graves abusos contra los derechos humanos

Informes públicos de riesgos relacionados con la gobernanza por cadena de suministro de minerales2017-2019



Informes públicos de riesgos relacionados con la gobernanza por región, 2017-2019



Picos de extracción del mineral

La disminución de la calidad del mineral: desafío para los costos de extracción y procesamiento, las emisiones y los volúmenes de desechos.

En los últimos años, la calidad del mineral ha seguido disminuyendo en todos los productos básicos, ya que los depósitos de alta calidad (y partes de los depósitos de mayor ley) se explotan antes.
La extracción del contenido de metal de minerales de grado inferior requiere más energía, lo que ejerce una presión al alza sobre los costos de extracción y procesamiento y las emisiones de CO2.

Alza sobre los costos de producción de las operaciones de minería y procesamiento que consumen mucha energía, la energía también es crucial en la producción de minerales. Debido en parte a la disminución de la calidad de los recursos, la producción y el procesamiento de minerales de transición energética consumen mucha energía, lo que implica mayores emisiones para producir la misma cantidad de producto.

Voy a hablar:

ASEGURAR EL ABASTECIMIENTO: ¿PODRÁ LA PRODUCCION FUTURA SATISFACER LA DEMANDA?

Minería

Economía circular: reciclaje (este tema se anunció solamente. Se presentará en otra conferencia)

CONCLUSIONES

EL COSTE OCULTO DE LAS TECNOLOGIAS

APARATOS ELECTRICOS Y ELECTRONICOS

¿de que hablamos?.....en 2018 se vendieron mas de 1550 millones de móviles y 140 millones de tabletas electrónicas (Lui 2019). Dispositivos que tienen como base el **Fe, Cu o Al** y otros metales menores que son escasos y cuya extracción requiere grandes cantidades de energía.
En Europa se reemplazan 10 millones cada mes: Ahí, tenemos un riesgo de suministro importante en el futuro y la consiguiente cantidad de residuos generados. 50 millones de toneladas, de residuos, en 2019. Según estimación de Naciones Unidas (equivaldrían en peso a casi 500 Torres Eiffel.) De todas estas toneladas, apenas un 20% fueron sometidas a reciclaje a través de los sistemas de gestión correspondientes. Se estima que en 2050 podríamos llegar a generar un total de 120 millones de toneladas de este residuo.

Lo digital, requiere el uso de considerables cantidades de metales: Anualmente la industria electrónica requiere 320 T.de **Au** y 750 de **Ag** y 515 T de **Hg y más**….Ordenadores y móviles requieren el 19% de la producción de **metales raros** y **Pd** y el 23% de **Co**…(Thanatia .Limites materiales de la transición energética.2021,pag,217)

El iphone 6 de 16 GB: el 39% de su peso esta compuesto de **Fe** y **Al**. Un 17% de **Cu,Co,Cr y Ni**….0,014 gramos de **Au**,0,01 g de **Ga** y 0,02 de **Ta** y **tierra raras** en cantidades muy pequeñas.. De una tonelada de móviles podemos obtener varios cientos de gramo de *oro. Este elemento aparecería hasta 80 veces más concentrado que en las minas actuales, por lo que los teléfonos podrían ser una fuente mas que interesante para recuperarlo. Lo mismo sucede con otros elementos que aparecen en la composición de un móvil, tableta electrónica o un ordenador*

También hay que tener en cuenta que las tecnologías que puede parecer más eficientes no tienen porque ser las mas " sostenibles", si tenemos en cuenta los materiales que emplean cada una. Ejemplo*: en tipos de bombilla*. Lámpara (filamentos de W,Al), fluorescente (tierrasraras,15%;**merurio,cobre hierro**), LED (tierras raras, Al,Ga,Au,In,Ag,Zn). *La lámpara, resulta más sostenible* que las otras dos al necesitar menos materiales: Si bien, el LED sería el mas eficiente de las tres, al necesitar menos energía para funcionar (Concepto de "rareza termodinámica" de A.Valero. Thanatia .Limites materiales de la transición energética.2021,pag,217)

MINERIA CLIMATICA: UN MODELO MINERO RESPONSABLE Y SOSTENIBLE

Sociedad Baja en Carbono = Alta en Metales "Mucho más alta de lo que la gente cree"

Arnoldus van den Hurk, Director del Observatorio de la Minería Climática

Imágenes de la presentación de Arnoldus

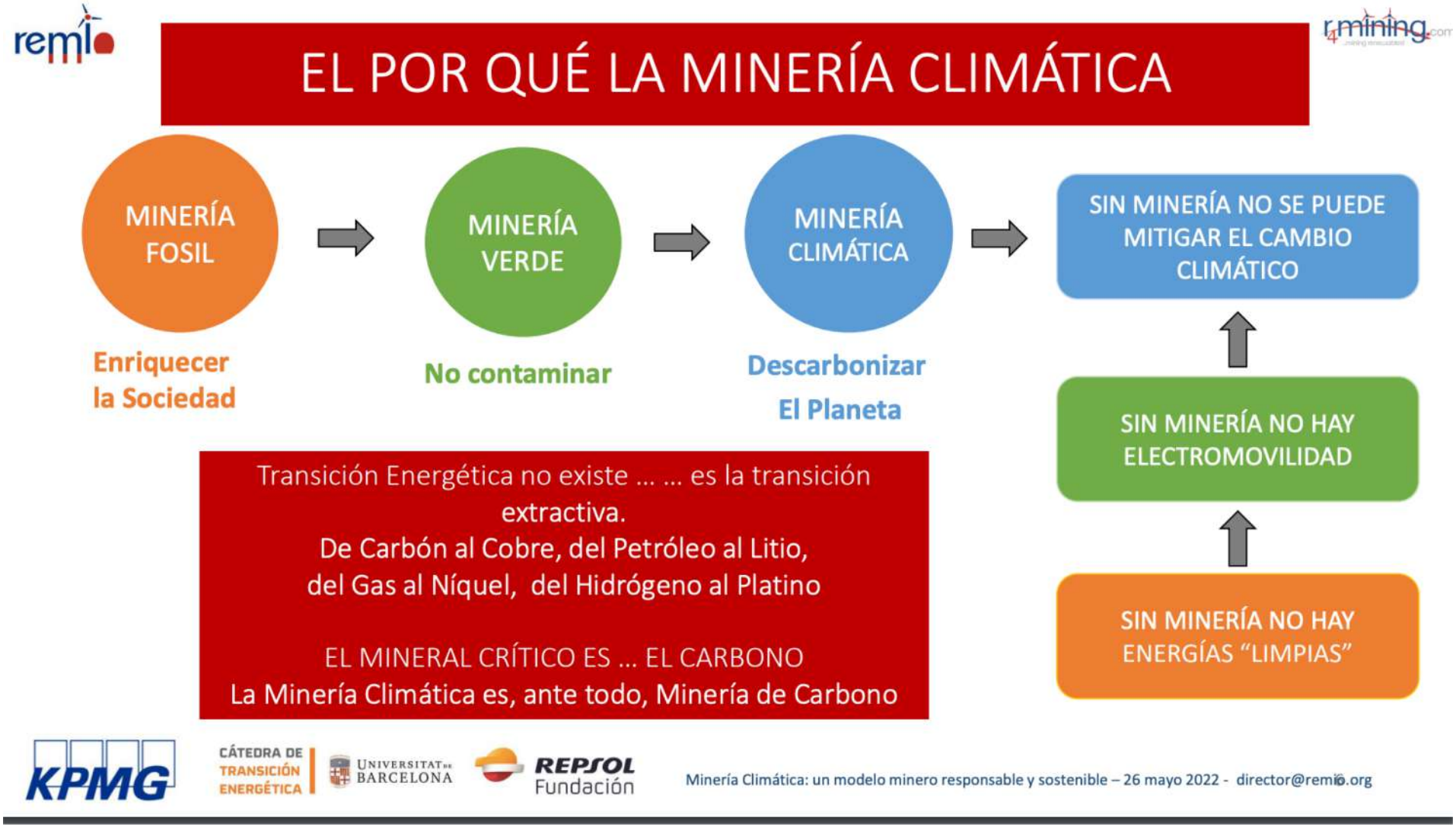
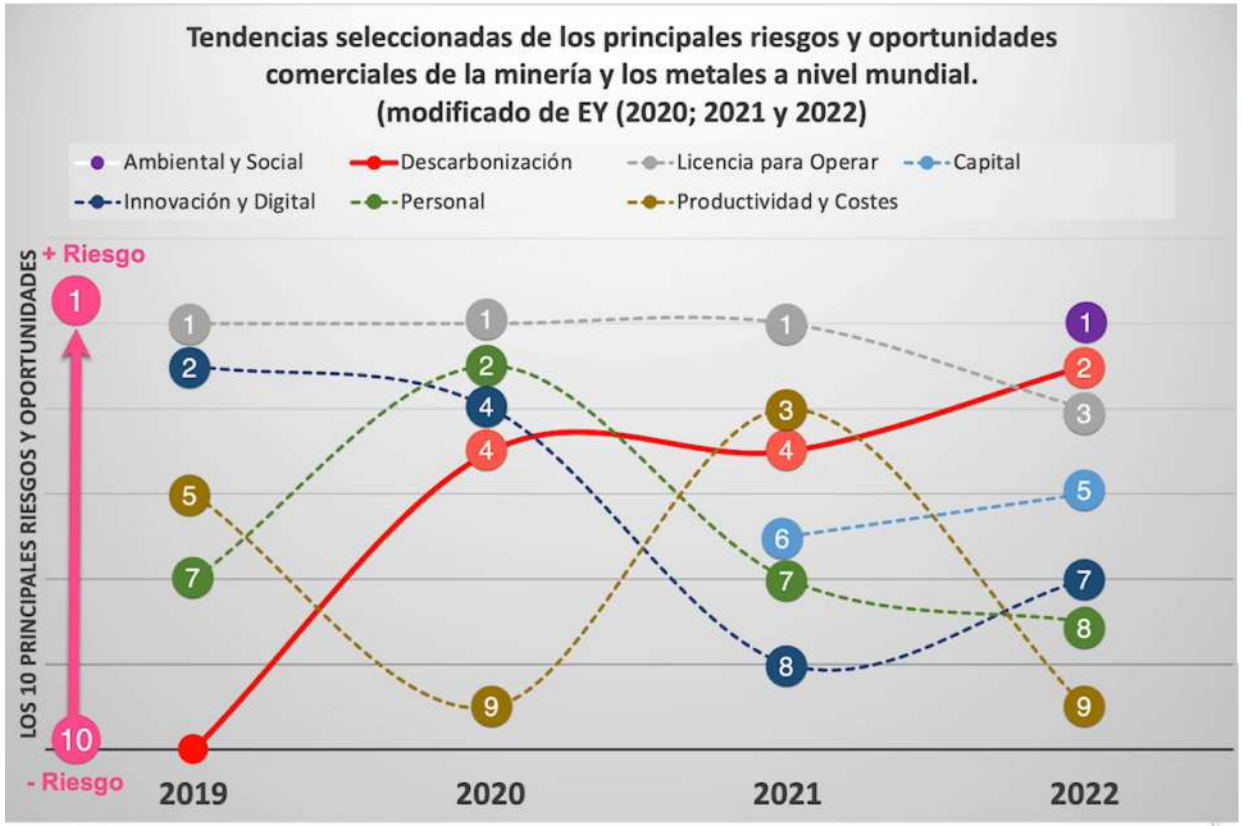


Imagen tomada de la presentación de Arnoldus van den Hurk, director de remio



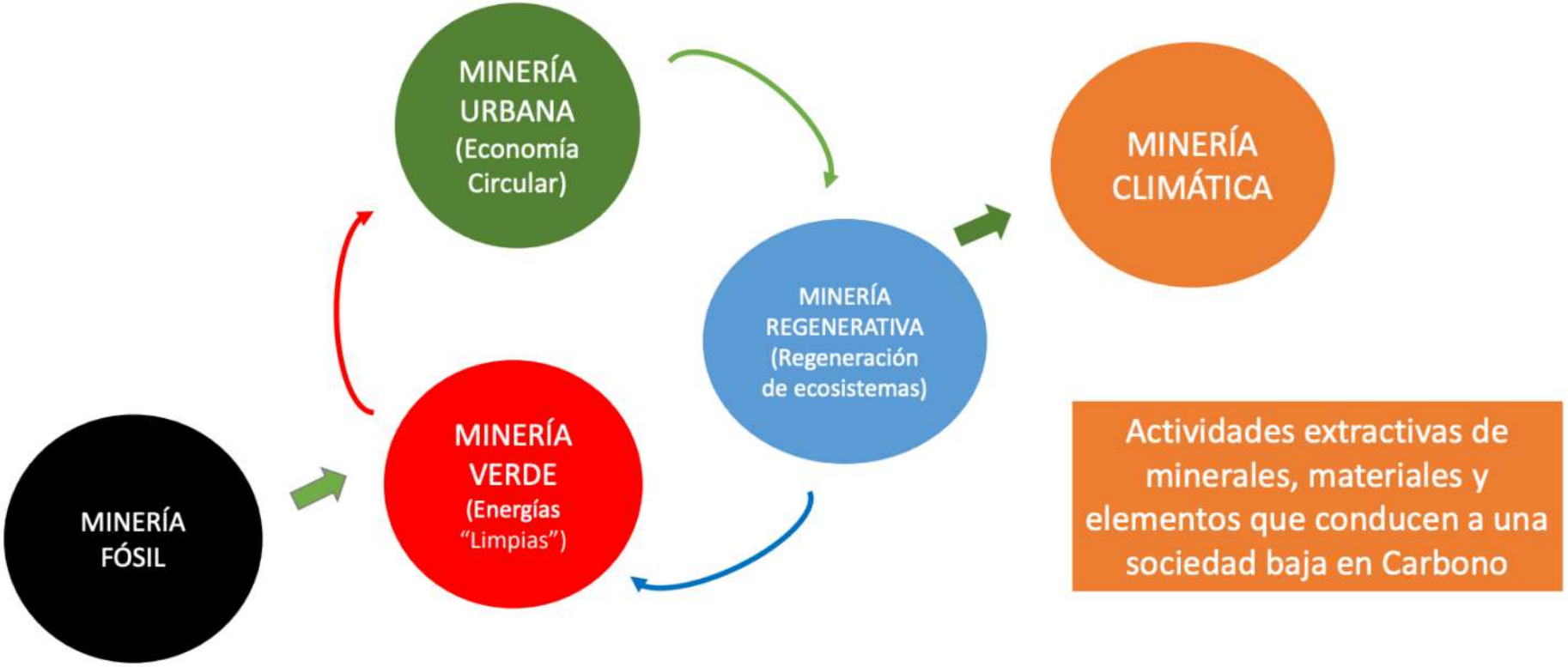
- **Minería Climática (Minería 3.0):** Acelera la transición a la sociedad baja en carbono con modelos social y ambientalmente sostenibles e innovadores, produciendo minerales responsables y transparentes. ESG Real.

Nuevos tiempos, nueva minería. La minería evoluciona según las necesidades de la sociedad de su tiempo, actualmente tenemos tres tipos de minería que responde de forma distinta a los retos.

- **Minería fósil (Minería 1.0):** Produce materias primas minerales con los más altos estándares de Seguridad, Calidad y Excelencia Operativa para el desarrollo socioeconómico de la Humanidad. Se soporta sobre el consumo de electricidad y combustibles fósiles. Sin ESG*.

- **Minería Verde (Minería 2.0):** Produce materias primas minerales de una forma sostenible y amigable con el medio ambiente con el fin de ayudar a proveer a una industria en transición energética. ESG Nominal.

LA EVOLUCIÓN DE LA MINERÍA
... La Minería del Cambio Climático



Actividades extractivas de minerales, materiales y elementos que conducen a una sociedad baja en Carbono

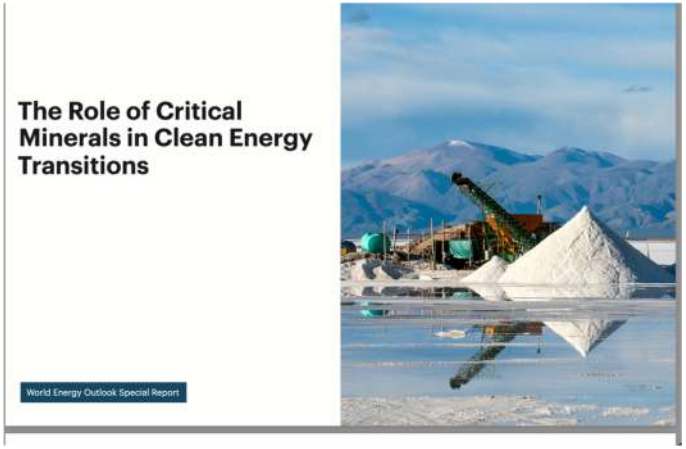
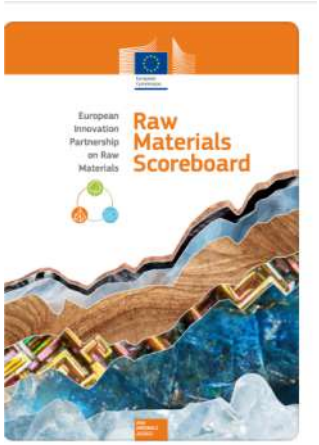
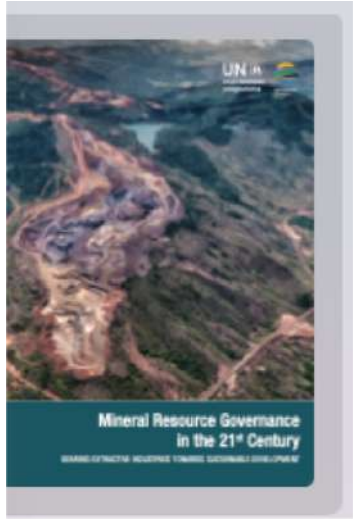
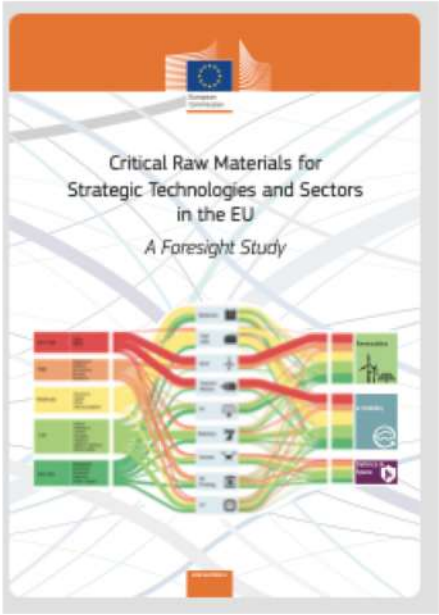
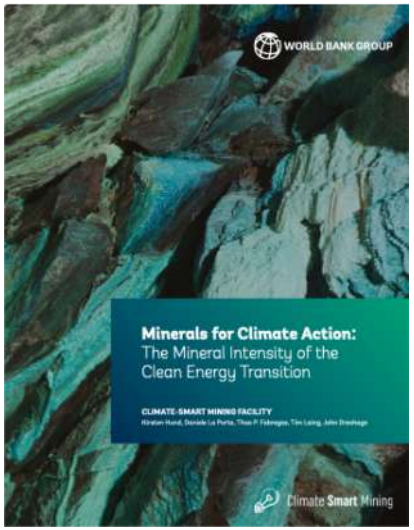
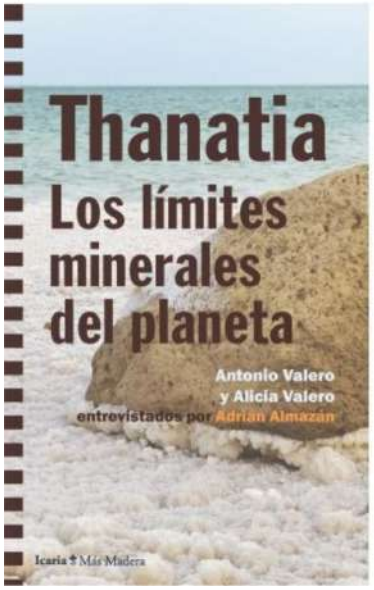
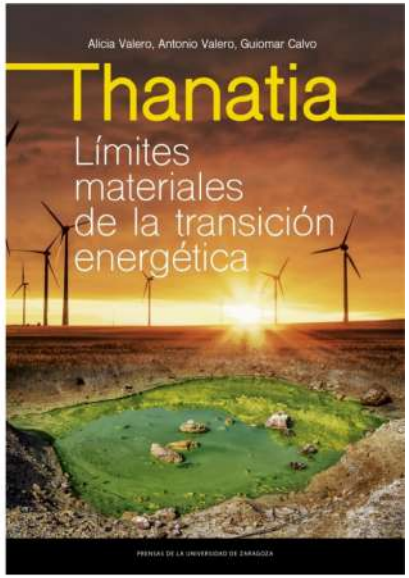
Conclusiones

Hemos expuesto que :

Los minerales son componentes esenciales de las nuevas tecnologías las cuales son Indispensables para la transición energética.

La transición, es una transición extractiva y requerirá una alta demanda de minerales

Los recursos minerales son finitos algunos desaparecerán a corto plazo

Hay que evolucionar de un patrón de crecimiento y consumo basado en el "comprar, usar y tirar"……a la Economía circular, reciclaje y de la minería fósil a la minería CLIMATICA

Monografías usadas y citadas