OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

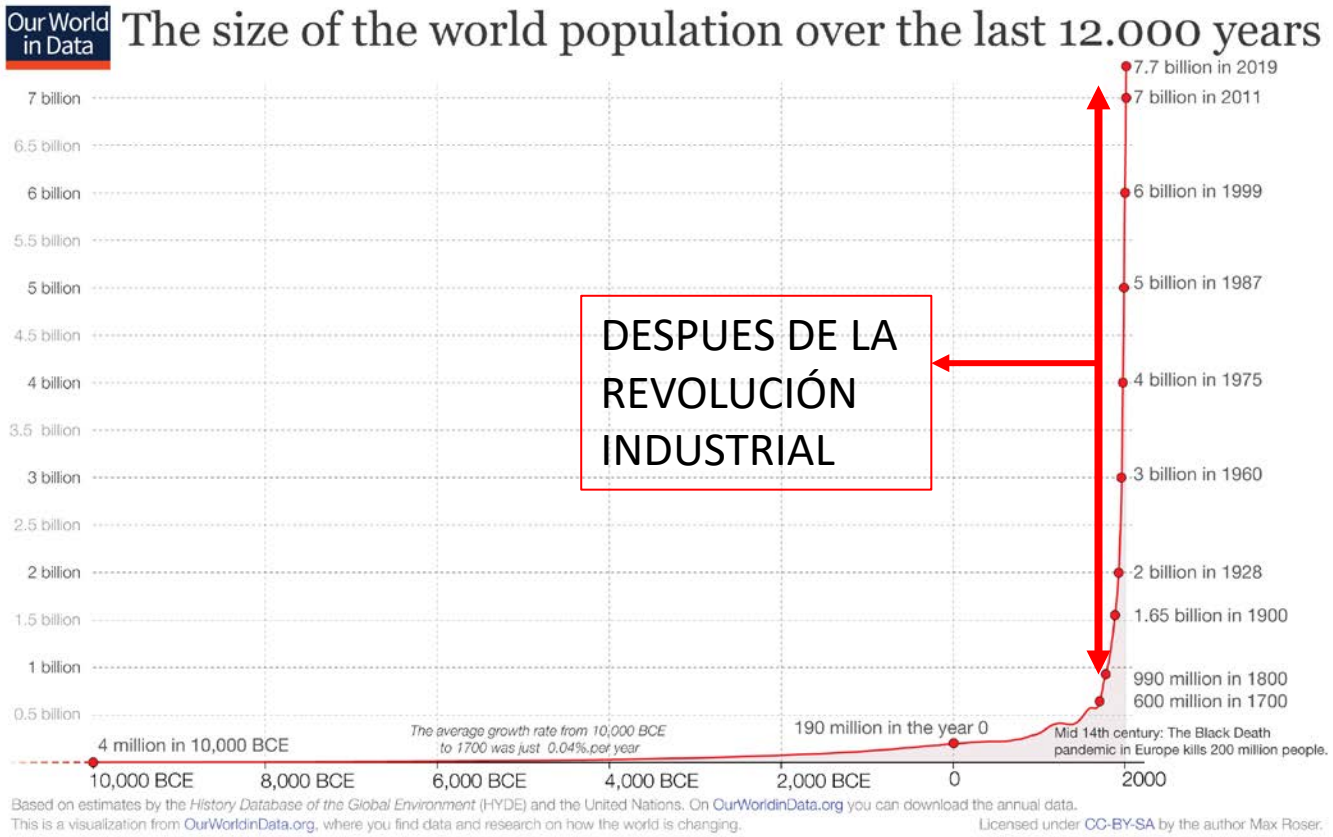
SISTEMAS ENERGÉTICOS Y TRANSICIÓN, UNA MIRADA DESDE LOS RECURSOS MINERALES Y ENERGÉTICOS

AMAT DAVID ZULUAGA GUERRA
Geólogo
MSc Petroleum and Gas Engineering

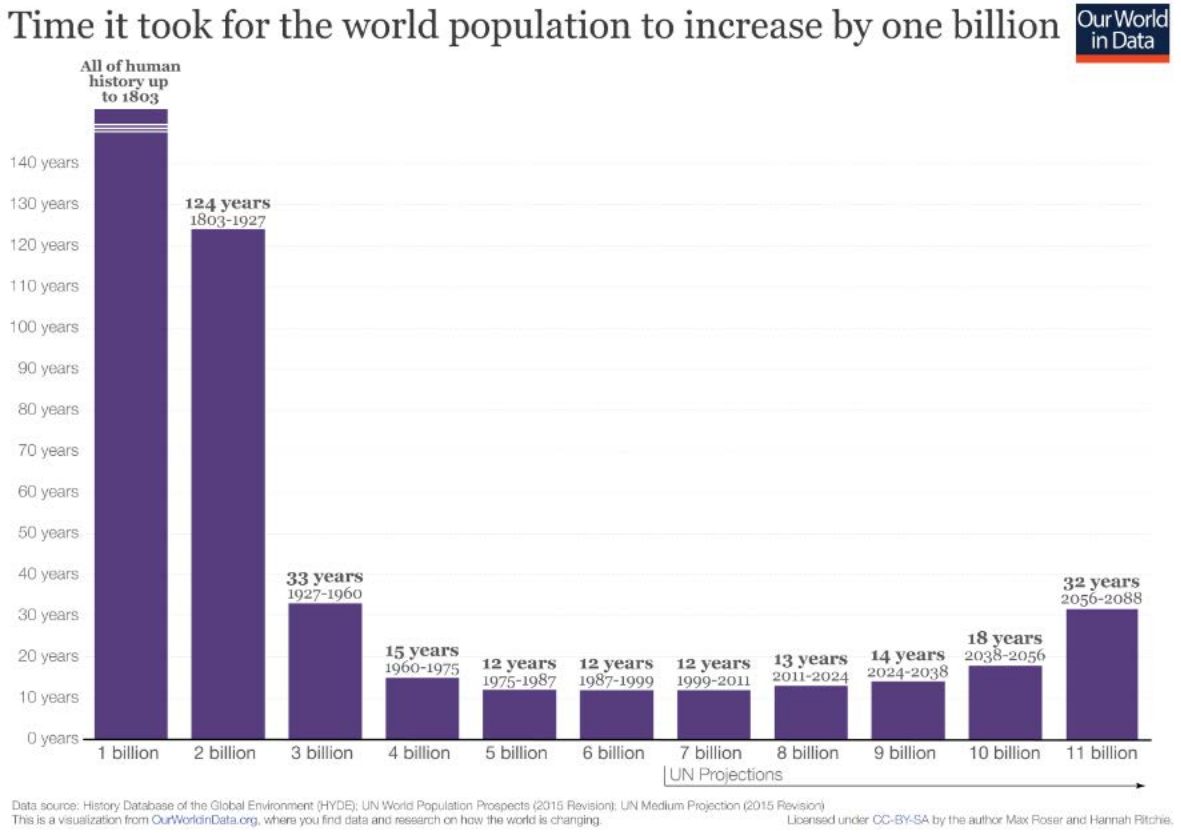
Dir. Observatorio de Transición Energética del Caribe OTEC
Profesor facultad de ingeniería Geológica U. Areandina

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

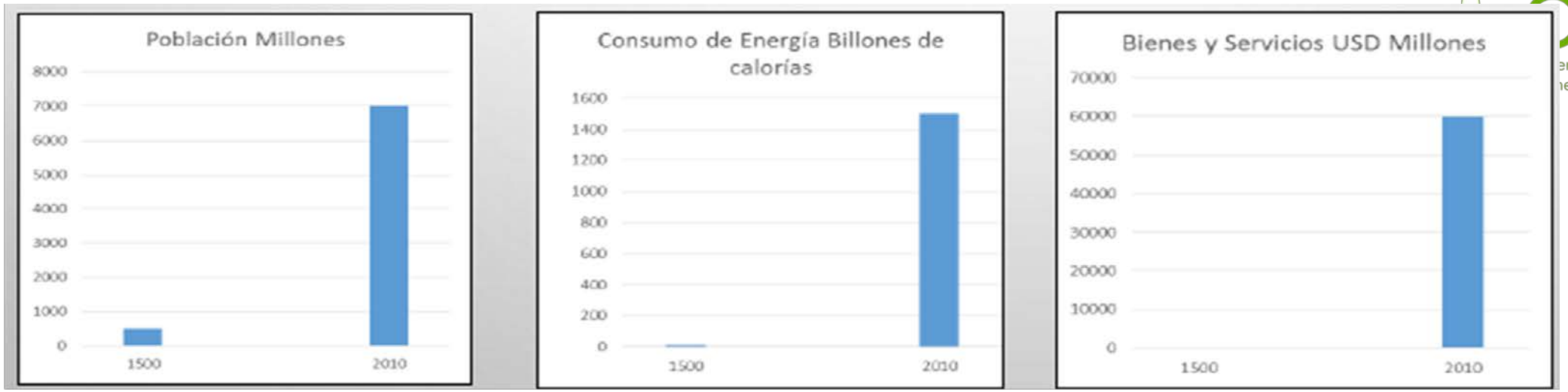
Problema demográfico



DESPUES DE LA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL



Problema demográfico



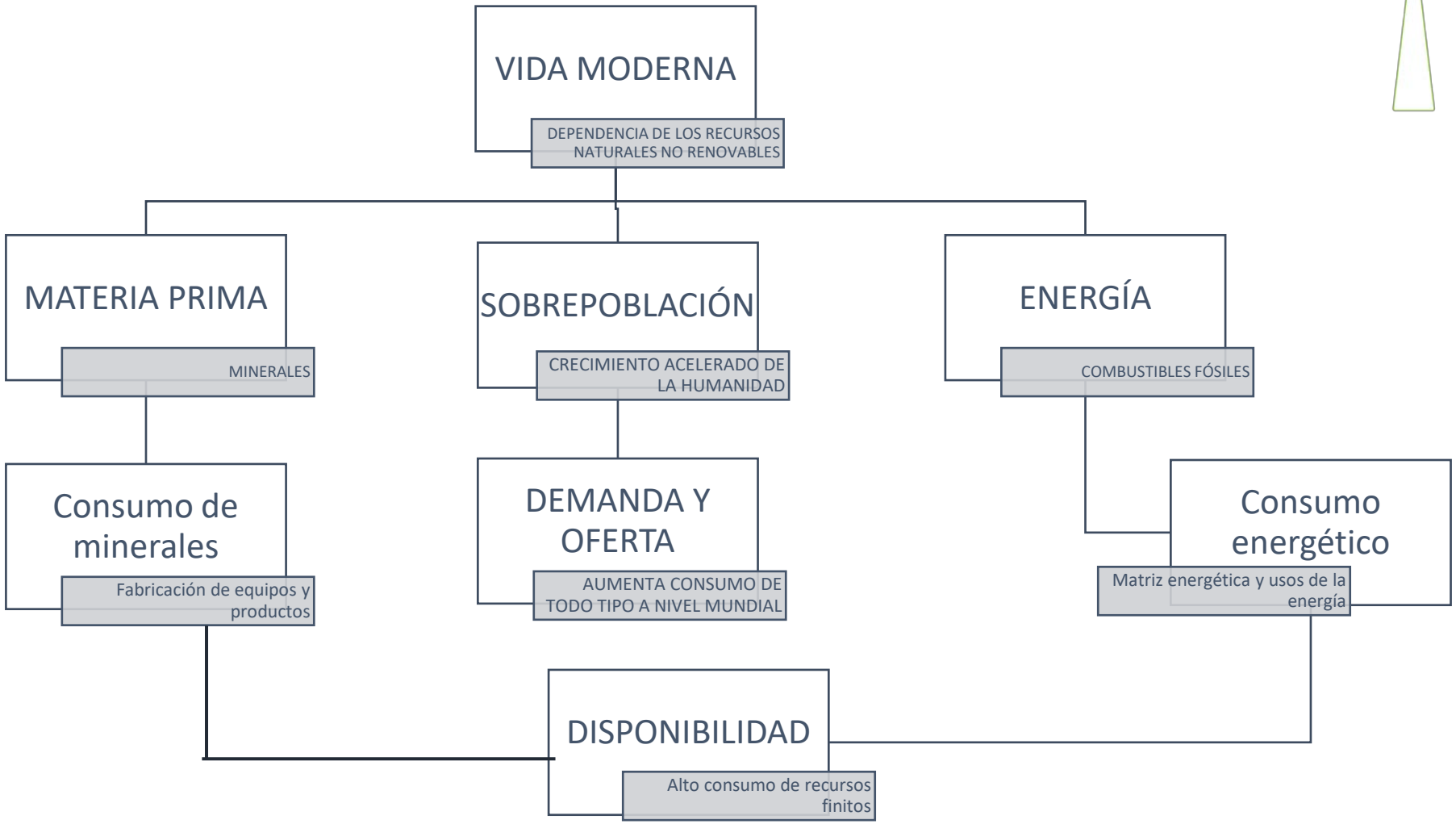
No solo crecemos como población.
En promedio, cada individuo demanda hoy 8 veces mas energía y 17 veces mas bienes y servicios que nuestros antecesores de la edad media.

Cifras del libro “De Animales a Dioses” de Yuval Noah Harari, generado por Victor Ramirez

OTEC
ervatorio de Transición
nergética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

En resumen la vida moderna



OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

01

Si los recursos naturales no se cultivan (renovables), entonces se deben **extraer del subsuelo**.

02

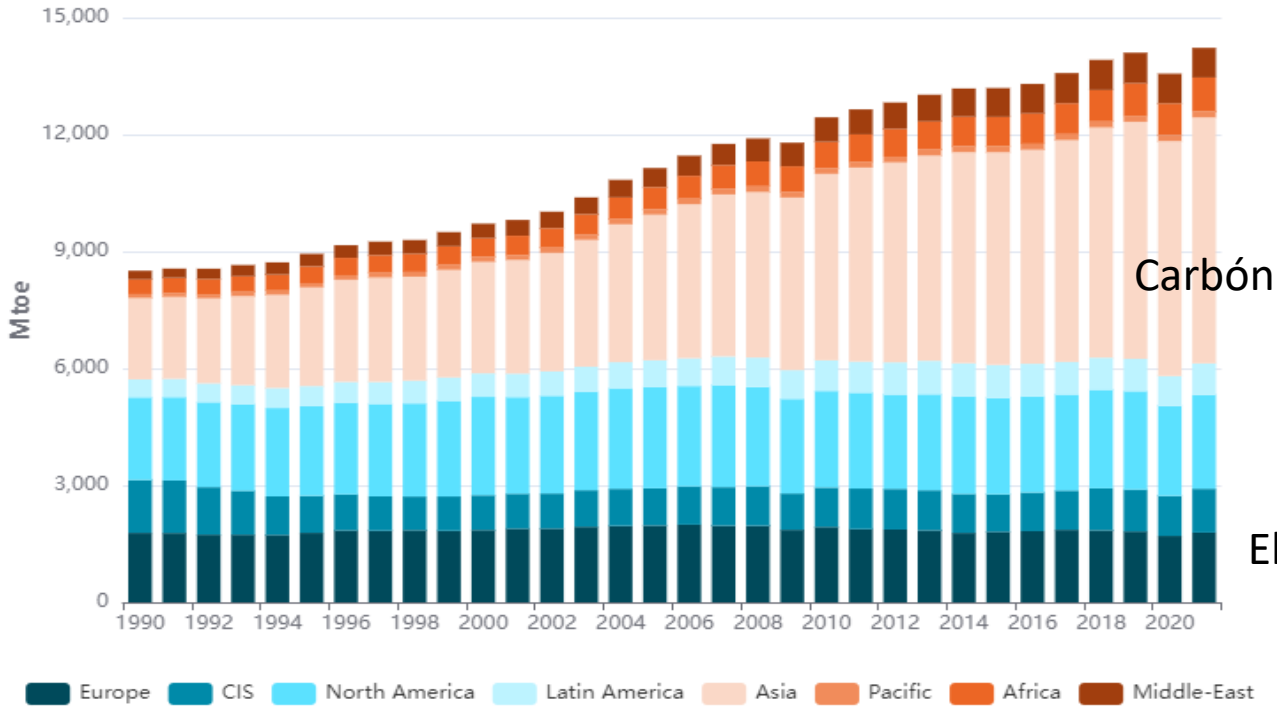
Lo que está en el subsuelo. **No es renovable**.

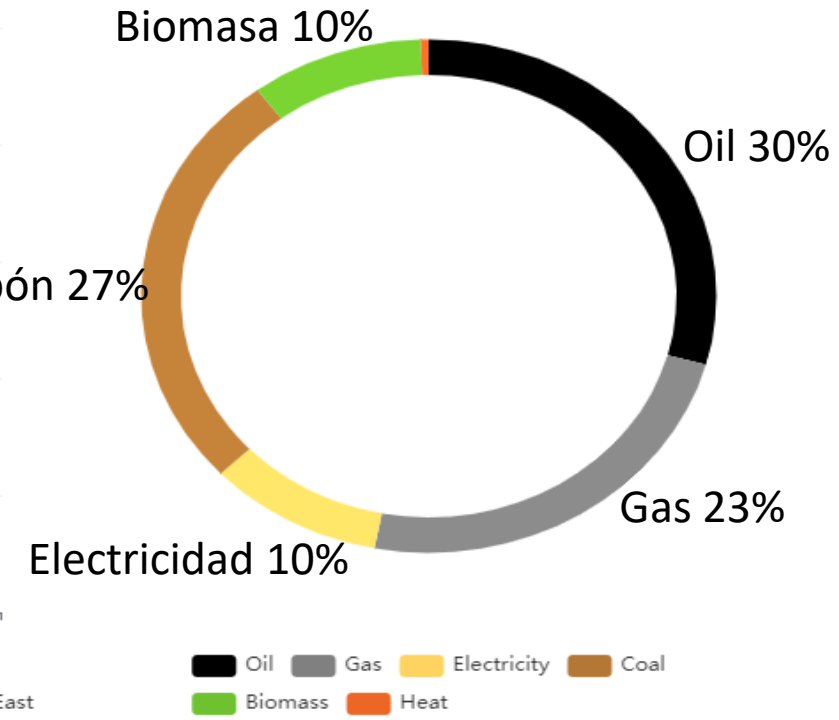
03

Empieza la importancia del conocimiento geológico

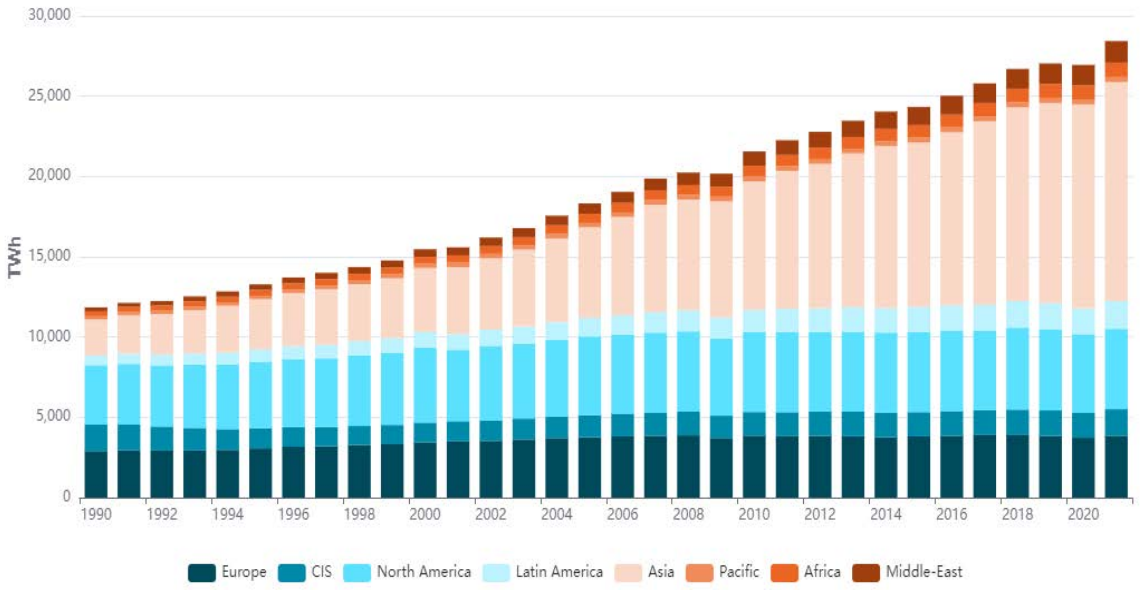
AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

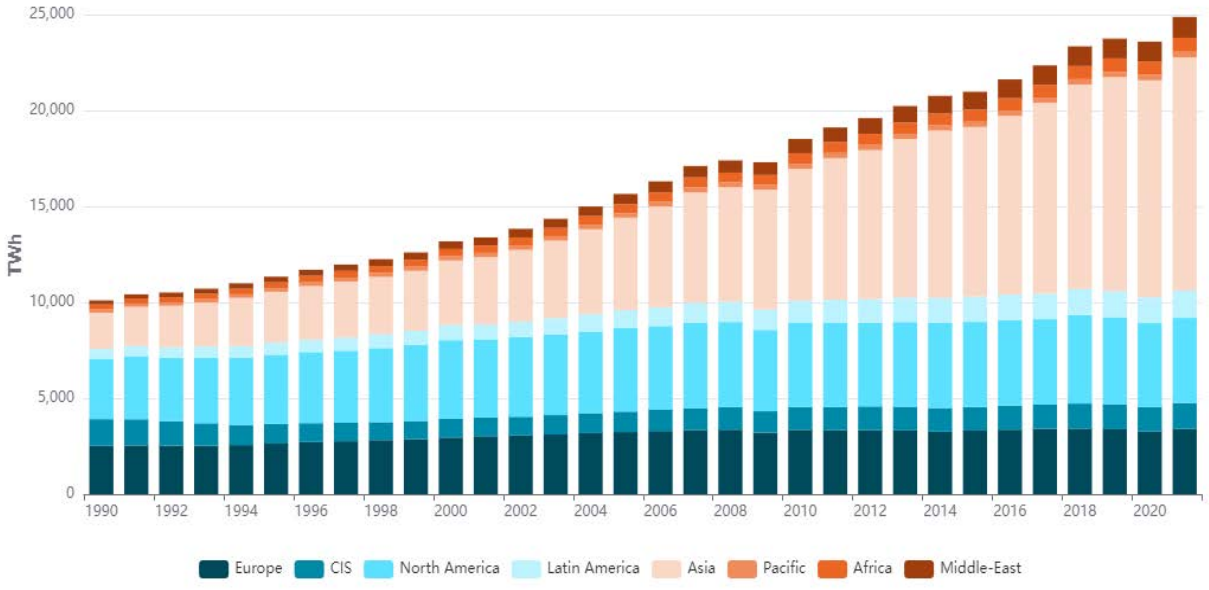
Consumo de energía mundial





Producción y consumo eléctrico

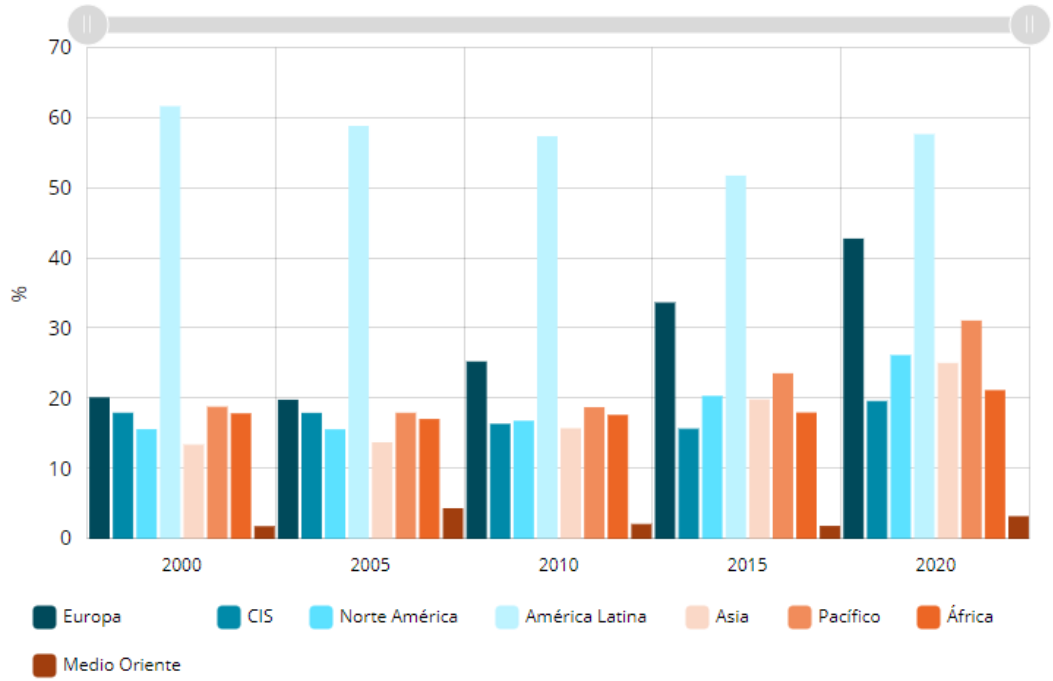




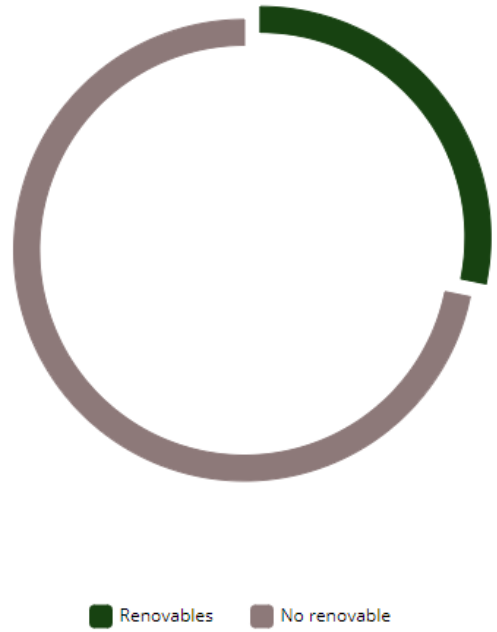
OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

Tendencia durante 1990 - 2020 - %

Comparar países



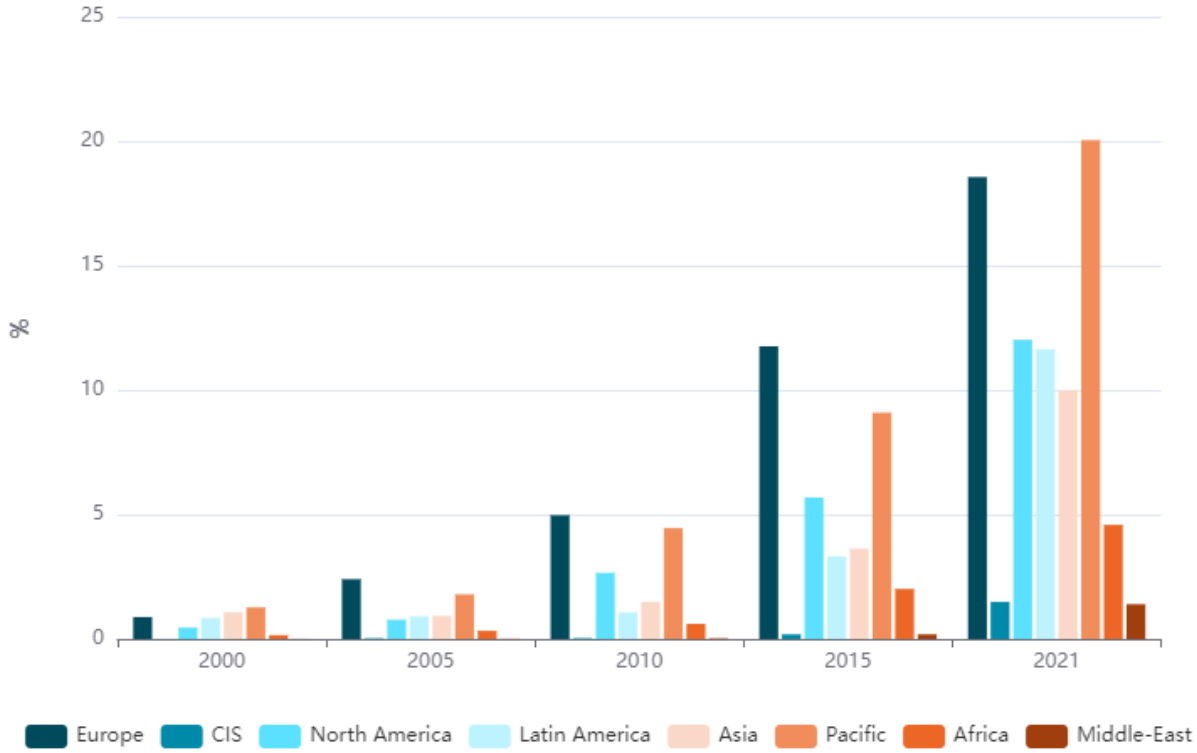
% de producción de electricidad (2020) - %

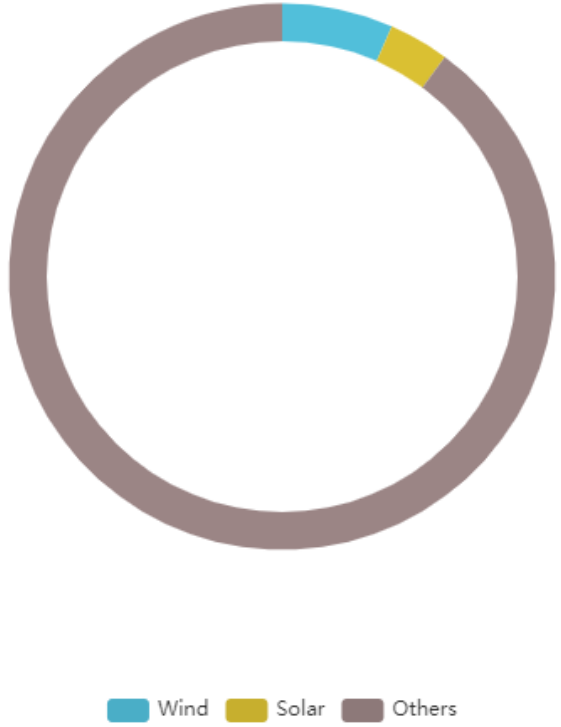


AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Solar y eólica en la electricidad

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe





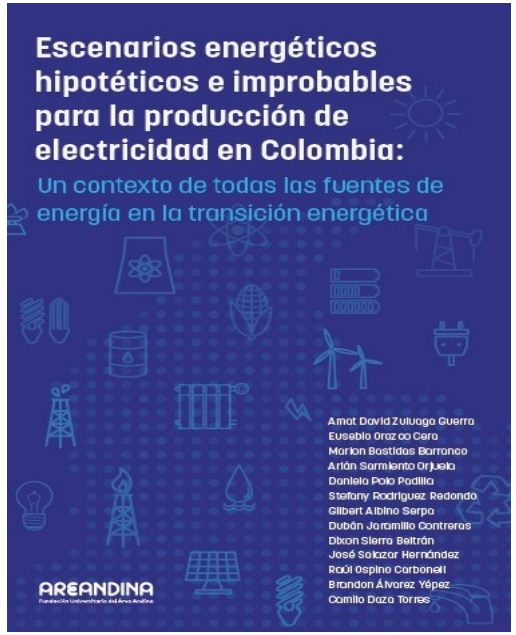
AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Capacidad de Producción de energía

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

La transición energética no se restringe al sol y al viento, sino que existen varios energéticos con la capacidad potencial de aportar significativamente a la matriz energética nacional. Por esta razón, cada energético debe ser evaluado desde su capacidad de generación, su confiabilidad, su sostenibilidad ambiental y sus costos.

Revisemos su capacidad de generación de energía



https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/5654

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Capacidad de Producción de energía

Requerimiento energético para la energía hidráulica comparado según la central de Ituango	
Cantidad de energía eléctrica anual que produce la central de Ituango (2021)	12.940 GWh
Centrales de Ituango necesarias para cubrir la demanda de energía anual	5,88 (76,08 TWh/año)

Requerimiento energético por medio de la geotermia con plantas de 50 MW	
Plantas requeridos en condiciones ideales (24 hrs de trabajo y 22.5% de eficiencia	770 plantas

Requerimiento energético por medio del gas natural	
Volúmen de gas natural para suplir la demanda eléctrica diaria	17.362.270 m3/día

Requerimiento energético para paneles solares fotovoltaicos Deep Blue 3.0 550 W	
Paneles requeridos en condiciones ideales	173.913.043,1
Área de ocupación en condiciones ideales	60.224,1 hectáreas

Requerimiento energético para turbina eólica marina WT10000dd/190 SeaTitan de 10 MW	
Aerogeneradores de 10 MW requeridos en condiciones ideales	2484
Área de ocupación en condiciones ideales	486.864 hectáreas

Requerimiento energético por medio del hidrógeno	
Cantidad de hidrógeno necesaria para suplir la demanda eléctrica nacional	1.948.718 toneladas de hidrógeno - año

Requerimiento energético por medio de la biomasa sólida	
Combustión directa Leña/briqueta/pellet	102.993 toneladas diarias

Capacidad de Producción de energía

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

Requerimiento energético para la energía mareomotriz	
Cantidad de turbinas en optimas condicionas trabajando 24 hrs para suplir la necesidad eléctrica diaria	8666 turbinas de 1000 kWh

Requerimiento energético para la energía undimotriz	
Cantidad de sistemas undimotrices en condiciones ideales, trabajando 24 hrs para suplir la necesidad eléctrica diaria	23.371 sistemas undimotrices

Requerimiento energético por medio del carbón	
Toneladas de carbón bituminoso para suplir la demanda eléctrica diaria	33.400 toneladas diarias

Requerimiento energético por medio de la biomasa líquida	
Biodiesel	48.000 toneladas
Bioetanol	124.800 toneladas

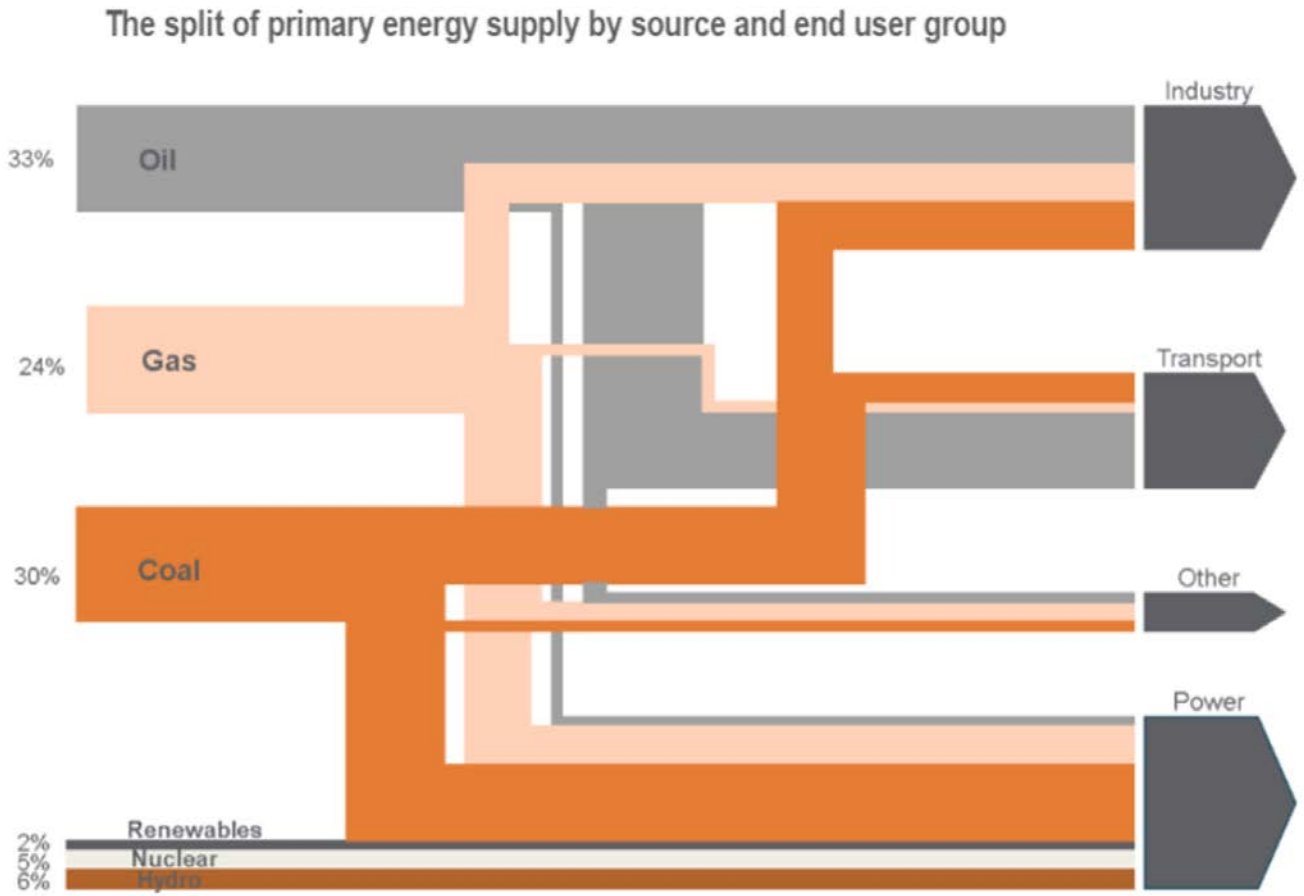
Requerimiento energético por medio del biogas	
Cantidad de biogás necesaria para suplir la necesidad eléctrica del país.	87.887.324 m3

Requerimiento energético por medio de la energía nuclear	
Cantidad de reactores nucleares necesarios para suplir la necesidad eléctrica del país.	12 reactores nucleares de 1000 MW
Área de ocupación de en condiciones ideales	30 – 39.6 km^2

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

¿Como cambia la matriz?

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe



Year	Fossil Fuels	Low-carbon energy (Renewables + Nuclear)	Renewables	Nuclear
1970	94%	6%	5.6%	0.4%
1980	91.6%	8.4%	6%	2.4%
1990	88%	12%	6.4%	5.6%
2000	87%	13%	7%	6%
2010	87%	13%	7.8%	5.2%
2019	84.3%	15.7%	11.4%	4.3%

Our World in Data

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

Finalmente, no existe un energético infalible; de allí la importancia de mantener una matriz energética diversa, que la transformación energética vaya de la mano con las características y potencialidades de cada región; es decir, un futuro energético quizás mas competitivo y que pueda generar desarrollo debe ir de la mano con matrices energéticas diferenciales para cada región del país, con fuentes de generación cerca de las zonas de consumo.

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Primer problema de los HC

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Segundo problema de los HC

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Soluciones al problema de los HC

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Estadísticas energéticas

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

- **Energía primaria creció a razón de 2.3% en 2022.**
- La generación eléctrica creció 2.5% en 2022.
- Consumo de carbón creció 1.4% en 2023. Es decir, 8530 millones de toneladas (récord mundial), y en 2024 nuevamente récord mundial con 8770 millones de toneladas, se prevé que seguirá batiendo récords hasta 2027.
- Demanda de petróleo aumentó 2.6% en 2023 y 0.6% a 2024. esto es pasamos de 90.57 MMBPD en 2022 a 102.2 MMBPD en 2023 y a 102.8 MMBPD en 2024.
- Energía renovable excluyendo hidroeléctricas creció 9% in 2022.
- Demanda de gas natural creció 1.3 % en 2022. Países como China e India crecieron en 7.1% y 11% respectivamente.
- **Emisiones de CO2 a la atmosfera creció 2.5% en 2022.**
- China se mantiene como él país con mayor potencia instalada renovable anualmente (40% de los nuevos ingresos de energía renovable)

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Estadísticas energéticas

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

A 2022, el mundo consumió en energía total 607 Exajoules y a 2023, consumió 620 exajoules, es decir, 13 más que el año anterior,

Si este crecimiento lo convertimos a electricidad, sería equivalente a 3.611.111 GWh de energía producida adicionalmente cada año en el mundo.

Colombia consumió en el 2023 80.000 GWh en electricidad, es decir, al año nuestro crecimiento energético es como si instaláramos 45 nuevas Colombias en electricidad para el mundo.

Si producimos esa energía con parques solares, necesitábamos ingresar a nivel mundial en el 2023, 2.061 GWp nueva instalada.

En ese mismo año en el mundo ingresaron 473 GWp entre solar y eólica, eso es el 22% de lo necesario solo para suplir el adicional de energía que la humanidad consume anualmente

De allí la razón de por qué aún la demanda de combustibles fósiles sigue en aumento.

Estadísticas energéticas

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

No solo debemos suplir la necesidad del aumento del consumo cada año, sino también, lo que ya producimos con combustibles fósiles que es aproximadamente el 72% del consumo mundial.

Eso significa que debo poner en el sistema mundial 100.390 GWp entre solar y eólica, además de electrificar el transporte, la industria y las zonas rurales.

Incluso si lo dividimos en 25 años de aquí a 2050, requeriríamos 4.000 GWp anualmente más 2.100 del incremento del consumo mundial.

Esto es una tarea casi imposible de cumplir, sabiendo que las adiciones no superan el 7.7% de lo que realmente se necesitaría al año.

Peor aún, si le adicionamos el limite que tiene el planeta con respecto a los minerales que se requieren para construir toda esta infraestructura.

Resúmen consumo energético y huella superficie

Material	Necesidad mineral en el mundo en escenarios de transición (toneladas)	Combustible total para operación minera (solo caminones y cargadores (galones)	Remoción de roca esteril para la minería en escenario de transición (toneladas)
Cobre	27,020,755	974,344,466	3,860,107,857
Disprosio	18,234	200,109	792,783
Hierro	58,947,300	19,838,815	78,596,400
Manganeso	2,370,270	2,301,111	9,116,423
Molibdeno	326,249	304,999,065	1,208,329,630
Neodimio	143,708	1,066,878,864	4,226,705,882
Níquel	1,154,040	17,870,897	70,800,000
Boro	3,029	38,228,069	151,450,000
Praseodimio	23,721	199,584	790,700
Aluminio	34,953,300	21,006,417	83,222,143
Terbio	4,238	26,743	105,950
Zinc	16,508,250	43,908,430	173,954,162
Plata	18,000	48,770,377	193,215,973
Sílice	205,312,500	52,666,369	208,650,915
TOTAL	**346,901,163**	**2,596,419,121**	**10,286,359,906**

Tabla 1: Cantidad de minerales necesarios cada año para construir la infraestructura renovable durante 25 años para lograr el NetZero (los cálculos se han realizado se acuerdo a los datos de consumo mineral por GW instalado publicados por Carrara et, al. (2020); Felipe-Andreu, Valero & Valero (2022); Valero et, al. (2018); Deetman (2021)).

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Consumo energético Fósil en las energías "Renovables"

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

4. Raw materials for metallurgical-grade silicon

Raw materials for one ton (t) MG-Si (Kato, et. al) [37]

- Quartz 2.4 t
- Coal 550 kg
- Oil coke 200 kg
- Charcoal 600 kg
- Woodchip 300 kg

Raw materials for one ton (t) MG-Si (Globe) [3]

- Quartz 2.8 t
- Coal 1.4 t
- Woodchips 2.4 t

For 110,000 tpy (tons per year) MG-Si (Thorsil) [1]

- Quartz 310,000 tpy
- Coal, coke and anodes 195,000 tpy
- Wood 185,000 tpy
- Total 380,000 tpy

Separar el oxigeno del Silice con Carbono, generando CO2.

1225 toneladas de carbón por tonelada de polysilicon

A polysilicon plant consumes ~1.6 - 6 t of incoming mg-Si, and requires at least **175 MWh** (or more) of **additional electricity** per ton of polysilicon produced - **about 10 times the energy already used for smelting** each ton of mg silicon from ore. [11] After the

This process requires several days, and uninterrupted power. An ingot/wafer/cell plant can use more than 100 MWh additional energy per ton of incoming polysilicon, about 6 times as much as the original smelting of the silicon from ore. After slow cooling,

700 toneladas de carbón por tonelada de wafer

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Consumo energético Fósil en las energías "Renovables"

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

CONSUMO ENERGÉTICO MINERÍA NIQUEL		
ITEM	Unitario por tonelada	TOTAL consumo anual
Carbón ton/por ton de mineral	0.06	180,000
Gas m3/por ton de mineral	55	165,000,000
Electricidad KWh/ por ton de mineral	420	1,260,000,000
Cantidad de galones ACPM consumidos en 2021		3,837,288
Procentaje del consumo de energía eléctrica del país		1.6
CANTIDAD MINERAL PROCESADO ANUAL EN TONELADAS	3,000,000	

CONSUMO ANUAL / OPERACIÓN MINERA	
TIPO DE CONSUMO	TOTAL GALLONES/AÑO
Generación de energía	2,269,973
Consumos varios/pequeñas maquinas	1,664,057
Operación minera 1/	50,621,711
Operación minera 2/	20,553,851
Operación minera 3/	3,377,510
Servicios mineros	248,397
Transporte tren	5,816,195
Actividades de puerto	762,344
TOTAL CONSUMO 1 EMPRESA MINERA	85,314,038
Consumo TOTAL COLOMBIA ACPM año	5,136,000,000
CONSUMO TOTAL EN % 1 EMPRESA MINERA	1.6 % de ACPM DEL PAIS

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

¿Que es la transición energética?

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

La hemos concebido como la generación de energía a partir de nuevas fuentes renovables, que nos permitirán prescindir de los combustibles fósiles y así reducir las emisiones de GHG.

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Que tan fácil es la transición energética

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

La hemos estado mirando del panel hacia adelante y no del panel hacia atrás.

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Eficiencia de los sistemas energéticos

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

VS

Eficiencia Energética

Eficiencia Mineral

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

El mundo de los minerales

El Informe de Riesgos Globales introduce el concepto de una posible “polycrisis” – una convergencia de riesgos ambientales, geopolíticos y socioeconómicos interconectados relacionados con la oferta y demanda de recursos naturales.

Como era de esperarse, la geopolítica y el cambio climático se han destacado como fuerzas impulsoras para la industria minera y de metales y sus cadenas de valor globales. El imperativo de una transición energética ha acelerado la doble demanda de aumento de producción y desempeño sostenible.

La "transición energética" implica un cambio de la dependencia de los combustibles fósiles convencionales hacia una infraestructura energética más limpia, lo que requiere materiales críticos.

Crear una nueva economía energética a través de la energía renovable y la electrificación requerirá aumentos masivos en la producción de minerales

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

El mundo de los minerales

Se espera que la demanda de cobre casi se duplique de 25 millones de toneladas hoy a aproximadamente 50 millones de toneladas para 2035 con el fin de desplegar las tecnologías necesarias para alcanzar los objetivos de cero emisiones netas para 2050. Basándose en las tendencias actuales de producción de cobre, se prevé que la oferta de cobre será insuficiente para satisfacer la demanda por 10 millones de toneladas para 2035, y para 2050, el mundo solo estará produciendo el 20% del cobre necesario para cumplir con los objetivos climáticos de cero emisiones netas. Para cerrar esta brecha se requerirán significativamente más minas de cobre, instalaciones de reciclaje y procesos de lixiviación de cobre mejorados

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

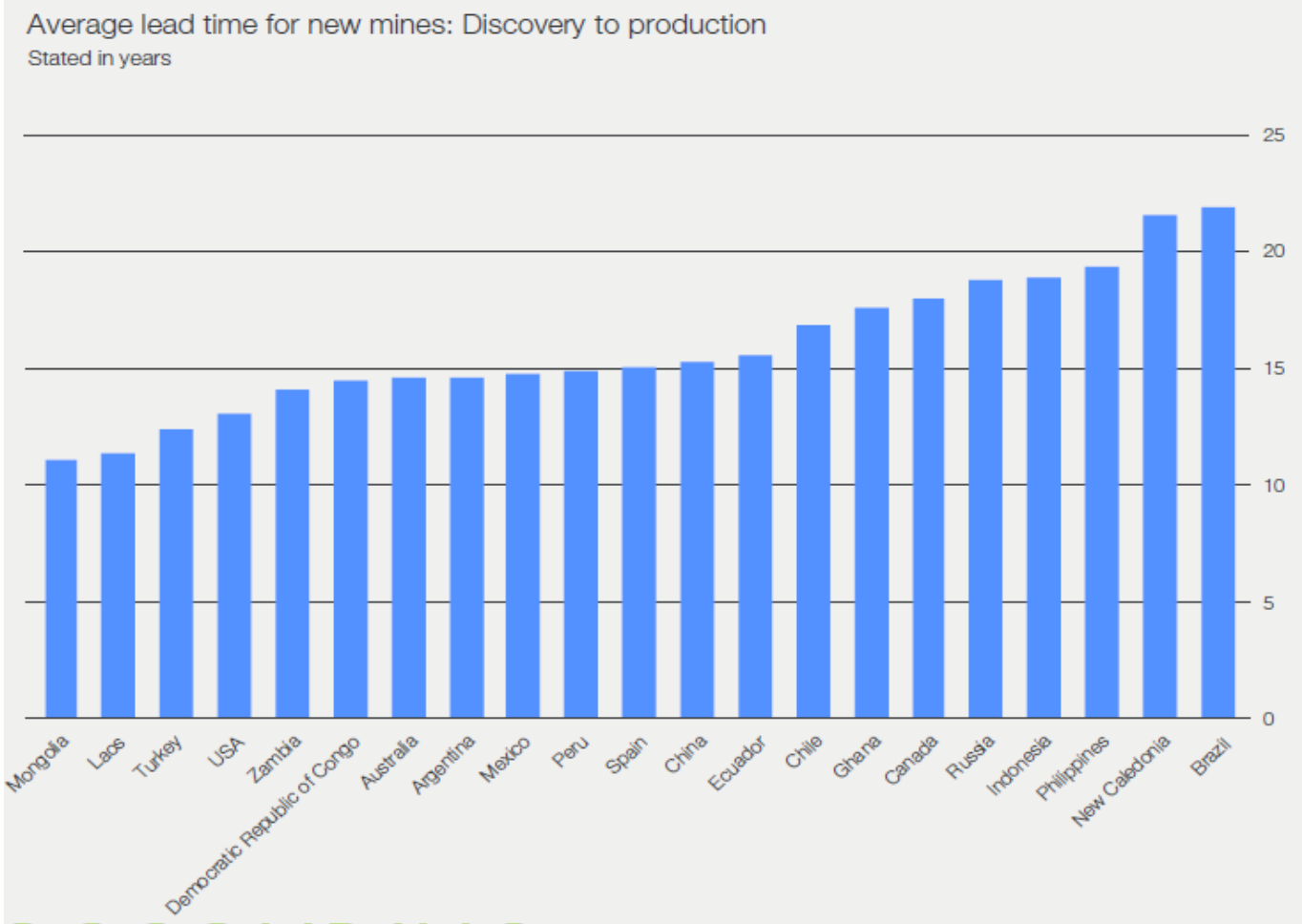
El mundo de los minerales

Se espera que la demanda de litio aumente cinco veces para el año 2035, principalmente debido a la electrificación de vehículos ligeros. Las operaciones actuales solo satisfarán el 7% de esta demanda, y entre los proyectos para cubrir el suministro restante, alrededor del 20% dependerá de tecnologías no probadas.

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

El mundo de los minerales

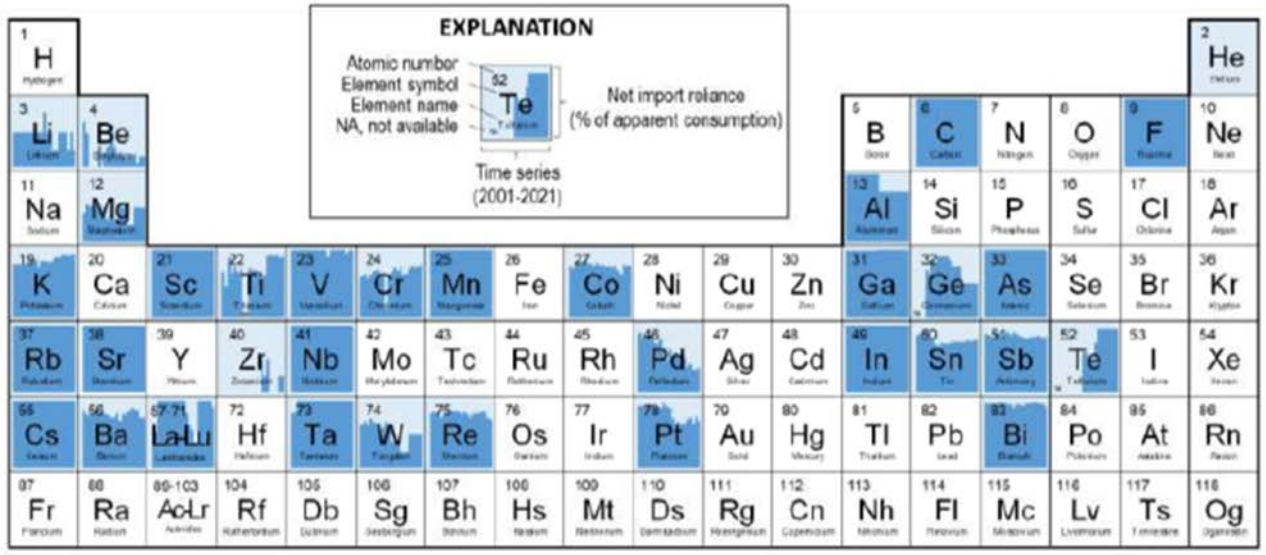


Un proyecto minero promedio ahora es un 30% más pequeño, tarda un 15% más en llegar al mercado que hace una década y, cada vez más, requiere operar en jurisdicciones con desafíos socioeconómicos.

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

El mundo de los minerales



For elements of the periodic table associated with mineral commodities identified as critical in 2018 (83 FR 23295), the figure displays the U.S. net import reliance (NIR) as a percent of apparent consumption from 2001 through 2021. Barite is listed under barium (Ba). Bauxite is listed under aluminum (Al). Fluorspar is listed under fluorine (F). Graphite (natural) is listed under carbon (C). Potash is listed under potassium (K). Rare earths are listed under lanthanides (La–Lu). Net import reliance data are not available (NA) for hafnium for 2001 through 2021, germanium prior to 2004, tellurium prior to 2010, and titanium for 2008 and 2009. For certain years, the NIR for barite, bauxite, germanium, lithium, magnesium, rare earths, tellurium, tungsten, and zirconium are rounded to avoid disclosing company proprietary data.

Normalmente solo vemos 10 minerales críticos o estratégicos. Son muchos los elementos que acompañan las nuevas tecnología energéticas

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Minerales estratégicos y sus usos

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

Litio: Esencial para baterías de vehículos eléctricos y almacenamiento de energía. Su demanda está creciendo rápidamente con la transición hacia energías limpias.

Níquel: Fundamental para baterías, especialmente aquellas con alta densidad energética para vehículos eléctricos y almacenamiento estacionario de energía.

Cobalto: Clave para la estabilidad y capacidad de las baterías de iones de litio, aunque su extracción está asociada con preocupaciones éticas y ambientales, especialmente en la República Democrática del Congo.

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Minerales estratégicos y sus usos

Grafeno: Material revolucionario con extraordinaria conductividad eléctrica y mecánica, prometedor para electrónica, materiales compuestos y aplicaciones energéticas.

Tierras raras: Grupo de 17 elementos vitales para imanes permanentes en turbinas eólicas y vehículos eléctricos, electrónica, iluminación, y tecnologías de defensa. Su procesamiento es complejo y ambientalmente desafiante.

Indio y galio: Importantes en semiconductores, fotovoltaicos, y tecnologías de pantalla. El indio es clave para las pantallas táctiles, mientras que el galio se usa en circuitos integrados y células solares.

Tantalio: Esencial para componentes electrónicos como condensadores en dispositivos portátiles y computadoras, debido a su alta resistencia al calor y la corrosión.

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

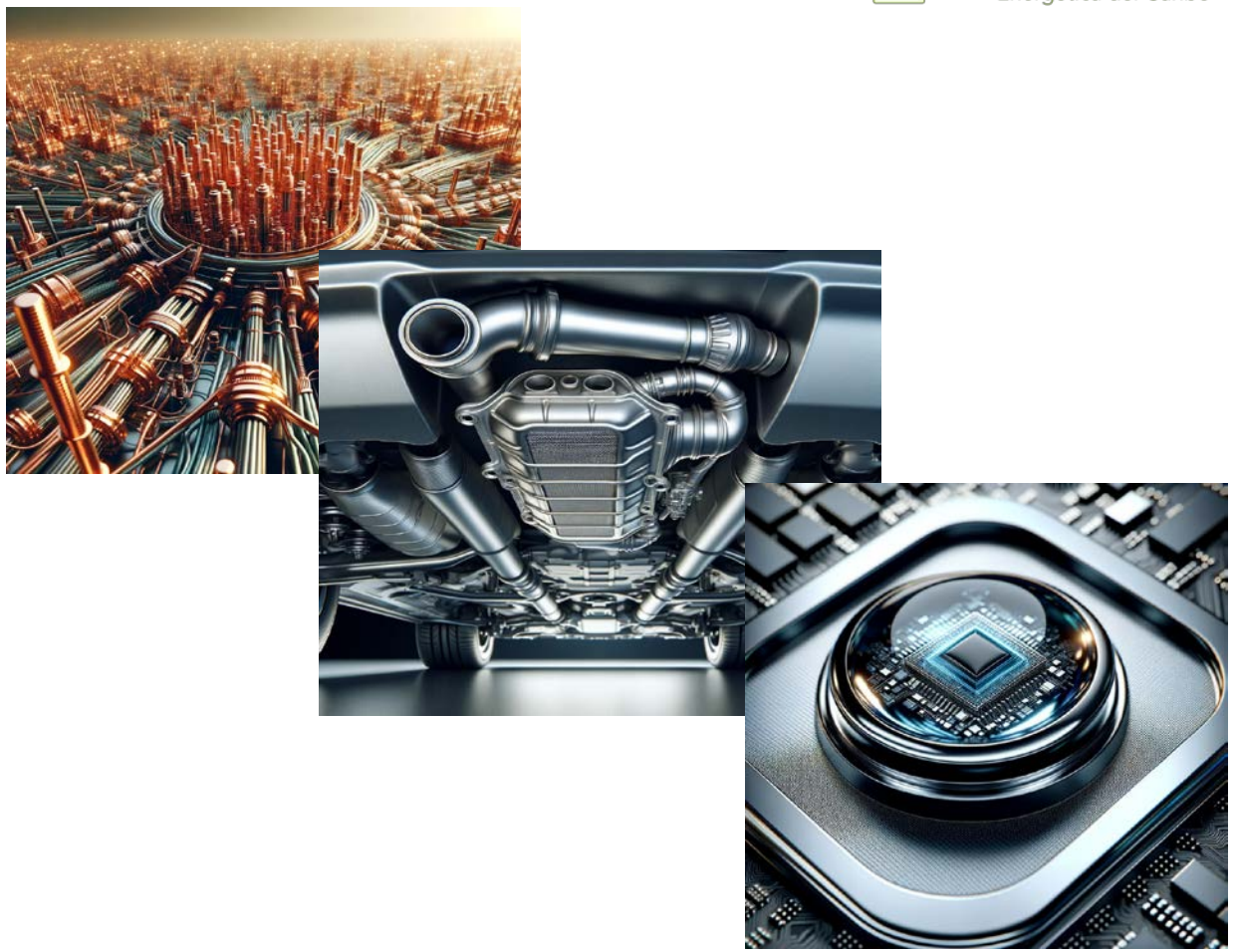
Minerales estratégicos y sus usos

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

Cobre: Imprescindible para la infraestructura eléctrica, vehículos eléctricos, y electrónica debido a su alta conductividad.

Platino y paladio: Cruciales para catalizadores en la reducción de emisiones vehiculares y en varias aplicaciones industriales y de joyería.

Germanio: Usado en fibra óptica, electrónica, y como catalizador. Es vital para las telecomunicaciones y la tecnología infrarroja.



AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

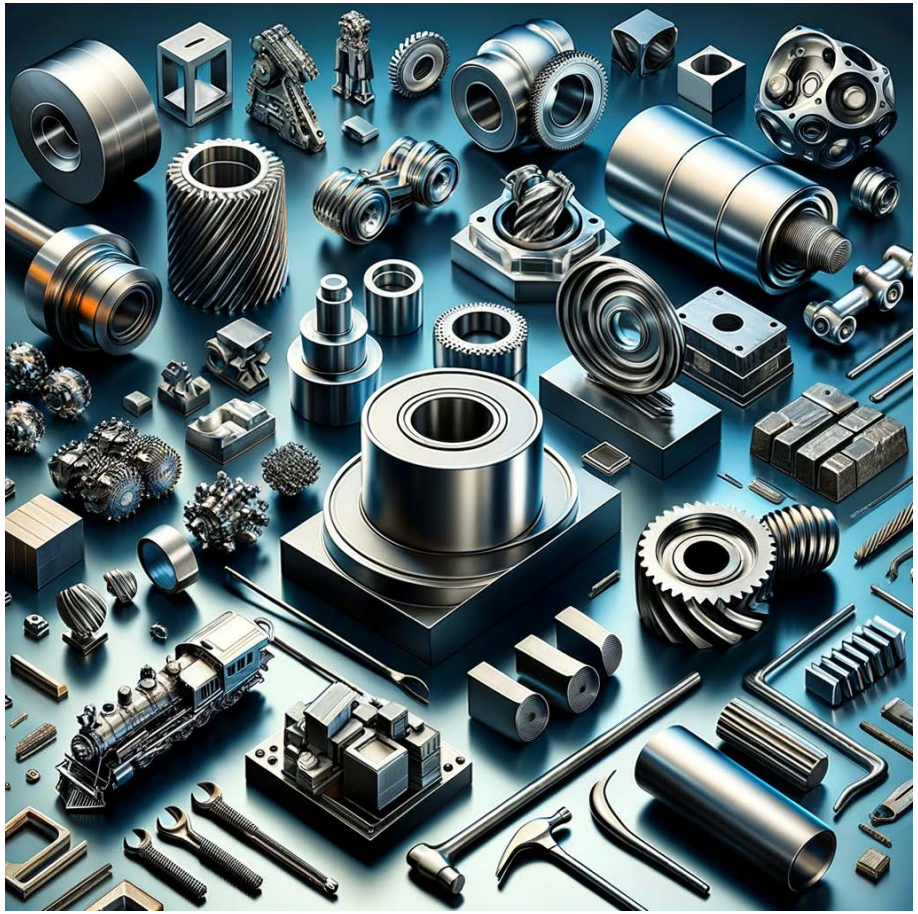
Minerales estratégicos y sus usos

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

Molibdeno: Utilizado en aceros de alta resistencia, catalizadores, y para mejorar la resistencia a la corrosión en aleaciones.

Vanadio: Clave para la producción de acero de alta resistencia y aleaciones, y prometedor en tecnologías de almacenamiento de energía como las baterías de flujo redox.

Manganeso: Importante en la producción de acero y baterías de iones de litio. Es crucial para mejorar la dureza y resistencia del acero.



AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Minerales estratégicos y sus usos

Antimonio: Utilizado en retardantes de llama, aleaciones de plomo, y en productos químicos y electrónicos. Es crucial para la fabricación de baterías, semiconductores y productos de soldadura.

Berilio: Esencial en la fabricación de aleaciones ligeras y de alta resistencia para aeronaves y vehículos espaciales, así como en la industria nuclear y en la fabricación de componentes electrónicos y ópticos debido a su alta conductividad térmica y rigidez.

Hafnio: Utilizado en superaleaciones para aplicaciones aeroespaciales y como controlador de neutrones en barras de combustible nuclear. También juega un papel crucial en la fabricación de chips semiconductores.

Minerales estratégicos y sus usos

Cromo: Utilizado para mejorar la resistencia a la corrosión y el acabado decorativo en aceros inoxidables, además de ser un componente importante en la fabricación de superaleaciones.

Flúor: Esencial en la producción de refrigerantes, propulsores de aerosoles, y en la industria química para la fabricación de plásticos de alto rendimiento como el politetrafluoroetileno (PTFE o Teflon).

Magnesio: Ligero y fuerte, se utiliza en aleaciones para componentes de automóviles y aeronaves, herramientas y electrónica portátil. También es esencial en la producción de metales a partir de sus óxidos.

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe
AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Minerales estratégicos y sus usos

Niobio: Crítico para la producción de aceros de alta resistencia utilizados en tuberías, automóviles, y estructuras de edificios. También se utiliza en superaleaciones para componentes de aeronaves y cohetes.

Renio: Un metal raro utilizado en superaleaciones para turbinas de avión y como catalizador en la refinación de petróleo. Su resistencia al calor lo hace indispensable en aplicaciones de alta temperatura.

Rodio: Un metal precioso utilizado como catalizador en la industria automotriz para reducir las emisiones nocivas y en aleaciones para reflectores de horno.

Escandio: Utilizado en aleaciones de aluminio para la industria aeroespacial y en la producción de lámparas de haluro metálico. También promete mejoras en la eficiencia de las células solares.

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

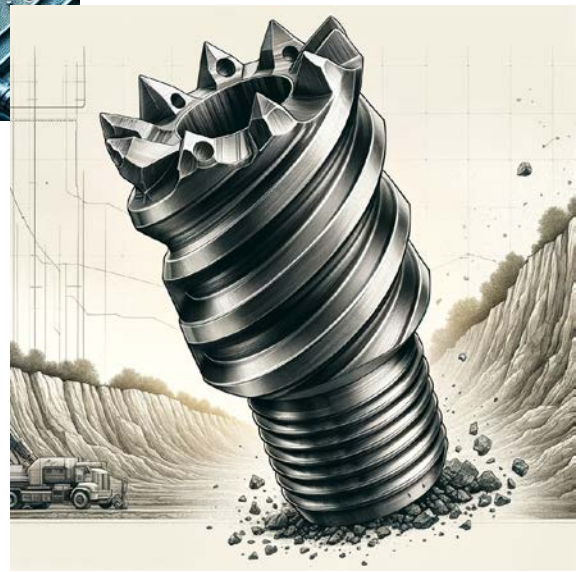
Minerales estratégicos y sus usos

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

Titanio: Utilizado en aleaciones para aeronaves, implantes médicos y en la producción de pigmentos blancos. Ofrece una alta resistencia y es ligero.

Iridio: Este es uno de los metales más resistentes a la corrosión, utilizado en aleaciones de alta temperatura para aplicaciones aeroespaciales, en bujías de alto rendimiento y en electrodos para la producción de cloro.

Wolframio (Tungsteno): Este metal se caracteriza por tener el punto de fusión más alto de todos los metales y se utiliza en aplicaciones que requieren materiales que puedan resistir temperaturas extremas. Es crucial para la fabricación de herramientas de corte, equipos de minería, y en filamentos de lámparas y componentes electrónicos.



AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Minerales estratégicos y sus usos

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

Osmio: Aunque es extremadamente raro, el osmio tiene aplicaciones en aleaciones para plumas estilográficas, agujas de tocadiscos y contactos eléctricos. Su dureza y resistencia al desgaste lo hacen valioso en aplicaciones específicas.

Talio: Utilizado en dispositivos electrónicos, como detectores infrarrojos. También tiene aplicaciones en la producción de vidrio de alta índice de refracción y en medicina nuclear.

Arsénico: A pesar de su toxicidad, tiene aplicaciones críticas en la electrónica, especialmente en semiconductores para dispositivos de comunicación y en la producción de arseniuro de galio.

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

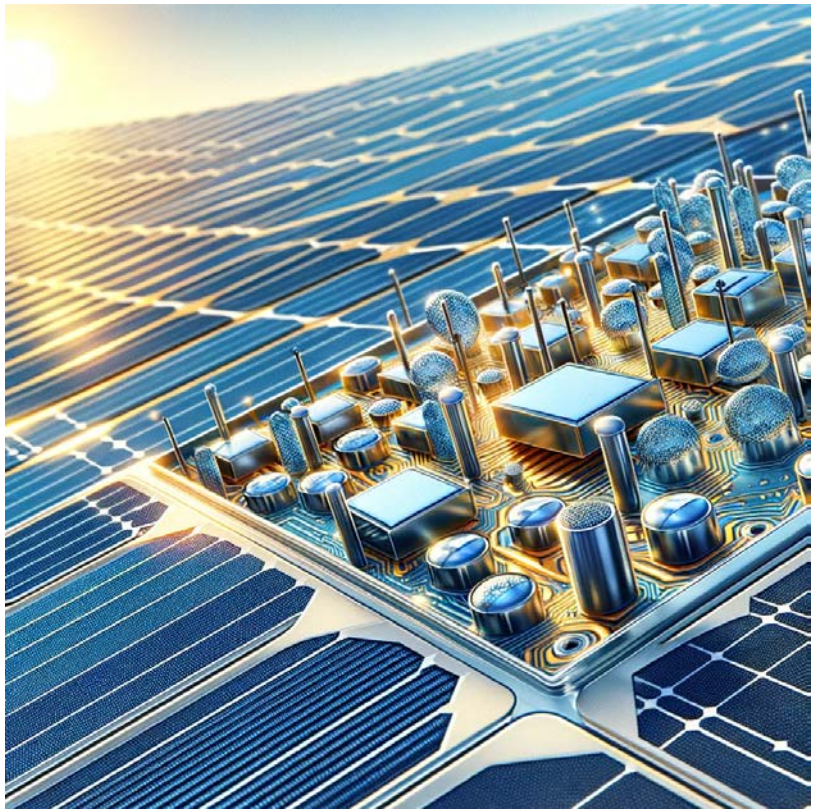
Minerales estratégicos y sus usos

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

Silicio: Crítico para la fabricación de semiconductores y células solares. Aunque común, su purificación para uso electrónico y energético es compleja y costosa.

Plata: Aunque conocida principalmente por su uso en joyería y monedas, la plata tiene aplicaciones industriales significativas, especialmente en electrónica, debido a su alta conductividad eléctrica. También se utiliza en paneles solares, en la industria fotográfica, y como catalizador en reacciones químicas.

Oro: Además de su valor monetario y estético, el oro es importante en la electrónica debido a su excelente conductividad eléctrica y resistencia a la corrosión. Se utiliza en conectores, interruptores, y contactos críticos en dispositivos de todo tipo.



AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Minerales estratégicos y sus usos

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

Itrio: Fundamental en la fabricación de LEDs, láseres, y en la industria de la cerámica. El itrio se utiliza para estabilizar el zirconio, lo que lo hace útil en varillas de combustible nuclear y en la fabricación de superconductores.

Zirconio: Utilizado en la industria nuclear como revestimiento de combustible debido a su baja captura de neutrones. También es popular en joyería y en aplicaciones dentales en forma de cerámica de zirconio.

Cerio: Un elemento de tierras raras que se utiliza en catalizadores para la refinación de petróleo, en materiales para pulir vidrio y en la fabricación de cerámicas. También tiene aplicaciones en la producción de aleaciones de aluminio.

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Minerales estratégicos y sus usos

Disprosio: Otro elemento de tierras raras, esencial para la fabricación de imanes permanentes que se utilizan en motores de vehículos eléctricos y generadores de turbinas eólicas. Su capacidad para resistir la desmagnetización a altas temperaturas lo hace invaluable.

Neodimio: Fundamental para la producción de imanes permanentes de alta fuerza utilizados en motores de vehículos eléctricos, auriculares, altavoces y en generadores para turbinas eólicas.

Praseodimio: Utilizado en imanes permanentes, en la fabricación de vidrio especial para gafas protectoras para soldadores y en algunos tipos de láseres.

Samario: Otro elemento de tierras raras utilizado en imanes permanentes que exhiben propiedades de temperatura estable, crucial para aplicaciones en condiciones extremas. También se usa en ciertos tipos de láseres y en tratamientos para el cáncer.

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

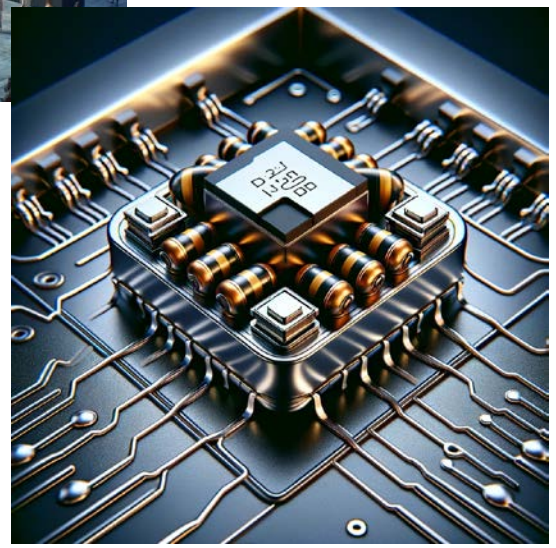
AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Minerales estratégicos y sus usos

Europio: Se utiliza principalmente en fósforos, dando los rojos brillantes en televisores y pantallas LED. También tiene aplicaciones en lámparas de bajo consumo y en marcas de seguridad en billetes de banco.

Terbio: Utilizado en dispositivos de estado sólido como láseres y semiconductores, y en fósforos para pantallas de televisión y lámparas fluorescentes.

Rutenio: Un metal del grupo del platino utilizado como catalizador en la industria química, en aleaciones de alta resistencia para contactos eléctricos y en chips de memoria de computadora.



OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

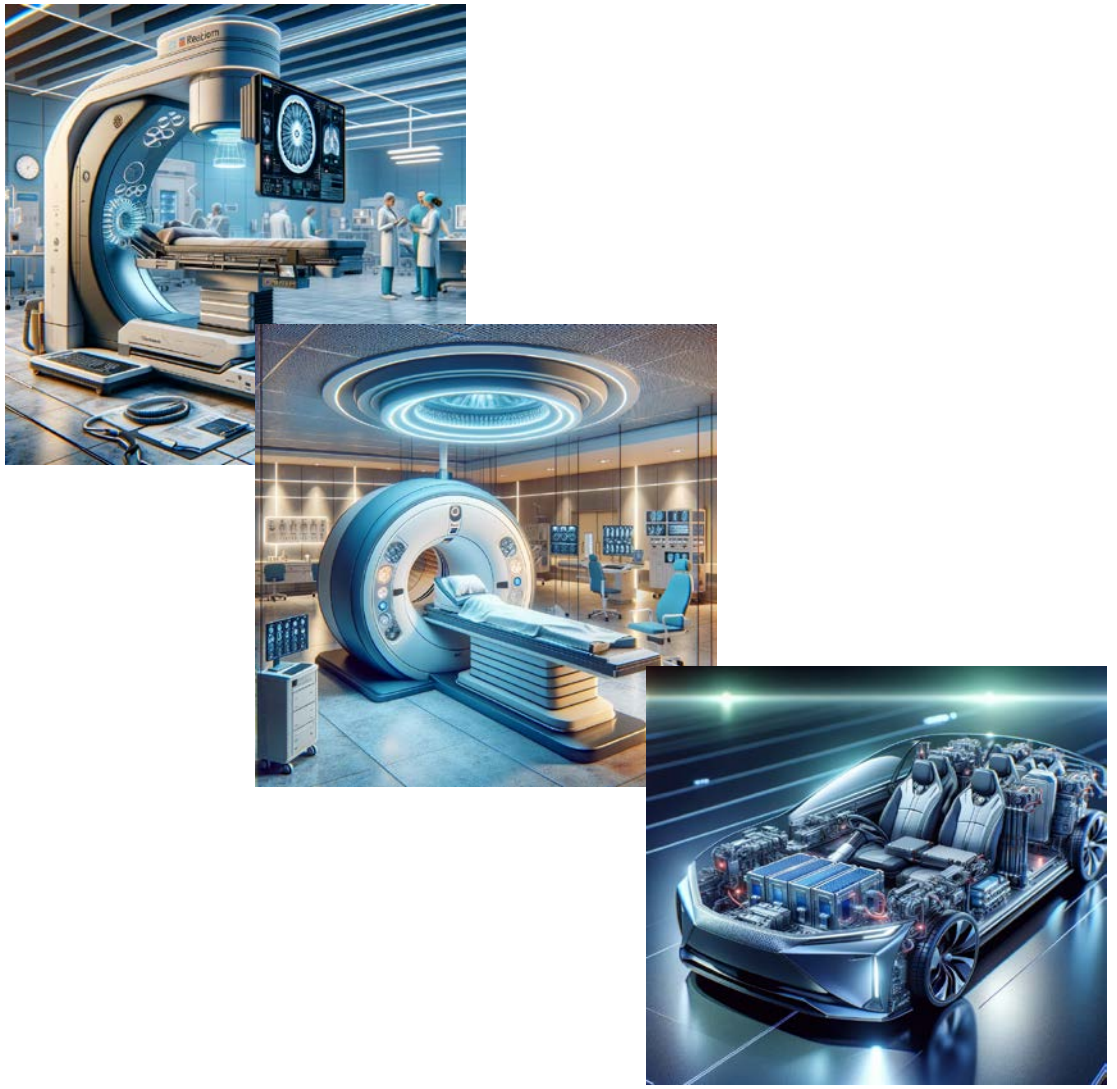
AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

Minerales estratégicos y sus usos

Tulio: Aplicado en láseres portátiles para cirugía y en equipos de radiación para tratamientos de cáncer. También se utiliza en dispositivos semiconductores.

Gadolinio: Aplicado en tecnología médica, especialmente en agentes de contraste para resonancias magnéticas (MRI), y en barras de control nuclear debido a su alta capacidad de absorción de neutrones.

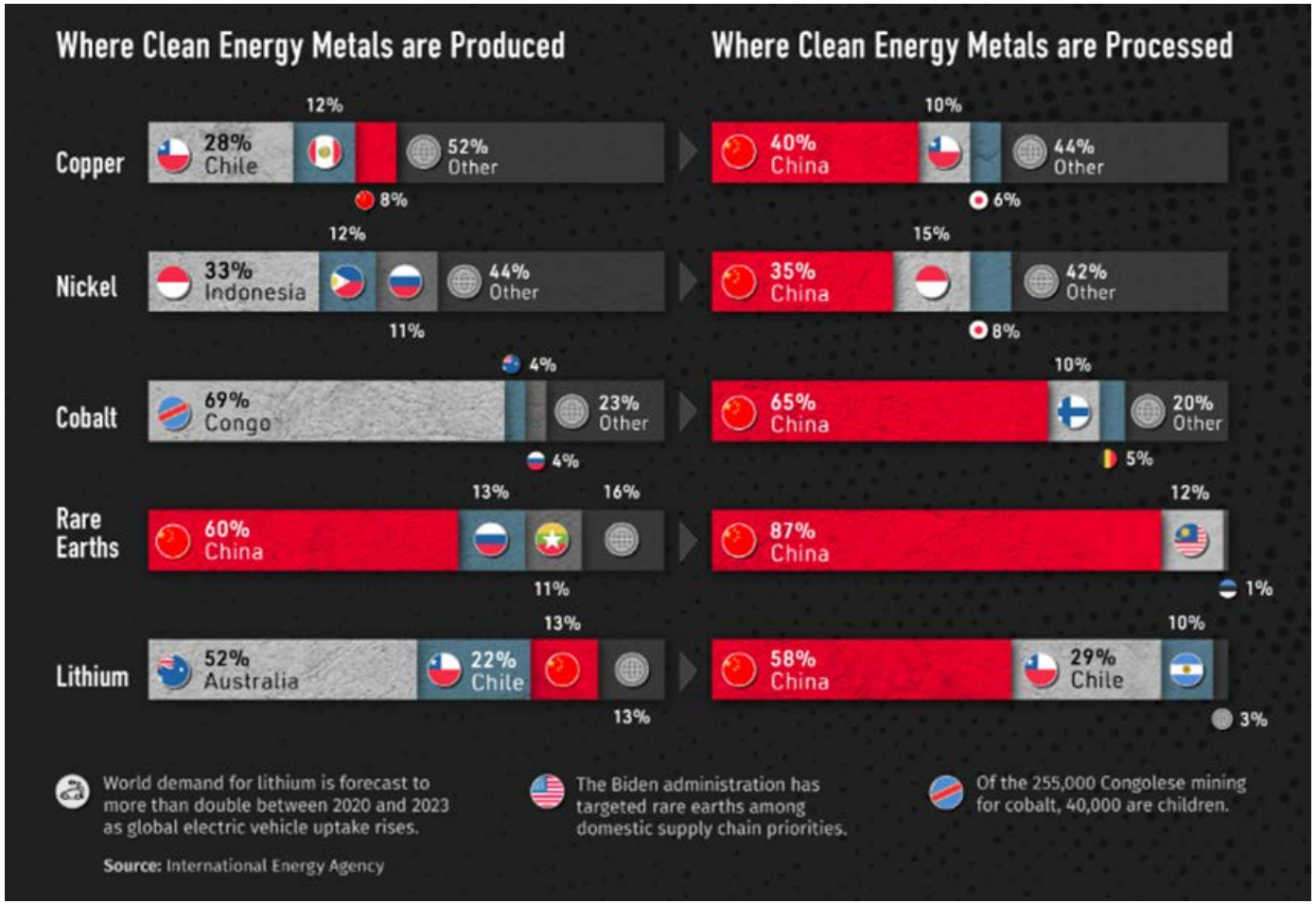
Lantano: Este metal se utiliza en baterías de níquel-hidruro metálico para vehículos híbridos, en catalizadores para la refinación de petróleo, y en la fabricación de lentes de cámara y telescopios.



OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

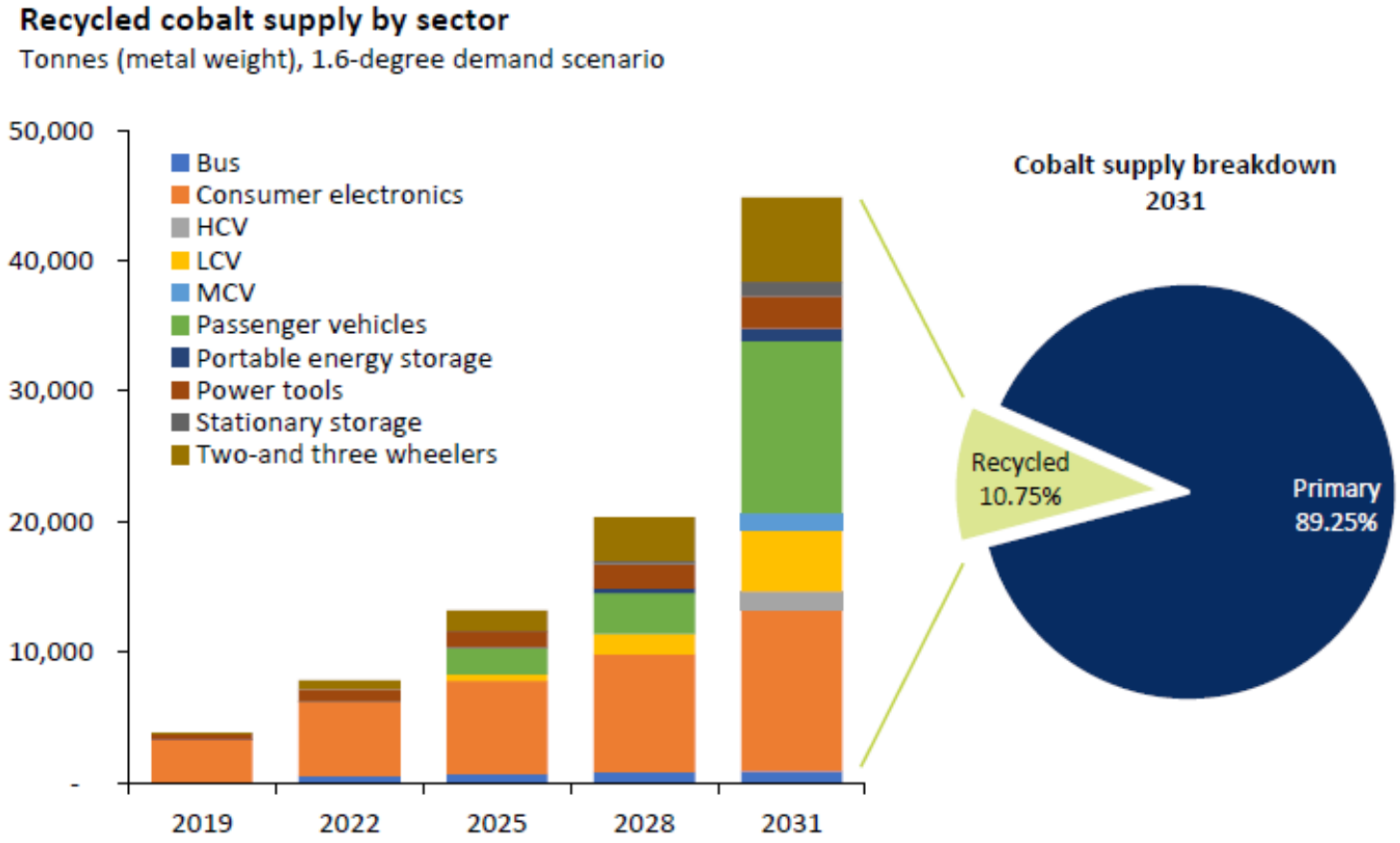
Geopolítica de la transición energética



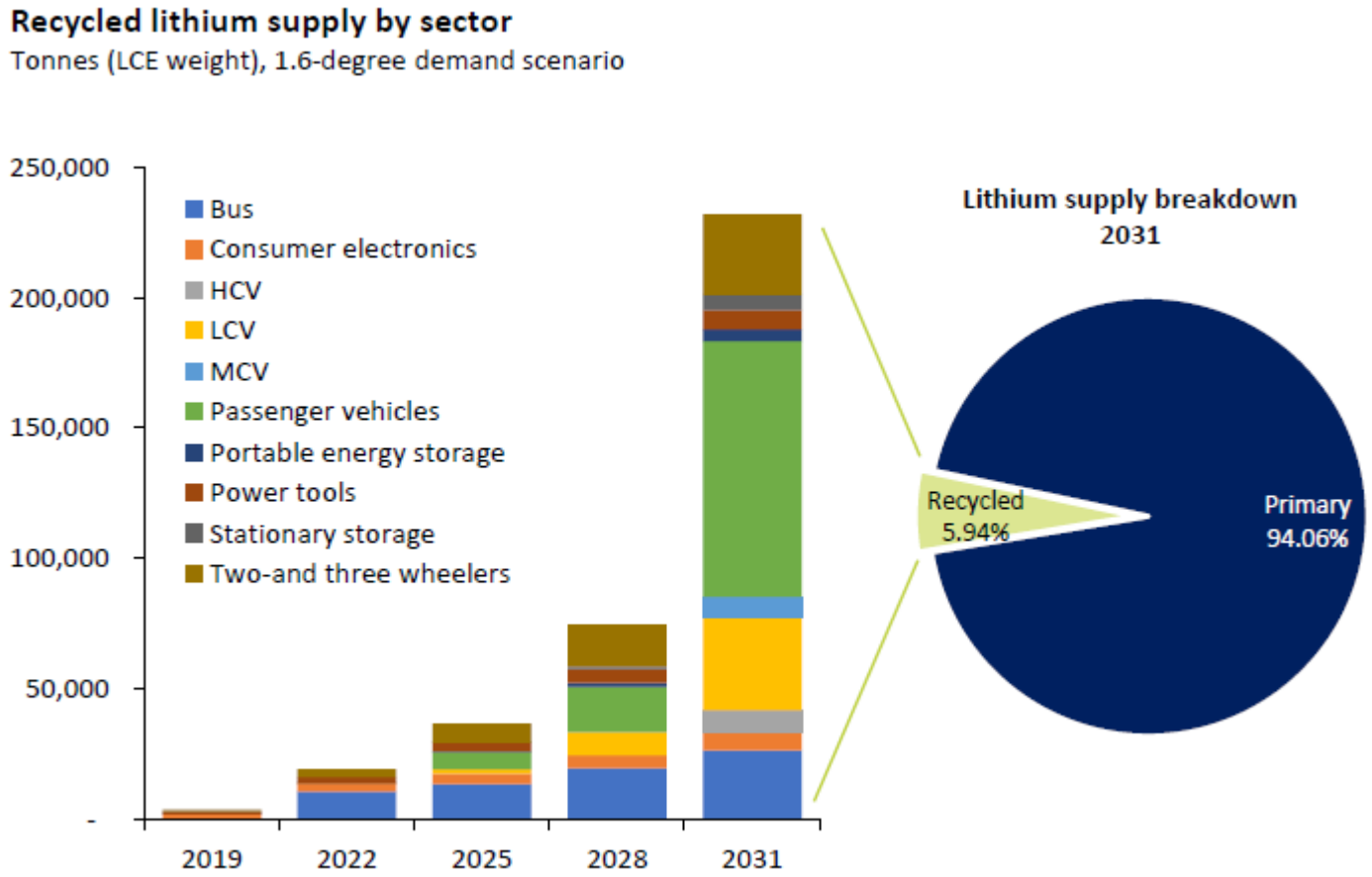
OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

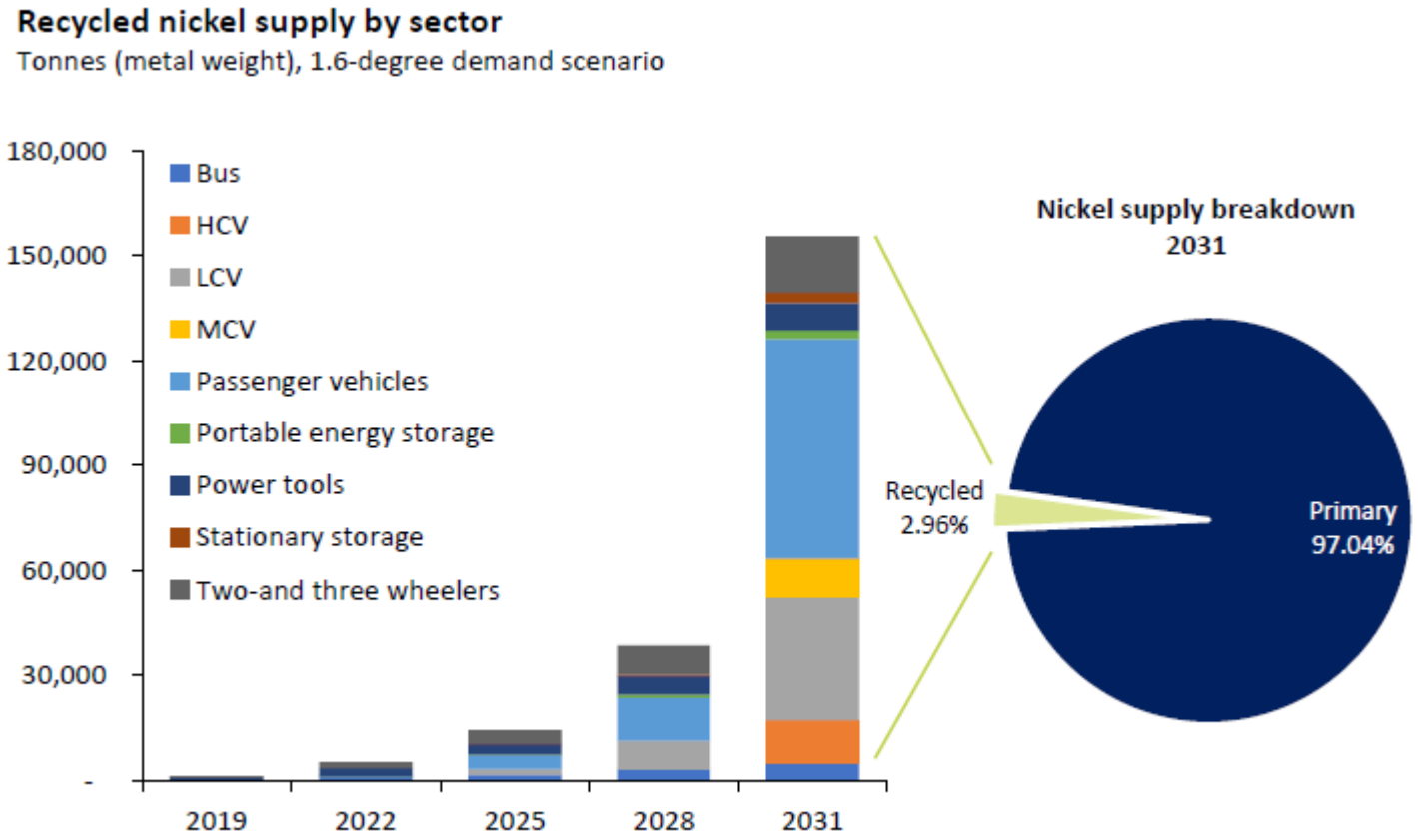
Reciclaje


Recycled cobalt supply by sector
Tonnes (metal weight), 1.6-degree demand scenario
50,000
40,000
30,000
20,000
10,000
-
Bus
Consumer electronics
HCV
LCV
MCV
Passenger vehicles
Portable energy storage
Power tools
Stationary storage
Two-and three wheelers
2019
2022
2025
2028
2031
Cobalt supply breakdown
2031
Recycled
10.75%
Primary
89.25%

Reciclaje


Recycled lithium supply by sector
Tonnes (LCE weight), 1.6-degree demand scenario
250,000
200,000
150,000
100,000
50,000
-
Bus
Consumer electronics
HCV
LCV
MCV
Passenger vehicles
Portable energy storage
Power tools
Stationary storage
Two-and three wheelers
2019
2022
2025
2028
2031
Lithium supply breakdown
2031
Recycled
5.94%
Primary
94.06%

Reciclaje


Recycled nickel supply by sector
Tonnes (metal weight), 1.6-degree demand scenario
180,000
150,000
120,000
90,000
60,000
30,000
-
Bus
HCV
LCV
MCV
Passenger vehicles
Portable energy storage
Power tools
Stationary storage
Two-and three wheelers
2019
2022
2025
2028
2031
Nickel supply breakdown
2031
Recycled
2.96%
Primary
97.04%

Análisis general

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

01
Sectores estratégicos para la transición Energética.

02
Dependencia de materias primas

03
Dependencia de tecnologías

04
Cuantificación de nuestros recursos.

05
Tecnología del reciclaje (bancos de residuos tecnológicos)

06
Políticas de seguridad energética nacional en el largo plazo.

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina

OTEC
Observatorio de Transición Energética del Caribe

¡Gracias!

azuluaga16@Areandina.edu.co
3016239083
AMAT DAVID ZULUAGA GUERRA

AREANDINA
Fundación Universitaria del Área Andina