

Capítulo tercero

Diplomacia de minerales críticos, la IA desafiante y la batalla por el cambio climático: retos globales que marcarán décadas

Águeda Parra Pérez¹

Resumen

La lucha contra el cambio climático afronta una etapa decisiva y evitar que se convierta en eje de rivalidad geopolítica global requerirá de mayor ambición global e impulsar nuevos modelos de financiación sostenible. Y tan importante será en la transición hacia la energía verde el compromiso de los países contaminantes como de aquellos que se sitúan en umbrales inferiores pero que, de forma conjunta, generan porcentajes de emisiones similares.

El modelo de globalización vigente toca a su fin y las materias primas acaparan el foco de las tensiones geopolíticas como elemento esencial de la transición digital y energética. Es tiempo de demanda creciente de minerales tecnológicos, promotores de una redefinición de la agenda estratégica de las grandes potencias innovadoras que buscan diseñar nuevas políticas y asociaciones estratégicas para abordar una autonomía estratégica con renovadas fortalezas.

¹ Águeda Parra Pérez es doctora en Relaciones Internacionales, ingeniera y analista del entorno geopolítico y tecnológico de China. Fundadora y editora de ChinaGeoTech y ChinaGeoTech Debates, es autora de *China, las rutas de poder*.

Entre las tecnologías, el avance de la inteligencia artificial (IA) ha impactado en numerosas industrias, incluida la militar, a una velocidad nunca vista en el desarrollo de otras tecnologías disruptivas. A los debates sobre regulación y aplicación de la IA en la tecnología y armamento militar, se suma la demanda energética, que requiere todo un desafío cuando la IA se haga masiva entre todas las industrias.

Palabras clave

Cambio climático, Materias primas claves, Inteligencia artificial, Autonomía estratégica, Geopolítica de la tecnología

Critical mineral's diplomacy, AI's challenge, and the fight against climate change: global challenges that will shape the decades ahead

Abstract

The fight against climate change is entering a crucial phase and preventing it from becoming an axis of global geopolitical rivalry will require greater global ambition and the promotion of new sustainable financing models. In the transition to green energy, the commitment of polluting countries will be just as important as of those that are at lower thresholds but collectively produce similar percentages of emissions.

The current model of globalization coming to an end, and raw materials raise as the focus of geopolitical tensions as the digital and energy transition intensifies. It is a challenging time of growing demand for critical minerals, promoters of a redefinition of the strategic agenda of the most innovative countries that seek to design new policies and strategic partnerships to address strategic autonomy with renewed strengths.

Among technologies, AI is revolutionizing industries across the board, including the military, at a speed never seen in other disruptive technology developments. Debates on regulation and application of AI in the military domain come along with the energy demand required by AI systems, a great challenge as AI becomes more prevalent across all industries.

Keywords

Climate change, Critical raw materials, Artificial Intelligence, Strategic autonomy, Geopolitics of technology

1. Cambio climático, una cuestión de autonomía estratégica

El cambio climático se presenta como uno de los desafíos globales de más largo impacto, ya que se requerirán más décadas de inversión en energías verdes que el tiempo que el petróleo ha permanecido como el principal impulsor del desarrollo económico global. Mientras tanto, los datos climáticos siguen mostrando tendencias preocupantes que indican que no estaríamos en la senda correcta para cumplir el objetivo de impedir que la temperatura global exceda en 1,5 °C los niveles preindustriales, según lo establecido en el Acuerdo de París de la COP21 en 2015.

Desde entonces, las cumbres climáticas han ido avanzando en varios ejes en línea con los hitos fijados en cada una de las tres fases concebidas para definir el establecimiento e implementación de los objetivos de emisiones cero. Actualmente, el mundo estaría en la tercera fase, la que corresponde al cumplimiento, impulsando medidas que conlleven la efectiva consecución de cero emisiones netas. Atrás queda la primera fase, iniciada hace más de una década cuando las investigaciones científicas concluyeron que detener el cambio climático suponía eliminar las emisiones de dióxido de carbono, estableciendo la fecha objetivo de 2050 en el *Informe Especial del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* (IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, según sus siglas en inglés) en 2018. Entonces comenzaba una segunda fase, dedicada a recabar entre los países los compromisos de pico de emisiones cero y neutralidad de carbono, que duraría hasta finales de 2022.

Hasta ese momento, no han existido estándares de seguimiento consensuados que apliquen globalmente y que permitan controlar el nivel de efectividad identificando objetivos intermedios. De ahí el paso a la etapa de cumplimiento, que se inicia con el informe elaborado por el Grupo de Expertos de Alto Nivel sobre los Compromisos de Cero Emisiones Netas de las Entidades no Estatales² creado por el secretario general de la ONU, António Guterres, y publicado durante la cumbre climática COP27 en Sharm-el Sheikh, Egipto, en noviembre de 2022.

² Naciones Unidas. (2022). «Credibilidad y responsabilidad de los compromisos de cero emisiones netas de las entidades no estatales». *Naciones Unidas Acción por el Clima*, noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.un.org/es/climatechange/high-level-expert-group>

Se iniciaba así la entrada en la tercera fase, la actual, donde el documento³ *La integridad importa: el compromiso de cero emisiones netas por parte de empresas, entidades financieras, ciudades y regiones* (UN HLEG, 2022) marca la pauta destacando diez recomendaciones encuadradas en cuatro ejes directrices para acelerar la implementación de los compromisos de cero emisiones netas globales para 2050. Cuatro áreas clave centradas en la integridad medioambiental para acordar y alcanzar objetivos intermedios para 2025, 2030 y 2035; credibilidad para comprometerse con la eliminación total del uso de combustibles fósiles; responsabilidad para impulsar la transición energética en el tiempo fijado; y el papel de los Gobiernos guiados por una mayor ambición climática.

Esta nueva etapa responde a la falta de estrategias sólidas que garantizaran la consecución de cero emisiones netas. De hecho, un número importante de entidades subnacionales y corporativas dentro del entorno del G7 todavía no ha establecido objetivos de reducción de emisiones, según Net Zero Tracker⁴. Asimismo, tampoco está implementada una agenda para acometer el total abandono de la extracción o producción de combustibles fósiles entre los grandes países productores, a pesar de los esfuerzos realizados durante la última COP28 celebrada en Dubai.

Mientras se avanza en esta tercera fase, los objetivos Net Zero ya alcanzan el 88 % de las emisiones, respecto al 61 % identificado en diciembre de 2020, engloban el 92 % del PIB global (en paridad de poder adquisitivo), creciendo desde el 68 % y acaparan el 89 % de la población mundial, respecto al 52 % de hace tres años. Alcanzar un grado total de implicación supone incorporar todavía cuatro países pertenecientes a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 439 entidades subnacionales entre los veinticinco países con mayor número de emisiones de CO₂, además de incluir 766 grandes ciudades y hasta 734 empresas que cotizan en las principales bolsas del mundo.

En términos generales, la ralentización en el crecimiento de entidades nacionales y subnacionales que han definido objetivos Net

³ United Nations. (2022). *Integrity Matters: Net Zero Commitments by Businesses, Financial Institutions, Cities and Regions, United Nations' High-Level Expert Group on the Net Zero Emissions Commitments of Non-State Entities*. November. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/high-level-expert-group-update7.pdf>

⁴ «Net Zero Stocktake 2023». Net Zero Tracker, June. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://zerotracker.net/analysis/net-zero-stocktake-2023>

Zero se compensa con un mayor ritmo de empresas que incorporan compromisos de neutralidad climática. En total, el índice Net Zero Tracker registra hasta 929 empresas que cotizan en el Forbes Global 2000, respecto a las 417 identificadas en diciembre de 2020, quedando representado el conjunto empresarial de la Unión Europea por delante de Estados Unidos en el establecimiento de cero emisiones netas.

A pesar de los avances, la crisis climática presenta una complicada senda para alcanzar en solo un año el hito de pico máximo de emisiones globales en 2025. Y muchos más esfuerzos serán necesarios para reducir a la mitad las emisiones respecto de 1990 para 2030, según las recomendaciones del IPCC. La visión de los países más contaminantes respecto a la neutralidad del carbono muestra, asimismo, diferentes aproximaciones. China, con el 30,9 % de las emisiones mundiales, espera alcanzar los objetivos de cero emisiones netas para 2060. Una década antes, en 2050, lo harán Estados Unidos y la Unión Europea, representando el 13,9 % y 7,7 %, respectivamente, de las emisiones globales en 2022, según Global Carbon Budget. En el caso de China, el impulso de las renovables y el anuncio de reducción de emisiones de metano reutilizándolas como combustible⁵ acelerará previsiblemente la consecución de sus objetivos climáticos.

En el caso de India, sin embargo, el objetivo Net Zero no será hasta 2070, aunque existe un hito intermedio de alcanzar la mitad de las necesidades de electricidad con energías renovables en 2030. India es el cuarto país con mayor participación de emisiones globales de dióxido de carbono, representando el 7,3 % en 2021, además de ser el segundo mayor consumidor de carbón del mundo, con una participación del 12,5 % en 2021, solamente por detrás de China, que aglutina el 53,8 %, y por delante de Estados Unidos, el tercer mayor consumidor mundial de carbón con el 6,6 % del total, según *BP Statistical Review of World Energy 2022*.

Sin embargo, la economía de India está todavía en pleno desarrollo, su PIB es cinco veces menor al de China y representa el 7,51 % del PIB mundial en paridad de poder adquisitivo, la mitad que Estados Unidos, con el 15,42 %, y lejos del 18,82 % de

⁵ Stanway, D., Volcovici, V. y Wang, E. (2023). «UPDATE 2-China unveils action plan to reduce methane emissions». *Reuters*, 7 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.reuters.com/article/china-climate-methane-idAFL1N3C81HC>

China en 2023, según el Fondo Monetario Internacional (FMI)⁶. Un crecimiento económico que podría verse favorecido por la política de *nearshoring* promovida por Estados Unidos como estrategia de *derisking* de China, y que impulsaría a India a culminar finalmente su ambición de convertirse en gran potencia. Como resultado de un mayor proceso de industrialización, India podría llegar a representar hasta el 16 % del crecimiento del PIB mundial durante 2023-2024⁷, según Morgan Stanley, lo que también estaría asociado a elevar el volumen de emisiones de CO₂ como parte del proceso de crecimiento económico⁸. Sobre todo, cuando India todavía mantiene una dependencia del carbón en su *mix* energético del 73,1%⁹, situando al país como el octavo más contaminado del mundo en 2022, según IQAir¹⁰.

No obstante, más allá de los seis países que generan emisiones superiores al 2 % del total global, como son China, Estados Unidos, India, Rusia, Japón e Irán, alcanzando el 31,8 %, 13,9 %, 7,5 %, 4,9 %, 3 % y 2,1 %, respectivamente, el resto de países agrupan de forma conjunta hasta el 37 % de las emisiones globales, lo que supone que de forma combinada generan un impacto de contaminación ambiental mayor que China, según datos de *Global Carbon Budget 2022*.

Bajo esta perspectiva, un paso decisivo es que los dos principales países con mayor porcentaje de emisiones acometan en el corto plazo una agenda ambiciosa de cero emisiones netas, fomentando ámbitos de cooperación climática entre Estados Unidos y China. Pero igualmente importante resulta que los países desarrollados

⁶ «GDP based on PPP, share of world». *International Monetary Fund*, 2023. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.imf.org/external/datamapper/PPPSH@WEO/EU/CHN/USA/IND>

⁷ «India to contribute 16 % to global GDP growth over 2023-24: Morgan Stanley». *Business Standard*, 16 de mayo de 2023. [Consulta: 2024]. Disponible en: https://www.business-standard.com/economy/news/india-to-contribute-16-of-global-gdp-over-2023-24-morgan-stanley-123051600460_1.html

⁸ Manchanda, H. (2023). «Relationship between GDP Growth, Energy Consumption and CO₂ Emissions: A comprehensive analysis». *ETEnergyWorld*, 11 de octubre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://energy.economictimes.indiatimes.com/news/renewable/relationship-between-gdp-growth-energy-consumption-andco2emissions-a-comprehensiveanalysis/104321989>

⁹ Chye, M. y Chew, C. (2023). «India's power output grows at fastest pace in 33 years, fuelled by coal». *Reuters*, 6 de abril. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.reuters.com/business/energy/indias-power-output-grows-fastest-pace-33-years-fuelled-by-coal-2023-04-05/>

¹⁰ «Informe mundial sobre la calidad del aire». *IQAir*, 14 de marzo de 2022. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.iqair.com/es/newsroom/world-air-quality-report-press-release-2022>

que están por debajo de la frontera del 2 % del global de emisiones persigan la consecución de sus objetivos climáticos en las fechas comprometidas, entre ellos economías avanzadas como Alemania, Corea del Sur, Canadá, Australia, Reino Unido e Italia. La transición hacia la energía verde debe ser, por tanto, una ambición global, con el compromiso de todos los actores, tanto en la reducción de sus emisiones como en la cooperación para desplegar tecnologías verdes.

Es indudable que la coyuntura internacional y geopolítica se impone, de ahí que las agendas energéticas de los países no terminen de alinearse y, aunque Francia¹¹ se ha comprometido a duplicar el ritmo actual de reducción de emisiones hasta 2030, Reino Unido¹² ha anunciado retrasos en su agenda climática. A esto se suma la previsión de los Gobiernos de seguir produciendo carbón hasta 2030¹³, extendiéndose hasta 2050 la de petróleo y gas, lo que supone un 110 % más de combustibles fósiles de lo establecido para limitar el calentamiento a 1,5 °C, a pesar del compromiso de 151 países por alcanzar emisiones netas cero, según refleja un informe de las Naciones Unidas.

Otro dato relevador son los siete billones de dólares movilizados en subvenciones en 2022 para afrontar los elevados precios de la energía por el efecto de la guerra en Ucrania, según el FMI¹⁴. Poniendo estos datos en magnitud, supone que los subsidios al petróleo, carbón y gas natural han sido equivalentes al 7,1 % del PIB mundial, bastante superior al 4,3 % que destinan los Gobiernos al gasto en educación. De modo que, mientras

¹¹ Corbet, S. (2023). «France's Macron unveils latest plan for meeting climate-related commitments in the coming years». *AP News*, 25 de septiembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://apnews.com/article/france-climate-macron-reduce-emissions-8259a0cf1740e5f7022900707f20333e>

¹² «Rishi Sunak's net zero U-turn puts UK business investment at risk». *London School of Economics, LSE*, 21 de septiembre de 2023. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/news/rishi-sunaks-net-zero-u-turn-puts-uk-business-investment-at-risk/>

¹³ Naciones Unidas. (2023). «Gobiernos producirían el doble de combustibles fósiles para 2030 pese a promesas de limitar el calentamiento global a 1,5 °C». *Organización de Naciones Unidas. Programa para el medio ambiente*, 8 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/gobiernos-produciran-el-doble-de-combustibles-fosiles>

¹⁴ Black, S., Parry, I., Vernon, N. (2023). «Fossil Fuel Subsidies Surged to Record \$7 Trillion». *IMF Blog*, 24 de agosto. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.imf.org/en/Blogs/Articles/2023/08/24/fossil-fuel-subsidies-surged-to-record-7-trillion>

los conflictos internacionales se producen cada vez en mayor número y en ciclos más cortos, y bajo la previsión de que sigan impactando simultáneamente la guerra en Ucrania, la de Israel y Hamás, y la rivalidad entre Estados Unidos y China en la geopolítica global, la financiación de tecnologías verdes y la inversión en gasto en innovación energética se posicionan como los principales dinamizadores para acometer la transición energética según el calendario climático comprometido.

En cuanto a innovación energética, las mejoras en la cadena de suministro y en la eficiencia energética centran el gasto público en I+D energético. China domina el 30 % del total, mientras que el resto de economías avanzadas representa el 66 % del gasto total en I+D¹⁵, según la Agencia Internacional de la Energía (AIE). De ahí que apostar por un mayor gasto en I+D energético, principalmente en cuestión de materiales críticos y técnicas de reciclaje que reduzcan la demanda de minerales claves, se haya convertido en una de las máximas prioridades para asegurar la autonomía estratégica de las potencias innovadoras.

En cuanto a la financiación, alcanzar emisiones netas cero en 2050 supondrá elevar la inversión a 4,5 billones de dólares anuales desde principios de la década de 2030, respecto de los 1,8 billones de dólares alcanzados en 2023, según la primera actualización del informe del sector energético publicado por la AIE¹⁶. Asimismo, asciende a entre 80 000-100 000 millones de dólares anuales la financiación a los países en desarrollo a partir de 2030 para alcanzar los objetivos Net Zero en 2050, acaparando África el 45 % del apoyo, mientras India y América Latina y el Caribe requerirían cada uno un 15%. Una exigente nueva hoja de ruta que muestra, asimismo, signos positivos de aceleración de la transición energética, reflejando que por cada dólar gastado en combustibles fósiles se gastan 1,8 dólares en energías limpias, respecto a la proporción de 1:1 de los últimos cinco años, según la AIE, principalmente gracias al impulso de las economías avanzadas y de China en tecnologías verdes (figura 1).

¹⁵ «Energy Technology Perspectives 2023». *International Energy Agency*, enero de 2023. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023>

¹⁶ IEA. (2023). «Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach». *International Energy Agency*, septiembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/net-zero-roadmap-a-global-pathway-to-keep-the-15-0c-goal-in-reach>

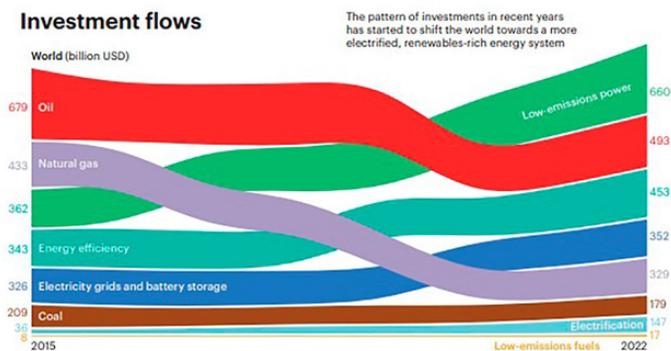


Figura 1. Patrón de los flujos de inversión en los últimos años. Fuente: AIE

En este patrón de financiación, las economías en desarrollo, excluyendo a China (figura 2), aglutinan únicamente el 15 % de la inversión mundial en energías verdes, a pesar de representar dos tercios de la población mundial. De ahí, la necesidad de no solo impulsar políticas nacionales Net Zero, sino de aumentar el apoyo a la financiación internacional para impulsar la transición energética. Una inversión en energías limpias que también favorecerá ampliamente avanzar en la consecución de otros Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)¹⁷ de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.



Figura 2. Patrón de los flujos de inversión en los últimos años por región. Fuente: AIE

La buena noticia, en definitiva, es que la financiación climática crece, y lo hace al doble en 2021/2022 respecto a los niveles de 2019/2020, hasta alcanzar los 1,3 billones de dólares, según datos de Climate Policy Initiative. Un incremento muy significativo cuando el 48 % de la financiación procede del sector privado, aunque apenas represente el 1 % del PIB mundial. Y es que su magnitud queda muy lejos todavía de otros contextos de financiación globales (figura 3).

¹⁷ Naciones Unidas. *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

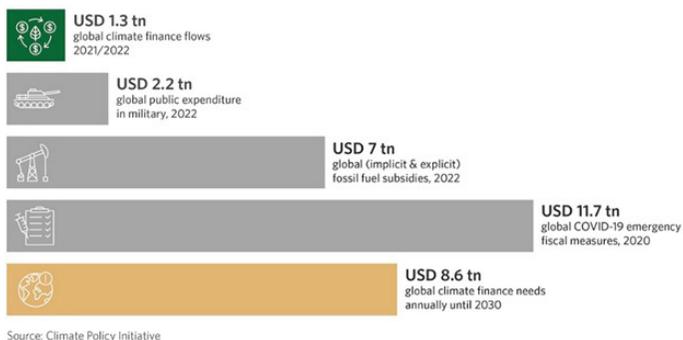


Figura 3. Financiación climática en contexto. Fuente: Climate Policy Initiative

De ahí que, aunque los flujos de inversión y de financiación de energías limpias estén alcanzando cierto *momentum*, la agenda climática todavía presenta considerables desafíos, que no solamente se fundamentan en los diferentes ritmos de adopción de medidas y compromisos, sino en la posibilidad de que pueda plantearse una guerra climática como conflicto global. Si la Guerra Fría y la carrera espacial marcaron el escenario geopolítico de tensión bipolar entre Estados Unidos y la ex Unión Soviética (URSS) en la década de 1950, la guerra comercial, y la subsiguiente guerra digital ha protagonizado el enfrentamiento entre Estados Unidos y China desde 2018. Desde entonces, el escenario de rivalidad se extiende al plano tecnológico, geopolítico, pero también climático. De hecho, la guerra climática podría considerarse desde 2020 como el siguiente gran ámbito de confrontación en la tensa relación entre las dos grandes potencias del mundo.

Evitar que el cambio climático se posicione como eje de la rivalidad geopolítica global requeriría incentivar una mayor inversión climática para competir con China, que actualmente consigue movilizar hasta el 51 % de toda la financiación climática mundial, más que el resto de países de forma conjunta, según Climate Policy Initiative, y así impedir que el cambio climático sea la siguiente etapa en la supremacía comercial de China. Pero se trata también de garantizar el abastecimiento de las materias primas fundamentales para abordar la transición energética, otro episodio en la rivalidad entre Estados Unidos y China, y que tiene un fuerte impacto para la Unión Europea, ya que la carrera por asegurar el abastecimiento de materias primas que garantice la autonomía estratégica ya ha pasado a ser uno de los grandes desafíos globales que marcará la próxima década.

2. Diplomacia de minerales, geopolítica en transición

Un número mayor de conflictos internacionales en ciclos cada vez más cortos comienza a ser la tónica dominante para una geopolítica mundial a la que se le acumula la gestión de unos desafíos cada vez más globales. Entre ellos, el que afecta al actual modelo de globalización, cuyos cimientos comenzaron a moverse lentamente con la guerra comercial iniciada por Estados Unidos con China durante la administración Trump en marzo de 2018, y con la que se buscaba reducir el déficit de una balanza comercial que desde entonces no ha mejorado. Una etapa que ha tenido escasa repercusión sobre el comercio global, pero que ha escalado hacia una rivalidad tecnológica con efecto tsunami sobre las cadenas de suministro los mercados financieros, y ha supuesto limitaciones al acceso a tecnología estadounidense por parte de China desde que comenzara la Administración Biden en enero de 2021.

Se juega una frenética carrera entre Estados Unidos y China para generar un nuevo equilibrio de poder que anticipa un cambio significativo en el modelo de globalización. El fomento e impulso de renovadas políticas industriales, de las que Estados Unidos está siendo el mayor precursor, están orientadas a fomentar un nuevo modelo de industrialización, pero también de globalización para reducir la dependencia de China en la cadena de suministro global, elemento clave en el esquema de la geopolítica de la tecnología que marcará la próxima década.

Este proceso de *derisking*, de reducción de riesgos, donde fomentar la transición digital y energética requiere más que nunca asegurar el suministro de materias primas clave, se convierte en uno de los grandes desafíos globales de muchas décadas por venir. De hecho, la transición energética y la necesidad de asegurar los materiales que la hacen posible durará más tiempo que el protagonismo que ha tenido el petróleo como impulsor de la economía global en este tiempo.

Cabe destacar, no obstante, que el aumento de la demanda de minerales tecnológicos será temporal, mientras dure la descarbonización, aunque todavía puede ser un proceso largo. En esta transición, la necesidad de materias primas para desarrollar tecnologías de bajas emisiones de carbono en el sector energético crecerá al principio, pero no se mantendrá elevada. Caso distinto será en el sector del transporte, que sí experimentará un crecimiento exponencial, ya que la fabricación de coches eléctricos

requiere, en muchos casos, multiplicar hasta por doble dígito la demanda de materias primas que se utilizan en los coches térmicos.

Esta dependencia está asociada, asimismo, a una mayor necesidad de producción de materias primas, 27 000 000 t en el Escenario de Desarrollo Sostenible, y hasta 43 000 000 t en el Escenario Net Zero para 2040, según proyecta la Agencia Internacional de la Energía (AIE). Por ponerlo en contexto, la actual extracción de combustibles fósiles asciende a 15 000 000 t cada año, según la Administración de Información Energética de Estados Unidos. Se trata de un ingente proceso de remover millones de toneladas hasta conseguir el mineral que se utiliza en los sectores que mayor demanda van a tener en la próxima década. En el caso del litio, muy apreciado en la transición energética y digital, la obtención de un kilogramo necesita extraer 170 kg de mineral y remover hasta 1600 kg de roca.

De esta forma, el creciente peso de la geopolítica de la tecnología va a propiciar que las materias primas escalen posiciones en la agenda estratégica de grandes potencias innovadoras, tanto por el esquema de dependencias como por el cambio de modelo productivo hacia una mayor autonomía estratégica. La descarbonización terminará generando seguridad energética, pero este proceso de transición energética y digital hará resonar la geopolítica de la tecnología en todos los continentes, poniendo en primer plano tanto a aquellos países que albergan importantes reservas de minerales estratégicos como a aquellos con los que se han generado dependencias en la extracción y producción de determinadas materias primas.

En el caso de la Unión Europea, la Ley de Materias Primas Críticas¹⁸ es el marco de referencia para abordar la resiliencia comunitaria en cuestión de materias primas críticas. Se trata de un proceso vivo y, si bien se identificaban catorce en 2011, con sucesivas revisiones, ha ascendido a 34 en 2023, incluyendo dieciséis materias primas consideradas estratégicas (figura 4).

Esto responde a que el modelo de globalización actual se ha definido bajo dependencias en cuestión energética y de abastecimiento de materias primas sin que los conflictos internacionales influyeran ampliamente en el esquema establecido

¹⁸ European Commission. (2023). European Critical Raw Materials Act. [Consulta: 2024]. Disponible en: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_1661

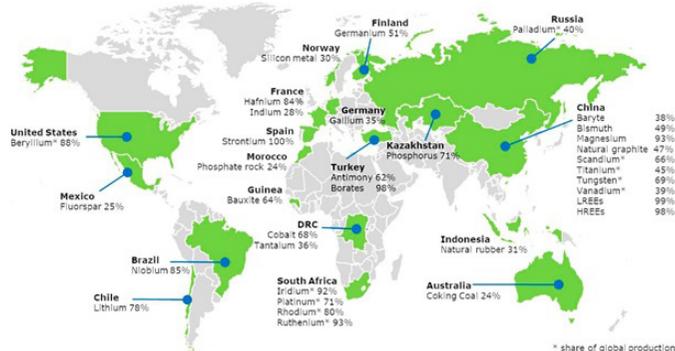


Figura 4. Principales países proveedores de materias primas críticas de la UE.
Fuente: Comisión Europea

a lo largo de las últimas décadas. Sin embargo, han sido la invasión rusa de Ucrania y la creciente rivalidad tecnológica los dos factores que han elevado el debate comunitario sobre cómo afecta este tipo de dependencias a la seguridad económica bajo un escenario de geopolítica en transición. Si la rivalidad tecnológica ha situado la autonomía estratégica en el centro del debate, la guerra en Ucrania ha marcado para Europa un cambio de ciclo, promoviendo la reflexión de cómo se afronta la seguridad energética como reto global considerando su impacto en la seguridad nacional y estratégica de los países comunitarios.

Esta carrera por el tiempo en la que se encuentra la rivalidad entre Estados Unidos y China se centra, en el caso estadounidense, en la búsqueda de una mayor autonomía estratégica, mientras que la ansiada autosuficiencia tecnológica es el gran reto del gigante asiático. Pero ambos confluyen en el desafío global que plantea la diplomacia de los minerales como elemento de equilibrio de poder, del que no es ajeno la Unión Europea.

Ralentizar la autosuficiencia tecnológica de China se ha planteado por parte de la Administración Biden como un carrusel de medidas, comenzando con la restricción de acceso a chips que incorporen tecnología estadounidense en octubre de 2022¹⁹, a la que seguía la restricción de exportación de equipamiento para

¹⁹ Nellis, S., Freifeld, K. y Alper, A. (2022). «U.S. aims to hobble China's chip industry with sweeping new export rules». *Reuters*, 10 de octubre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.reuters.com/technology/us-aims-hobble-chinas-chip-industry-with-sweeping-new-export-rules-2022-10-07/>

la manufactura de chips en enero de 2023²⁰. Un acuerdo que sumaba a Países Bajos y Japón a la geoestrategia tecnológica de Estados Unidos. En el primer caso, a través de ASML, la empresa holandesa líder mundial en equipamiento para la fabricación de chips avanzados, en vigor desde el 1 de septiembre de 2023, mientras las empresas japonesas de equipamiento para chips se sumaban desde el 23 de julio de 2023.

Atendiendo a las fortalezas de cada parte, China contrarrestaba estas medidas en julio restringiendo la exportación de dos elementos clave en la manufactura de chips, pero también de tecnología militar, como son el galio y germanio²¹, con efecto 1 de agosto de 2023, sobre los que China domina el 97 % y 68 %, respectivamente, de la producción mundial, según el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS, según sus siglas en inglés). Si esta medida tiene el foco puesto en el desarrollo de tecnología avanzada, la medida anunciada por China en octubre de frenar las exportaciones de grafito²² a partir del 1 de diciembre ha puesto presión sobre uno de los elementos clave en la fabricación de coches eléctricos, del que China domina el 65 % de la producción mundial, según USGS, acaparando las compañías chinas el 80 % de la cuota de mercado de los ánodos de las baterías de litio.

La carrera por el tiempo apenas acaba de comenzar y, mientras Estados Unidos considera nuevas medidas que puedan retrasar las ambiciones tecnológicas de China, el control sobre la exportación de las tierras raras ha sido el siguiente elemento en entrar en escena²³. El potencial impacto se debe al protagonismo de China, que extrae el 70 % de las tierras raras mundiales, domina

²⁰ Pan, C. (2023). «How US-Japan-Netherlands agreement on chip export restrictions may play out in China». *South China Morning Post*, 1 de febrero. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.scmp.com/tech/tech-war/article/3208753/how-us-japan-netherlands-agreement-chip-export-restrictions-may-play-out-china>

²¹ Reuters. (2023). «China export curbs choke off shipments of gallium, germanium for second month». *Reuters*, 20 de octubre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.reuters.com/world/china/china-export-curbs-choke-off-shipments-gallium-germanium-second-month-2023-10-20/>

²² Liu, S. y Patton, D. (2023). «China, world's top graphite producer, tightens exports of key battery material». *Reuters*, 20 de octubre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.reuters.com/world/china/china-require-export-permits-some-graphite-products-dec-1-2023-10-20/>

²³ Tang, F. (2023). «China tightens controls over rare earth exports, imports of key commodities including crude oil, iron ore». *South China Morning Post*, 7 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.scmp.com/economy/china-economy/article/3240608/china-tightens-controls-over-rare-earth-exports-imports-key-commodities-including-crude-oil-iron-ore>

el 89 % de la producción mundial y acapara el 90 % de la capacidad de refinado, siendo además el país que aglutina el 92 % de la producción de imanes, además de disponer del mayor volumen de reservas, que asciende al 36 % global de tierras raras. Asimismo, el incentivo de China por convertirse en líder tecnológico le ha llevado a dominar la tecnología asociada a las tierras raras, disponiendo de una ventaja competitiva de quince a veinte años, que aspira a mantener entre diez a quince años a medida que otros actores globales se suman. De ahí, la restricción a la exportación de tecnología para fabricar imanes de tierras raras²⁴ anunciada a finales de 2023, que se suma a la ya en vigor sobre el procesado y refinado.

Mientras las restricciones se suceden y se implementa la diversificación a nivel global, Estados Unidos es el único país que compete con China, generando el 15 % de la producción mundial de tierras raras a través de varias subvenciones del Gobierno estadounidense²⁵ a la mina MP Materials en una estrategia de *onshoring* que permite cubrir las necesidades del Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Para MP Materials, como para otras *startups* estadounidenses²⁶, el siguiente paso será desarrollar tecnología propia de refinado para aumentar la resiliencia mientras el país recorre el camino inverso hacia la capacidad de refinado que ya dominaba al 87 % en la década de los ochenta, según la AIE. Bien distinto es el caso de la Unión Europea, donde la necesidad de diversificación es una prioridad de primer orden, al ser China el origen del 85 % de las tierras raras ligeras, utilizadas en la fabricación de coches eléctricos y turbinas eólicas, y del 100 % en el caso de las tierras raras pesadas, utilizadas en drones y en sistemas de defensa, según sus estimaciones.

Dependencias en el abastecimiento que también se extienden a la manufactura energética, destacando el dominio del 80 % de la

²⁴ Liu, S. y Patton, D. (2023). «China bans export of rare earths processing tech over national security». *Reuters*, 22 de diciembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.reuters.com/markets/commodities/china-bans-export-rare-earths-processing-technologies-2023-12-21/>

²⁵ U.S. Department of Defense. (2022). *DoD Awards \$35 Million to MP Materials to Build U.S. Heavy Rare Earth Separation Capacity*, 22 de febrero. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.defense.gov/News/Releases/Release/Article/2941793/dod-awards-35-million-to-mp-materials-to-build-us-heavy-rare-earth-separation-c/>

²⁶ Scheyder, E. (2023). «Western start-ups seek to break China's grip on rare earths refining». *Reuters*, 4 de diciembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.reuters.com/sustainability/climate-energy/western-start-ups-seek-break-chinas-grip-rare-earths-refining-2023-12-04/>

producción mundial de China en la fabricación de paneles solares en 2021, y que podría elevarse al 95 % en breve tiempo²⁷, según advierte la AIE. Y no solo es excesiva la concentración de la cadena de suministro solar en China, sino que los elevados precios de la energía en Europa reducen las opciones comunitarias de producir obleas solares de forma competitiva.

Como dos caras de la misma moneda, la innovación y las materias primas engloban el desarrollo tecnológico, no existe una sin la otra. Décadas de era digital que requerirían de diplomacia de minerales. Pero pasar del análisis a la ejecución de la autonomía estratégica requiere atraer el interés inversor internacional hacia una industria donde su participación no ha sido destacable. De hecho, la falta de inversión en exploración ha propiciado que no se exploten muchos depósitos conocidos al anteponerse retornos de inversión seguros y a corto plazo. Así se entiende que el último depósito de cobre descubierto fuera en 2015, de los 227 encontrados entre 1990 y 2021, similar a los cuatro depósitos de níquel localizados en la última década, de los 82 identificados entre 1990 y 2022²⁸.

El elemento dinamizador es, por tanto, el empuje generado por la transición energética y digital que está propiciando que la industria metalúrgica y minera vaya acaparando paulatinamente el interés inversor, dejando de ser un sector infravalorado a pasar a convertirse en una «enorme oportunidad de valor»²⁹, como predice BlackRock, el gestor de fondos más importante del mundo. La recomendación de estos expertos gestores mundiales es clara, los inversores climáticos deberían comprar minas.

Argentina ya ha comenzado a generar ese *momentum* entre las empresas mineras con la fusión histórica entre la estadounidense Livent y la australiana Allkem³⁰, un movimiento de importante

²⁷ Binnie, I. (2022). «IEA warns global solar supply chains are too concentrated in China». *Reuters*, 7 de julio. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.reuters.com/business/energy/iea-warns-global-solar-supply-chains-are-too-concentrated-china-2022-07-07/>

²⁸ Hernandez-Roy, C., Laske, N. y Ziemer, H. (2023). «Western Hemisphere Minerals Strategy for the Energy Transition». *Center for Strategic and International Studies (CSIS)*, 16 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.csis.org/analysis/western-hemisphere-minerals-strategy-energy-transition>

²⁹ Farchy, J. (2023). «BlackRock Says Investors Focused on Climate Should Buy Miners». *Bloomberg*, 30 de octubre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-10-30/buy-metals-companies-if-you-care-about-climate-says-blackrock#xj4y7vzkg>

³⁰ Reuters. (2023). «Allkem-Livent merger gets regulatory approvals before shareholder vote». *Reuters*, 14 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://>

impacto geopolítico. El inicio de una revolución asociada al litio que ha pasado de representar el 6 % de las exportaciones mineras argentinas a situarse en el 18 % en 2023, según fuentes oficiales, con previsión incluso de mayores crecimientos de consolidarse los seis proyectos previstos para 2025.

Los movimientos de la industria también se aprecian en la minería *greenfield*, siendo la primera vez que la Corporación Financiera Internacional del Banco Mundial invierte en litio, financiando con 180 millones de dólares un proyecto de préstamo verde englobado en el ámbito de la sostenibilidad³¹. Anuncios de inversión que requieren tanto de talento cualificado como de medidas políticas para traducirlos en entrada de capital inversor, de ahí el impacto de la geopolítica de la tecnología en la definición de la agenda estratégica de los países latinoamericanos con importantes reservas de litio.

La carrera de la diplomacia de minerales se acelera propiciando, asimismo, transformaciones en las estrategias de negocio, impulsando un paso acelerado del tradicional modelo de integración horizontal a otro de integración vertical, donde una misma empresa pasa a controlar de forma amplia la cadena de suministro. Competir en este nuevo modelo, que están liderando empresas chinas de coches eléctricos³² y de baterías eléctricas³³, supone para el resto de potencias innovadoras impulsar relaciones comerciales con los países que serán claves en la era digital y energética. Se trata, por tanto, de dar mayor visibilidad en la agenda estratégica a América Latina, por su destacado protagonismo en las cadenas de suministro de materias primas clave, así como al Sudeste Asiático e India, por su creciente participación en la política de *nearshoring* impulsada por Estados Unidos para reducir la dependencia de China (figura 5).

www.reuters.com/markets/deals/allkem-livent-merger-gets-regulatory-approvals-before-shareholder-vote-2023-11-14/

³¹ Grupo Banco Mundial (2023). «IFC invierte por primera vez en litio para apoyar el desarrollo de Sal de Vida en Argentina». *International Finance Corporation*, 24 de julio. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://pressroom.ifc.org/all/pages/PressDetail.aspx?ID=27679>

³² BYD. (2022). «China's BYD Wins Chile Lithium Extraction Contract». *Build Your Dreams*, 14 de enero. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://en.byd.com/news/chinas-byd-wins-chile-lithium-extraction-contract/>

³³ Mining Technology. (2023). *CATL-led consortium to build lithium extraction plants in Bolivia*, 20 de junio. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.mining-technology.com/news/catl-lithium-extraction-bolivia/>



Figura 5. Mapa de acuerdos de comercio de la Unión Europea.
Fuente: Comisión Europea

Sin embargo, tras la negociación fallida con Mercosur, que se suma a las anteriores con India³⁴ y Australia³⁵, donde destaca la pérdida de acceso a la industria de minerales críticos del país austral, cobra relevancia la decisión adoptada por la Unión Europea para la modernización de la relación comercial con Chile,³⁶ que refuerza la autonomía estratégica de Europa aportando mayor seguridad a la cadena de suministro (figura 6).

Se trata, por tanto, de adaptarse mejor y más rápidamente a un modelo de globalización en transición donde la diplomacia de los minerales cobra fuerza en las relaciones bilaterales. En esta carrera por el tiempo, las potencias innovadoras vigorizan sus relaciones en perspectiva de los cambios que anticipan la transición digital y energética en las cadenas de suministro. En el caso de Estados Unidos, doce de los veinte acuerdos de libre comercio en vigor se encuentran en la región americana, aportando

³⁴ Reuters. (2023). «EU only wants free trade deal with India that gives it 'real' market access». *Reuters*, 20 de octubre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.reuters.com/markets/eu-only-wants-free-trade-deal-with-india-that-gives-it-real-market-access-2023-10-20/>

³⁵ Reuters. (2023). «Australia, EU say trade deal likely years away after rejecting terms». *Reuters*, 30 de octubre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.reuters.com/business/australia-says-it-made-no-progress-trade-talks-with-eu-2023-10-30/>

³⁶ Consejo Europeo. (2023). «UE-Chile: el Consejo adopta Decisiones relativas a un acuerdo de asociación modernizado». *Consejo de la Unión Europea*, 4 de diciembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.consilium.europa.eu/es/press/press-releases/2023/12/04/eu-chile-council-adopts-decisions-for-a-modernised-association-agreement/>

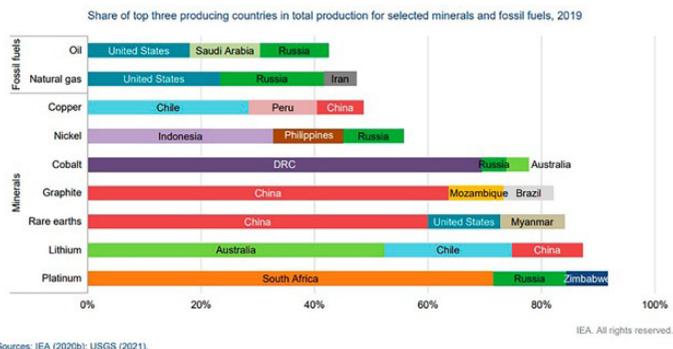


Figura 6. Participación de los tres principales países productores en la producción total de minerales y combustibles fósiles seleccionados, 2019.
Fuente: AIE

dinamismo a su política industrial de *nearshoring*. A estos se suma recientemente uno específico con Japón³⁷ para impulsar la diversificación de la cadena de suministro de minerales críticos, enfocado al cobalto, grafito, litio, manganeso y níquel, además de promover la adopción de tecnologías de baterías de vehículos eléctricos.

Aún en posición de dominio de la cadena de suministro, China, por su parte, sigue impulsando un esquema de fortalecimiento de las relaciones comerciales en grupos donde su protagonismo es evidente, propiciando la primera ampliación de los BRICS desde 2010. Bajo propuesta china, Arabia Saudita, Argentina, Egipto, Emiratos Árabes Unidos, Etiopía e Irán se sumarán a partir del 1 de enero de 2024 al grupo, todos ellos importantes exportadores de *commodities* e importantes actores en las cadenas de suministro.

En definitiva, las potencias innovadoras agilizan sus estrategias geopolíticas para impulsar la diversificación y resiliencia de la cadena de suministro para reducir los impactos que la geopolítica de la tecnología está generando en la transición digital y energética. De ahí, que dependerá de la agilidad de la Unión Europea para visualizar una agenda estratégica a largo plazo, pero de implementación estructurada a corto, la viabilidad de adaptar las ventajas competitivas históricas de Europa a la era digital.

³⁷ Office of the United States Trade Representative, (2023). *Agreement between the Government of the United States of America and the Government of Japan on Strengthening Critical Minerals Supply Chains*, 28 de marzo. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://ustr.gov/sites/default/files/2023-03/US%20Japan%20Critical%20Minerals%20Agreement%202023%2003%2028.pdf>

Esta nueva etapa, de hecho, va a requerir importantes dinámicas de cambio, y no solo en aras de fortalecer la innovación digital y el desarrollo de tecnologías verdes. Se trata, asimismo, de generar *momentum* en el impulso del emprendimiento a través de *startups* de innovación en sectores digitales y energéticos desde un ecosistema que fomente el desarrollo y atracción del talento digital. Aunque el mayor desafío global vendrá de incorporar la diplomacia de minerales como eje central en la definición de las políticas industriales de la Unión Europea, con capacidad para atraer financiamiento internacional que revitalice la industria minera y de reciclaje de forma sostenible, además de impulsar la innovación en materiales. Palancas estratégicas que aseguren la redefinición industrial en la era digital de Europa, de forma que siga manteniendo su competitividad global como actor tecnológico y energético.

3. Inteligencia artificial, la gran desconocida

La ansiada revolución de la inteligencia artificial (IA) ha pasado de ser una evolución tecnológica ampliamente esperada en muchos sectores a generar un importante desconcierto por las implicaciones que un uso descontrolado pueda tener a nivel global. Legisladores y reguladores se ven sobrepasados por esta revolución tecnológica.

La visualización gráfica de las más importantes tendencias que han destacado en el panorama global en *The year in charts* de McKinsey³⁸ ya destaca la irrupción de la IA dentro del ámbito de las tecnologías disruptivas como principal tendencia, donde los riesgos geopolíticos también figuran entre los desafíos globales que ya han tenido que enfrentar las empresas durante 2023 (figura 7).

Este hecho es reflejo de que los grandes avances tecnológicos provocan preocupación. Y, en el caso de la Unión Europea, un posible exceso de celo en ser el primero en regular de forma integral una tecnología todavía incipiente que ha avanzado en la IA generativa de imágenes y en sistemas de IA de propósito general (GPAI), como ChatGPT, pero que todavía tiene múltiples capacidades por desarrollar si dispone de escenarios de innovación

³⁸ McKinsey & Company. (2023). *2023: The year in charts*, 8 de diciembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/2023-year-in-review/2023-the-year-in-charts>

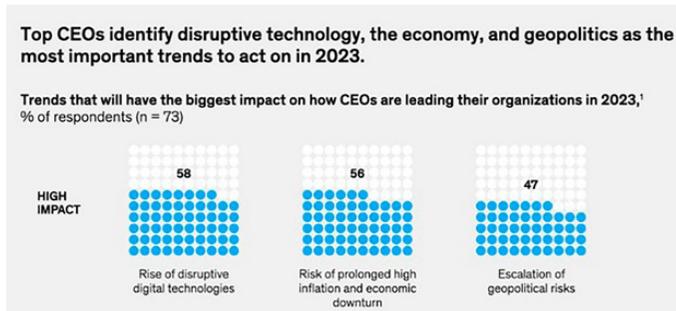


Figura 7. La inteligencia artificial, tendencia más importante en 2023.
Fuente: McKinsey

propicios. La nota de prensa³⁹ anunciaba la preaprobación de la Ley de IA en diciembre de 2023, clasificando los sistemas de IA según el potencial de riesgo, y se adelantaba que la ley «apoyará el desarrollo, el despliegue y la adopción de una IA fiable en la UE. Nuestra Ley de IA hará una contribución sustancial al desarrollo de reglas y principios globales para una IA centrada en el ser humano». Pero las capacidades disruptivas de la IA irán a mayor velocidad de lo que esta y otras leyes sean capaces de regular.

De hecho, el grado de desarrollo de la investigación científica en IA es un indicador del grado de relevancia que va adquiriendo esta tecnología anticipando potenciales capacidades, pero también posibles futuras dependencias entre países en cuanto a estándares e innovaciones. Si bien la investigación en IA se ha venido manteniendo estable en Europa durante los últimos años, el reflejo de un entorno geopolítico cada vez más desafiante ha impulsado el ritmo en China (figura 8).

Este desequilibrio que comienza a acentuarse en la investigación científica, y donde China está dejando atrás a Europa, a pesar de sus muchas colaboraciones conjuntas, también es patente en la forma de abordar la inversión en IA. Los polos tecnológicos de Estados Unidos, Europa y China dinamizan sus desarrollos en inteligencia artificial, aunque es masivo el enfoque de apostar por la inversión en capital riesgo en el caso de las *startups* estadounidenses. Se trata de un ecosistema que ha conseguido alcanzar 68 000 millones de dólares, según la estimación de la OECD para

³⁹ European Commission. (2023). *Commission welcomes political agreement on Artificial Intelligence Act. 9 de diciembre*. [Consulta: 2024]. Disponible en: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_6473

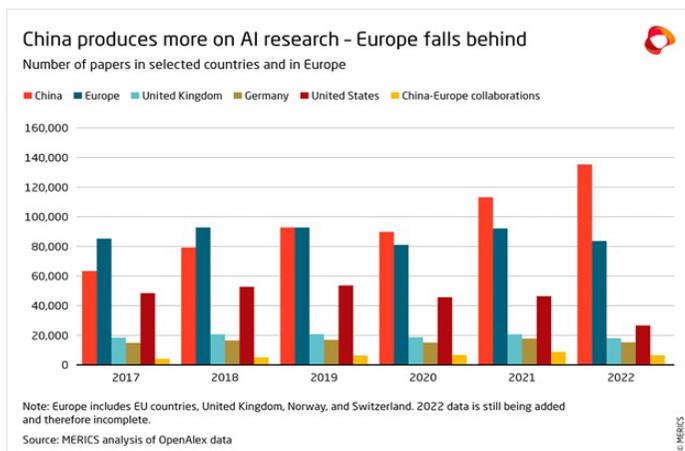


Figura 8. China produce más investigación en IA, Europa se queda atrás.
Fuente: MERICS

2023, el 66 % del total, frente a los 15 071 millones de dólares de China, y los escasos 8207 millones de dólares de la Unión Europea, es decir, ocho veces menos que Estados Unidos y casi la mitad que China (figura 9).

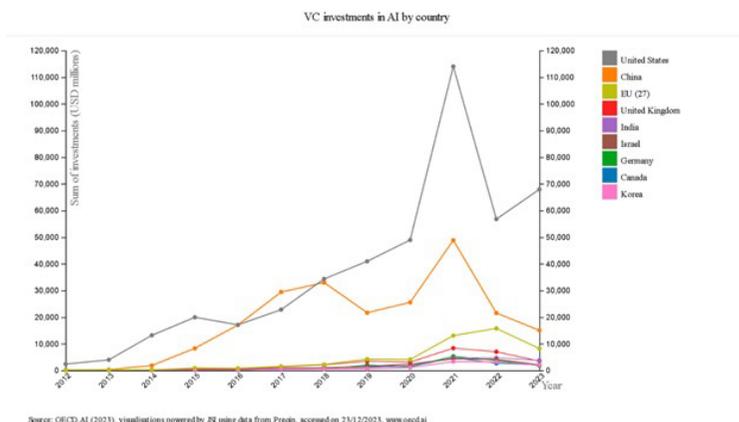


Figura 9. Inversiones de capital de riesgo en IA por país.
Fuente: OECD artificial intelligence

En este sentido, la velocidad a la que las *startups* estadounidenses de IA captan financiación sigue el mismo ritmo frenético que los avances que genera la tecnología, invirtiéndose uno de cada cuatro dólares en *startups* de IA, lo que supone capturar el doble de financiación que hace un año, pasando del 11 % en 2022 al 26 % en los primeros seis meses de 2023, según Crunchbase.

La visión acumulada arroja una imagen todavía más clara de cómo divergen los objetivos respecto a la captación de inversión de capital riesgo para el desarrollo de la IA, alcanzándose 442 320 millones de dólares en Estados Unidos, el doble de lo que ha conseguido atraer China, con 222 733 millones de dólares, frente a los 51 400 millones de dólares de la Unión Europea entre 2012 y 2023, a los que habría que sumar unos 10 000 millones de dólares capturados por el Reino Unido hasta 2020.

Divergencia de enfoques frente a la IA entre los tres grandes actores tecnológicos que puede llegar a convertirse en un obstáculo insalvable si la regulación temprana de la IA supone un freno para las aspiraciones tecnológicas de la Unión Europea ante la era digital. A este respecto, ante el lastre en competitividad que podría suponer para empresas europeas ya consolidadas como unicornios⁴⁰, aquellas valoradas en más de mil millones de dólares, entre las que figuran las compañías alemanas DeepL y Helsing, países como Francia⁴¹, pero también Alemania e Italia están valorando modificaciones a la ley antes de que los países miembros la aprueben a finales de 2026. Algunas partes de la ley podrían entrar en vigor antes, aunque su apuesta es no regular la tecnología en sí misma sino únicamente su aplicación. Se trata de valorar en clave geopolítica el coste de oportunidad que supondría regular ahora para que entre en vigor dentro de dos años, teniendo en cuenta la velocidad a la que evoluciona la IA.

En cuanto a la capacidad evolutiva de la IA y a su regulación, sería de esperar que minimizar el impacto de la desinformación difundida por la inteligencia artificial fuera una de las prioridades de los americanos ante el incipiente inicio de la carrera presidencial para llegar a la Casa Blanca en 2024. Bien al contrario, la regulación de la IA no figura entre las prioridades de los estadounidenses, según una encuesta de Axios junto a Morning Consult⁴², de ahí que el Gobierno podría plantearse abordar este tema para después de las elecciones. Entre quince prioridades propuestas, la regulación de las compañías tecnológicas figura en el puesto

⁴⁰ Teare, G. (2023). «Meet The New AI Unicorns Of 2023». *Crunchbase news*, 27 de octubre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://news.crunchbase.com/ai/new-ai-unicorns-2023-list-llm-platforms-cohere/>

⁴¹ Espinoza, J. (2023). «EU's new AI Act risks hampering innovation, warns Emmanuel Macron». *Financial Times*, 11 de diciembre. [Consulta: 2024].

⁴² Heath, R. y Talev, M. (2023). «Poll: AI regulation is not a priority for Americans». *AXIOS*, 7 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.axios.com/2023/11/07/ai-regulation-chat-gpt-us-politics-poll>

catorce, la regulación de la IA puntúa bastante por debajo de evitar el cierre del Gobierno, reducir el déficit federal, la reforma sanitaria y adoptar medidas para estimular la economía, en esencia las grandes prioridades del ciudadano estadounidense.

Otra cuestión es la preocupación por la IA, que existe tanto entre los consumidores estadounidenses como europeos⁴³, siendo algo menos popular en Estados Unidos, alcanzando el 55 %, mientras que en Europa se sitúa entre el 58-66 %, según una encuesta de Morning Consult realizada en Estados Unidos, Francia, Alemania, Italia, España y Reino Unido entre junio y julio de 2023. Un dato que resulta similar al estudio realizado por PEW Research Center⁴⁴ que refleja el ascenso de la preocupación del 38 % al 52 % en 2023 respecto al año anterior entre la población estadounidense.

Regulación y percepción evolucionan entre consumidores y reguladores en Estados Unidos y Europa apenas un año después del revolucionario lanzamiento de ChatGPT por parte de OpenAI el 30 de noviembre de 2022. Tiempo también de debate en cuanto al impacto de la IA en el mundo laboral y a la posible reducción de la jornada semanal a tres días, como pronostica Bill Gates⁴⁵. A estas cuestiones se suma el mantra de aprovechar los beneficios de la aplicación temprana de las nuevas tecnologías en el ámbito de los negocios, que también aplica a la IA en el caso de Estados Unidos. De ahí que concedores del mayor dinamismo en cuanto a la atracción de inversión de capital riesgo, los reguladores estadounidenses estén centrando su preocupación en el riesgo de inestabilidad financiera que pueda producir la IA, adelantando Janet Yellen, la secretaria del Tesoro de los Estados Unidos, que el control de esta amenaza será de máxima prioridad para 2024⁴⁶. Un paso más tras el decreto anunciado por Biden para regular la

⁴³ Allsup, M. (2023). «US and European consumers agree on AI concerns». *Tech Brew*, 26 de julio. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.emergingtechbrew.com/stories/2023/07/26/us-europe-consumers-ai-concerns>

⁴⁴ Faverio, M. y Tyson, A. (2023). «What the data says about Americans' views of artificial intelligence». *Pew Research Center*, 21 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.pewresearch.org/short-reads/2023/11/21/what-the-data-says-about-americans-views-of-artificial-intelligence/>

⁴⁵ Hart, J. (2023). «Bill Gates says a 3-day work week where 'machines can make all the food and stuff' isn't a bad idea». *Business Insider*, 2 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.businessinsider.com/bill-gates-comments-3-day-work-week-possible-ai-2023-11>

⁴⁶ Condon, C. (2023). «Yellen Says US to Examine AI's Risks to Financial Stability». *Bloomberg*, 14 de diciembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://news.bloomberglaw.com/artificial-intelligence/yellen-says-us-will-examine-ais-risks-to-financial-stability>

IA⁴⁷ en octubre de 2023, con el que se busca impulsar un alto grado de colaboración público-privada, aunque obliga a notificar a las autoridades federales avances que supongan «riesgo grave para la seguridad nacional, económica o para la salud y seguridad públicas».

Pero el impacto potencial de los sistemas de IA también genera escepticismo en muchas otras áreas, por la capacidad de manipular contenido o de generar contenido engañoso, a lo que se suman los riesgos derivados sobre cuestiones que son difíciles de predecir, sobre todo en el ámbito de la ciberseguridad y la biotecnología. De la «posibilidad de que se produzcan daños graves, incluso catastróficos, ya sean deliberados o no, derivados de las capacidades más importantes de estos modelos de IA» surge la Declaración Bletchley⁴⁸, firmada por veintinueve países, entre los que figuran Estados Unidos, la Unión Europea, China y España, entre otros, durante la Cumbre de Seguridad de la IA celebrada en Bletchley Park, Reino Unido, en noviembre de 2023. Sin ser vinculante, porque no obliga a nada, el éxito de esta primera cumbre ha sido aunar la colaboración internacional de los principales países innovadores para identificar los riesgos de seguridad de la IA de interés compartido, a la vez que se construyen políticas para prevenirlos.

Países y empresas muestran su interés por colaborar en regular la seguridad de la IA sin que se refleje todavía el impacto significativo que tendrá en la estrategia militar. En este contexto, el marco de aplicación de la IA será amplio, pudiendo proponer la mejor táctica para una determinada situación, predecir posibles fallos logísticos y tecnológicos, y reducir la vulnerabilidad frente a los drones. Sin embargo, entre los riesgos destaca la manipulación de inteligencia que pueda propiciar nuevas formas de ciberataques militares.

Frente a anteriores avances militares que tardaron décadas en consolidarse, el impacto de la IA apenas tardará una década en

⁴⁷ The White House. (2023). *Fact Sheet: President Biden Issues Executive Order on Safe, Secure, and Trustworthy Artificial Intelligence*, 30 octubre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/10/30/fact-sheet-president-biden-issues-executive-order-on-safe-secure-and-trustworthy-artificial-intelligence>

⁴⁸ UK Government. (2023). «The Bletchley Declaration, AI Safety Summit 2023». *Gov.uk*, 1 noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/ai-safety-summit-2023-the-bletchley-declaration/the-bletchley-declaration-by-countries-attending-the-ai-safety-summit-1-2-november-2023>

hacerlo y, seguramente, comenzará a ser diferencial antes, con consecuencias todavía impredecibles. De ahí la propuesta de James Stavridis⁴⁹, almirante retirado de la Marina de los Estados Unidos y excomandante supremo aliado de la OTAN, de desarrollar barreras militares en torno a la IA, como ya se hizo con las armas nucleares. Una especie de Convenios de Ginebra adaptados a la prohibición de acciones generadas por la IA que afecten a poblaciones civiles, así como a las estrategias de ataques de enjambres de sensores o misiles no tripulados impulsados por IA. Destaca la propuesta de Henry Kissinger y Graham Allison⁵⁰ buscando aplicar las lecciones aprendidas en la competición armamentística nuclear y el poder de la disuasión a este período incierto de avance de la IA en tecnología militar, haciendo una llamada a un mayor diálogo entre Biden y Xi.

Relevantes son, por tanto, las conversaciones bilaterales iniciadas entre Estados Unidos y China para abordar los riesgos asociados a la aplicación de la IA en áreas militares sensibles⁵¹ durante la cumbre de la APEC, celebrada en California en noviembre de 2023. Un avance significativo entre las dos grandes potencias ante la creciente tensión en el Indo-Pacífico, principalmente en torno a la cuestión de Taiwán, centrando el eje de preocupación en evitar los daños potenciales que podría tener el uso de la IA en el mando y control de armas nucleares y los sistemas de armas autónomas como drones, resaltando la preocupación de la falta de regulación de esta tecnología. Una cuestión que ya había generado una «llamada a la acción» del uso responsable de la IA en el ámbito militar durante la primera cumbre internacional sobre IA militar (REAIM⁵², Responsible AI in the Military domain) celebrada en La Haya y organizada conjuntamente entre Países Bajos y Corea del Sur en febrero de 2023. Atendiendo al

⁴⁹ Stavridis, J. (2023). «Let's Talk About AI on the Battlefield». *Bloomberg*, 30 de diciembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2023-10-30/biden-s-ai-executive-order-is-a-good-start-but-what-about-the-military>

⁵⁰ Kissinger, H. y Allison, G. (2023). «The Path to AI Arms Control: America and China Must Work Together to Avert Catastrophe». *Foreign Affairs*, 3 octubre 13. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.foreignaffairs.com/united-states/henry-kissinger-path-artificial-intelligence-arms-control>

⁵¹ Patrick, I., Magnier, M. y Wang, A. (2023). «Biden, Xi set to pledge ban on AI in autonomous weapons like drones, nuclear warhead control: sources». *South China Morning Post*, 11 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.scmp.com/news/china/military/article/3241177/biden-xi-set-pledge-ban-ai-autonomous-weapons-drones-nuclear-warhead-control-sources>

⁵² <https://reaim2023.org/>

uso responsable, un concepto vago en cuanto al desarrollo de IA con fines militares, en el encuentro se llegó a un compromiso de sesenta países en una declaración de Llamada a la acción REAIM 2023⁵³, a pesar de que Washington y otros países desarrollados son contrarios a limitaciones legales en el uso de la IA que les reste competitividad frente a sus rivales. Esquema que aplica a la visión de Israel, asistente al encuentro, aunque no firmante de esta declaración, ni de la Declaración política sobre uso militar responsable de la inteligencia artificial y autonomía en el ámbito militar⁵⁴ que surgió del encuentro de REAIM, que firmaron 47 países, entre ellos Estados Unidos, también España, y que tampoco contó con la firma de China.

Como resultado de la creciente concienciación del impacto de la IA en el ámbito militar, la Alianza Atlántica ya ha anunciado que avanzará en una nueva versión⁵⁵ de su Estrategia de IA de la OTAN⁵⁶ apenas dos años después de publicarla. Los riesgos inherentes a la evolución de la tecnología son evidentes y requieren la inclusión del uso de IA generativa tras el creciente número de ataques cibernéticos a infraestructuras críticas en 2023 en 120 países, la mitad miembros de la OTAN.

Regulación de la IA y su aplicación en la tecnología militar son parte del debate del desafío global que representa la inteligencia artificial, al que se suma además el impacto sobre el medioambiente y cómo la acción de estos dos grandes vectores de cambio, la inteligencia artificial y el cambio climático, van a modelar de forma conjunta nuestro entorno en los próximos años. Entre los efectos positivos, destaca la aplicación de la IA en la predicción de fenómenos meteorológicos extremos, convirtiéndose en un

⁵³ Government of the Netherlands. (2023). *Reaim 2023 Call to Action*, 16 de febrero. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.government.nl/documents/publications/2023/02/16/reaim-2023-call-to-action>

⁵⁴ U.S. Department of State. (2023). *Political Declaration on Responsible Military Use of Artificial Intelligence and Autonomy*, 13 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.state.gov/political-declaration-on-responsible-military-use-of-artificial-intelligence-and-autonomy-3/>

⁵⁵ Gosselin-Malo, E. (2023). NATO to update artificial intelligence strategy amid new threats. *C4isrnet*, 30 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.c4isrnet.com/artificial-intelligence/2023/11/30/nato-to-update-artificial-intelligence-strategy-amid-new-threats/>

⁵⁶ NATO. (2021). «Summary of the NATO Artificial Intelligence Strategy». *North Atlantic Treaty Organization*, 22 de octubre. [Consulta: 2024]. Disponible en: https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_187617.htm

impulso diferencial⁵⁷ en la consecución de los diecisiete Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. En esta línea, el informe presentado en la COP28 por Boston Consulting Group⁵⁸ relacionó el uso de la IA con la reducción de las emisiones de dióxido de carbono entre un 5-10 % para 2023. Y para medir su evolución, la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático anunció en este mismo foro un acuerdo con Microsoft⁵⁹ para realizar el seguimiento de los compromisos climáticos de los países utilizando la IA.

Los beneficios de la IA en el desarrollo sostenible serán numerosos. Sin embargo, la parte menos positiva es que su uso está asociado a un consumo muy elevado de energía, entre los 85 y 134 teravatios-hora (TWh) de electricidad al año para 2027, similar a las necesidades energéticas anuales de países como Países Bajos⁶⁰. En el momento en que la IA se vuelva masiva en las industrias y se creen nuevas empresas especializadas, su impacto ambiental se convertirá en un importante desafío, más allá de los avances que genere la propia tecnología. Las *startups* más conocidas de IA ya disponen de nuevas capacidades en las versiones que se lanzarán de GPT-6 por parte de OpenAI, de LLaMA 3 en el caso de Meta y de mejoras en el modelo Gemini de Google en 2024. Y a las nuevas capacidades se asocian crecientes demandas energéticas.

En definitiva, las *startups* que hoy existen en IA apenas son una pequeña representación de las que irán apareciendo en los próximos años, transformando y remodelando industrias, automatizando trabajos, modelando perfiles de talento digital y generando debates sobre las implicaciones del *copyright* en el

⁵⁷ United Nations. (2023). *Explainer: How AI helps combat climate change*, 3 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://news.un.org/en/story/2023/11/1143187>

⁵⁸ BCG. (2023). *Accelerating Climate Action with AI*, Boston Consulting Group, noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.gstatic.com/gumdrop/sustainability/accelerating-climate-action-ai.pdf>

⁵⁹ Microsoft. (2023). *UNFCCC partners with Microsoft to use AI and advanced data technology to track global carbon emissions and assess progress under the Paris Agreement*, 29 de noviembre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://news.microsoft.com/2023/11/29/unfccc-partners-with-microsoft-to-use-ai-and-advanced-data-technology-to-track-global-carbon-emissions-and-assess-progress-under-the-paris-agreement/>

⁶⁰ De Vries, A. (2023). The growing energy footprint of artificial intelligence. *Joule*, 7(10), 2191-2194, 10 de octubre. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.joule.2023.09.004>

resultado generado por IA, entre otras muchas cuestiones que irán surgiendo.

Se trata, por tanto, de una revolución tecnológica que más que nunca producirá uno de los cambios sociales más significativos de las últimas décadas. Y el impacto de la IA en la geopolítica de la tecnología será, igualmente, una de las dinámicas de cambio que mayores desafíos va a presentar en la construcción de futuros equilibrios de poder en una geopolítica en transición.

Bibliografía

- Climate Action Tracker. (2023). COP28: time for world to focus on oil and gas phase-out, renewables target, not distractions like CCS. Climate Action Tracker briefing. Junio 2023. Climate Action Tracker (Climate Analytics, NewClimate Institute).
- Climate Policy Initiative. (2023). Global Landscape of Climate Finance 2023. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/global-landscape-of-climate-finance-2023/>
- IEA. (2023a). Energy Technology Perspectives 2023. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023>
- IEA. (2023b). World Energy Outlook 2023. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023>
- IPCC. (2018). «Summary for Policymakers». En: Masson-Delmotte, V. et al. (eds.). *Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change*. Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press, pp. 3-24. [Consulta: 2024]. Disponible en: doi:10.1017/9781009157940.001.
- Net Zero Tracker. (2023). Net Zero Socktake 2023: Assessing the status and trends of net zero target setting, junio. [Consulta: 2024]. Disponible en: https://ca1-nzt.edcdn.com/Reports/Net_Zero_Stocktake_2023.pdf?v=1696255114
- SEI. Climate Analytics, E3G, IISD and UNEP. (2023). The Production Gap: Phasing down or phasing up? Top fossil fuel producers plan even more extraction despite climate promises. Stockholm Environment Institute, Climate Analytics, E3G, International Institute for Sustainable Development and

- United Nations Environment Programme. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.51414/sei2023.050>
https://productiongap.org/wp-content/uploads/2023/11/PGR2023_web.pdf
- UN HLEG. (2022). Integrity Matters: Net Zero Commitments by Businesses, Financial Institutions, Cities and Regions. United Nations' High-Level Expert Group on the Net Zero Emissions Commitments of Non-State Entities. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/high-level-expert-group-update7.pdf>
- IEA (International Energy Agency). (2022). The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/the-role-of-critical-minerals-in-clean-energy-transitions>
- . (2023). World Energy Investment. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/world-energy-investment-2023/overview-and-key-findings>
- Energy Transitions Commission. (2023). Material and Resource Requirements for the Energy Transition. [Consulta: 2024]. Disponible en: https://www.energy-transitions.org/publications/material-and-resource-energy-transition/?utm_source=substack&utm_medium=email
- Arcesati, R., Chang, W., Hmadi, A. y Von Camap, K. (2023). AI Entanglements Balancing risks and rewards of European-Chinese collaboration. MERICS. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://merics.org/en/report/ai-entanglements-balancing-risks-and-rewards-european-chinese-collaboration>
- Government of the Netherlands. (2023). REAIM 2023 Call to Action. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.government.nl/documents/publications/2023/02/16/reaim-2023-call-to-action>
- NATO. (2021). Summary of the NATO Artificial Intelligence Strategy. North Atlantic Treaty Organization, October 22. [Consulta: 2024]. Disponible en: https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_187617.htm
- UK Government. (2023). Policy Paper: The Bletchley Declaration by Countries Attending the AI Safety Summit, 1-2 November 2023. [Consulta: 2024]. Disponible en: <https://www.gov.uk/government/publications/ai-safety-summit-2023-the-bletchley-declaration/the-bletchley-declaration-by-countries-attending-the-ai-safety-summit-1-2-november-2023>