



Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo

Distr. general
26 de febrero de 2025
Español
Original: inglés

Junta de Comercio y Desarrollo Grupo Intergubernamental de Expertos en Comercio Electrónico y Economía Digital

Octavo período de sesiones
Ginebra, 12 a 14 de mayo de 2025
Tema 3 del programa provisional

Poner la digitalización al servicio de un desarrollo inclusivo y sostenible

Nota de la secretaría de la UNCTAD

Resumen

Ahora que el mundo afronta retos globales más profundos e interconectados, resulta fundamental entender mejor sus complejidades, para poder orientar los debates sobre políticas a todos los niveles. En esta nota se analiza la relación entre la rápida digitalización, la sostenibilidad ambiental y el desarrollo inclusivo. Se describen los importantes efectos que causa en el medio ambiente la digitalización a lo largo de su ciclo de vida, así como las consiguientes repercusiones en el comercio y el desarrollo. Alcanzar una digitalización inclusiva y ambientalmente sostenible requiere medidas de política a escala nacional, regional e internacional, y que todas las partes interesadas emprendan iniciativas destinadas a asegurar la sostenibilidad del consumo y la producción.





Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo

Distr. general
28 de marzo de 2025
Español
Original: inglés

Junta de Comercio y Desarrollo
Grupo Intergubernamental de Expertos
en Comercio Electrónico y Economía Digital
Octavo período de sesiones
Ginebra, 12 a 14 de mayo de 2025
Tema 3 del programa provisional

Poner la digitalización al servicio de un desarrollo inclusivo y sostenible

Nota de la secretaría de la UNCTAD

Corrección

1. Página 6, recuadro

Sustitúyase el texto actual por el siguiente

Aumentan los impactos ambientales por el auge de la inteligencia artificial

La aceleración del desarrollo y despliegue de la inteligencia artificial que siguió a la aparición de Chat GPT [transformador generativo preentrenado] en 2022 está provocando un rápido aumento de los costos ambientales en cuanto a demanda de materiales, consumo de agua y energía, contaminación atmosférica y emisiones de carbono y generación de residuos electrónicos. La competencia, sobre todo entre las grandes empresas tecnológicas, por desarrollar modelos de inteligencia artificial más potentes y sofisticados requiere una capacidad de procesamiento de datos y computación cada vez mayor para el entrenamiento y la inferencia, lo que se traduce sobre todo en un notable aumento de la demanda de centros de datos. Según un estudio de una empresa de consultoría, la demanda mundial de capacidad de los centros de datos podría superar el triple de la cifra actual de aquí a 2030, siendo la inteligencia artificial el principal motor de esa demanda. La inversión en centros de datos aumenta en todo el mundo; una empresa de análisis y asesoría calcula que el gasto en sistemas de centros de datos aumentó un 39,4 % en 2024, y se prevé que aumente en un 23,2 % en 2025.

Hay pocos datos que demuestren el impacto ambiental de la inteligencia artificial, ya que las empresas tecnológicas no suelen divulgar esa información y las metodologías de evaluación varían. Sin embargo, los análisis que han proliferado últimamente apuntan a que los impactos son considerables y están aumentando rápidamente con los avances en inteligencia artificial generativa. Por ejemplo, las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del uso de la inteligencia artificial son considerables; Google emitió un 48 % más de gases de efecto invernadero entre 2019 y 2024 y las emisiones de Microsoft en 2024 fueron casi un 31 % más altas que en 2020. Según un estudio de medios, las emisiones de las grandes empresas tecnológicas podrían superar en muchas veces a las declaradas oficialmente, debido a los distintos métodos de contabilidad. Otro estudio de una empresa de servicios financieros muestra que las emisiones de los centros de datos podrían duplicarse con creces entre 2020



y 2030. Al aumentar los centros de datos y los chips de unidades de procesamiento gráfico, necesarios para el despliegue de la inteligencia artificial, también aumenta considerablemente la demanda de minerales, metales y otros materiales.

El consumo elevado y cada vez más intenso de energía en el despliegue de la inteligencia artificial resulta cada vez más evidente. Se calcula que la electricidad requerida para realizar una búsqueda con inteligencia artificial es diez veces superior a la que hace falta para las búsquedas en línea convencionales. Según un estudio de una empresa de servicios financieros, la demanda de energía de los centros de datos aumentará en un 160 % de aquí a 2030 y en 2024 los centros de datos de todo el mundo consumirán entre el 1 % y el 2 % de la energía total, porcentaje que podría llegar a situarse en el 3 % o el 4 % a finales de la década de 2020. Para 2028, se espera que la inteligencia artificial represente alrededor del 19 % de la demanda de energía de los centros de datos, lo que hace temer efectos negativos en la red eléctrica: podrían producirse apagones y déficits de generación eléctrica que, a su vez, podrían limitar el despliegue de la inteligencia artificial. Por lo tanto, se vuelve a las fuentes de combustibles fósiles y se reactivan los planes de energía nuclear, ya que las fuentes de energía renovables no bastan para satisfacer la demanda. Lo ideal sería que las fuentes de energía renovables sustituyeran, en lugar de complementar, el uso de combustibles fósiles.

El aumento de la demanda energética de los centros de datos hace que peligren los avances hacia los objetivos relacionados con el clima que han logrado tanto las grandes empresas tecnológicas como algunas economías. En Irlanda, por ejemplo, los centros de datos pasaron de consumir un 5 % de la electricidad nacional en 2015 al 21 % en 2023 y las proyecciones indican que podría alcanzar el 28 % en 2031. La producción de chips también pone en peligro la consecución de los objetivos climáticos, por ejemplo en la Provincia China de Taiwán. La tecnología de inteligencia artificial y la producción de chips también tienen un impacto considerable en el consumo de agua. Un estudio en el que colaboraron los medios de comunicación y el mundo académico ha demostrado que para redactar un mensaje de correo electrónico de 100 palabras utilizando Chat GPT-4 se gasta más de medio litro de agua. Se calcula que la demanda mundial de agua derivada del uso de la inteligencia artificial podría situarse entre los 4.200 millones y 6.600 millones de metros cúbicos en 2027, cifra superior a la mitad del consumo anual de 2023 en el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte. Dado que el 95 % del agua que se consume en los centros de datos es potable y que la mayor parte se evapora, resulta preocupante la competencia suscitada con usos más esenciales del agua, sobre todo en los lugares donde escasea. Además, la contaminación atmosférica derivada de la fabricación, la generación de electricidad y el uso de generadores diésel de reserva es otro efecto medioambiental que puede tener un impacto considerable en la salud pública.

En la fase final de su vida útil, la tecnología de inteligencia artificial genera más residuos electrónicos, ya que hay que adquirir nuevos dispositivos y reemplazar los equipos con mayor frecuencia. Según un estudio publicado con revisión externa, la acumulación de residuos electrónicos procedentes de la inteligencia artificial generativa podría alcanzar un total de entre 1,2 millones y 5 millones de toneladas entre 2020 y 2030. La tasa compuesta estimada de crecimiento anual de los residuos electrónicos procedentes de grandes modelos lingüísticos de inteligencia artificial oscila entre el 129 % y el 167 % entre 2023 y 2030, frente al 3,6 % correspondiente a los residuos electrónicos convencionales a escala mundial.

El creciente impacto ambiental de la tecnología de inteligencia artificial a lo largo de su ciclo de vida, aunque incierto, está suscitando preocupación entre las partes interesadas, incluidas las comunidades afectadas de muchos países. Se han emprendido iniciativas de políticas con las que mitigar las repercusiones en el plano nacional, regional e internacional. La concienciación es cada vez mayor, pero todas las partes interesadas deberán esforzarse por promover la sostenibilidad ambiental de la tecnología de inteligencia artificial. Queda mucho por hacer con respecto a la medición, transparencia e investigación, para entender mejor el impacto ambiental. Asimismo, los debates deberían girar en torno a la necesidad de integrar las dimensiones ambientales en el análisis de la relación costo-beneficio del diseño y despliegue de la inteligencia artificial; entre las cuestiones fundamentales figuran si algunas tareas compensan su costo ambiental y si es necesario competir por modelos más grandes

que afecten a los objetivos de sostenibilidad ambiental para satisfacer las necesidades de la sociedad o si puede hacerse parte del trabajo con modelos más pequeños. Además, es indispensable tener en cuenta los aspectos de equidad de esos impactos. En muchos países en desarrollo, el acceso limitado a la energía y las situaciones de estrés hídrico dificultan que se puedan desarrollar capacidades de inteligencia artificial y, por tanto, obstaculizan el logro de los posibles beneficios.

Fuente: UNCTAD, a partir de: <https://news.ucr.edu/articles/2024/12/09/ais-deadly-air-pollution-toll;> <https://qz.com/ai-google-microsoft-climate-change-data-center-energy-1851589453;> <https://www.aljazeera.com/economy/2024/12/25/taiwan-struggles-to-reconcile-climate-ambitions-and-chip-manufacturing;> [https://www.bbvaresearch.com/en/publicaciones/global-ai-and-climate-disruptive-potential-amid-growing-resource-strain/;](https://www.bbvaresearch.com/en/publicaciones/global-ai-and-climate-disruptive-potential-amid-growing-resource-strain/) [https://www.capgemini.com/news/press-releases/organizations-are-increasingly-aware-of-the-environmental-footprint-of-gen-ai-but-most-arent-able-to-address-it-alone/;](https://www.capgemini.com/news/press-releases/organizations-are-increasingly-aware-of-the-environmental-footprint-of-gen-ai-but-most-arent-able-to-address-it-alone/) <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-01-21-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-grow-9-point-8-percent-in-2025;> <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-poised-to-drive-160-increase-in-power-demand;> <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/ai-power-expanding-data-center-capacity-to-meet-growing-demand;> <https://www.nature.com/articles/s43588-024-00712-6;> [https://www.reuters.com/technology/artificial-intelligence/how-ai-cloud-computing-may-delay-transition-clean-energy-2024-11-21/;](https://www.reuters.com/technology/artificial-intelligence/how-ai-cloud-computing-may-delay-transition-clean-energy-2024-11-21/) <https://www.theguardian.com/technology/2024/sep/15/data-center-gas-emissions-tech;> <https://www.theguardian.com/world/2024/dec/10/ai-fuelled-cloud-storage-boom-threatens-irish-climate-targets-report-warns;> <https://www.unep.org/resources/report/artificial-intelligence-ai-end-end-environmental-impact-full-ai-lifecycle-needs-be;> y [https://www.washingtonpost.com/technology/2024/09/18/energy-ai-use-electricity-water-data-centers/.](https://www.washingtonpost.com/technology/2024/09/18/energy-ai-use-electricity-water-data-centers/)

2. Página 9, capítulo II, sección B, título

Sustitúyase el texto actual por el siguiente

Impacto de los centros de datos en los países en desarrollo

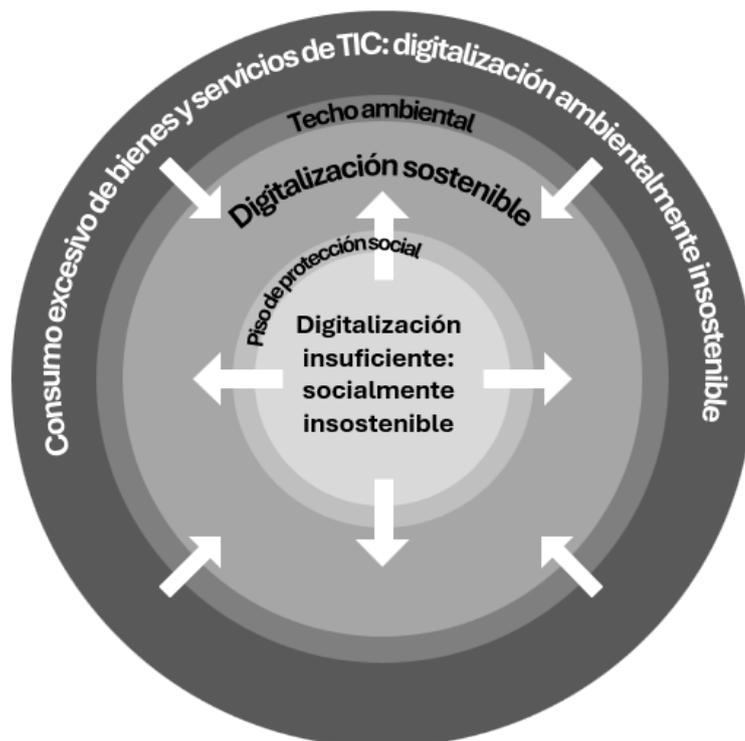
3. Página 10, capítulo II, sección C, título

Sustitúyase el texto actual por el siguiente

Divisiones derivadas de los residuos de la digitalización, e intercambios ecológicos desiguales

4. Página 11, figura

Sustitúyase la figura de la página 11 por la siguiente



5. Página 11, párrafo 28, tercera oración

Sustitúyase el texto actual por el siguiente

En cambio, los componentes de mayor valor de la cadena de residuos se exportan de los países en desarrollo a los desarrollados, por lo que los primeros permanecen atrapados en la fase de bajo valor de la cadena, mientras que las economías desarrolladas capturan el valor más alto.

6. Página 13, párrafo 33, última oración

Sustitúyase el texto actual por el siguiente

Las tensiones relacionadas con las subvenciones y el comercio plantean un riesgo cada vez mayor, lo que puede provocar pérdidas considerables a escala mundial, especialmente entre los países en desarrollo, cuyo margen fiscal es mucho más reducido.

7. Página 13, párrafo 34, primera oración

Sustitúyase el texto actual por el siguiente

Además de aumentar la producción nacional, muchos países miran al exterior para asegurarse el acceso a minerales de transición procedentes de otras fuentes alternativas mediante alianzas o asociaciones. Entre los ejemplos cabe citar la Asociación para la Seguridad de los Minerales entre los Estados Unidos, la Unión Europea y diversos países; y las asociaciones estratégicas bilaterales entre la Unión Europea y algunos países.

8. Página 14, párrafo 35, primera oración

Sustitúyase el texto actual por el siguiente

Los residuos relacionados con la digitalización son complejos y comprenden tanto las sustancias peligrosas como los materiales valiosos.

9. Página 15, párrafo 39, cuarta oración

Sustitúyase el texto actual por el siguiente

Si bien la formalización debe ser el objetivo a largo plazo en las zonas donde una gran parte de los residuos se gestiona de manera informal; a corto y medio plazo, lograr formas eficaces de implicar al sector informal también puede ser un elemento importante en una estrategia general de gestión de residuos racional.

10. Página 16, párrafo 41, dos últimas oraciones

Sustitúyase el texto actual por el siguiente

En la actualidad no se dispone de un marco de gobernanza mundial inclusivo en el que los países emprendan acciones colectivas y pongan en común conocimientos, lleguen a consensos, establezcan normas mundiales y alienten a ser transparentes en la presentación de información y el seguimiento de los avances hacia objetivos compartidos sobre la confluencia entre digitalización y sostenibilidad ambiental. Sin embargo, la cuestión se está tratando en los debates internacionales, por ejemplo en el Pacto Digital Global y en la jornada sobre digitalización celebrada durante el 29º período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Introducción

1. La Junta de Comercio y Desarrollo, en su 76ª reunión ejecutiva, decidió que el octavo período de sesiones del Grupo Intergubernamental de Expertos en Comercio Electrónico y Economía Digital versaría sobre el tema “Poner la digitalización al servicio de un desarrollo inclusivo y sostenible”.

2. Se está produciendo una transformación digital mundial al mismo tiempo que se agudiza la preocupación por el agotamiento de las materias primas, el uso del agua, la calidad del aire, la contaminación y la generación de residuos, y todos esos factores tienen que ver con los límites planetarios, en particular en el contexto del cambio climático. La forma en que se gestione esta transformación influirá enormemente en el futuro de la humanidad y en la salud del planeta. Al aumentar la desigualdad y las vulnerabilidades a escala mundial, especialmente en vista de las crecientes disparidades socioeconómicas, cada vez es más estrecha la relación entre la degradación ambiental y las tensiones geopolíticas, la rápida digitalización y la urgente necesidad de fomentar la sostenibilidad ambiental. La digitalización sigue evolucionando a gran velocidad y, desde una perspectiva ambiental, aporta nuevas soluciones pero también plantea obstáculos para la sostenibilidad. Hasta la fecha, los cambios hacia tecnologías digitales y con bajas emisiones de carbono se han considerado procesos paralelos; sin embargo, guardan una estrecha relación al estar enmarcados en la transición económica mundial. Los países en desarrollo, en particular los menos adelantados, se encuentran entre la espada de la digitalización y la pared de los factores medioambientales, ya que suelen ser los más vulnerables a los posibles efectos ambientales y sociales negativos y también están menos preparados para aprovechar las tecnologías digitales con las que podrían mitigar los riesgos de las crisis ambientales. Por lo tanto, se benefician poco de la digitalización y a la vez están muy expuestos a los efectos perjudiciales. Las diferencias en cuanto a desarrollo, responsabilidad y efectos medioambientales y digitalización están interrelacionadas y deben abordarse de forma holística. Habría que prestar más atención a los vínculos entre la digitalización que evoluciona con rapidez y la sostenibilidad ambiental y el modo en que inciden en el comercio y el desarrollo. Para ello habría que entender mejor el modo en que países que presentan distintos grados de desarrollo se ven afectados por los impactos ambientales de la digitalización y cómo estos afectan al comercio mundial. De este modo, se puede fundamentar la formulación de políticas sobre digitalización, comercio y desarrollo inclusivo y sostenible desde el punto de vista ambiental, con el fin de maximizar los beneficios potenciales de la digitalización y, a la vez, mitigar los daños ambientales.

3. Con este telón de fondo, en el capítulo I de esta nota se exponen en detalle los principales impactos ambientales registrados durante el ciclo de vida de la digitalización; en el capítulo II, se destacan las implicaciones que suponen para el comercio y el desarrollo; en el capítulo III se estudian las formas de beneficiarse del desarrollo sostenible; y en el capítulo IV se presentan posibles políticas de distintos niveles para lograr una digitalización inclusiva y ambientalmente sostenible.

4. La presente nota se basa en las siguientes preguntas orientativas decididas por la Junta de Comercio y Desarrollo¹:

a) ¿Cuáles son los principales efectos ambientales de la digitalización a lo largo de su ciclo de vida y cómo pueden abordarse, y cuáles son sus repercusiones desde la perspectiva del comercio y el desarrollo, en particular en los países en desarrollo?

b) ¿Cómo puede garantizarse que la digitalización favorezca el desarrollo sostenible a lo largo de todo su ciclo de vida, en particular, entre otros, en lo que respecta a

¹ La presente nota se basa en la publicación de la UNCTAD *Digital Economy Report 2024: Shaping an Environmentally Sustainable and Inclusive Digital Future* (publicación de las Naciones Unidas, núm. de venta E.24.II.D.12, Ginebra), que incluye las correspondientes fuentes de datos y referencias, a menos que se indique lo contrario. La mención de cualquier empresa o proceso autorizado no implica el respaldo de las Naciones Unidas. Todos los sitios web mencionados en las notas a pie de página se consultaron en febrero de 2025.

los minerales esenciales vinculados al proceso de transformación digital y a la gestión de residuos?

c) ¿Cómo pueden contribuir la formulación de políticas y la cooperación a escala nacional, regional e internacional a una digitalización que sea sostenible e inclusiva y aborde su impacto ambiental, en particular en el caso de los más rezagados?

I. Principales impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de la digitalización

5. La huella ambiental global de la digitalización es difícil de calcular y prácticamente sigue sin conocerse. Algunas de las trabas que impiden conocer las oportunidades y los riesgos son la falta de acuerdo acerca de los elementos constitutivos del sector de la tecnología de la información y las comunicaciones (TIC) y los criterios que deben incluirse; la falta de datos oportunos, comparables y accesibles; la armonización insuficiente de las normas para la elaboración de informes, y las distintas metodologías. En consecuencia, los resultados disponibles presentan grandes divergencias; por ejemplo, las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo del ciclo de vida del sector de las TIC en 2020 se calculan entre 0,69 y 1,6 gigatoneladas de emisiones expresadas en dióxido de carbono equivalente, que corresponde a entre el 1,5 % y el 3,2 % de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero. Hay indicios de que el impacto ambiental de la digitalización es considerable y cada vez mayor. El que haya que mejorar la disponibilidad de los datos de calidad y las metodologías de medición comunes no debe ser motivo para no adoptar políticas.

6. Los análisis del ciclo de vida permiten evaluar el impacto ambiental de un producto a lo largo de toda su vida útil. Los impactos directos de los dispositivos digitales y la infraestructura de TIC se van produciendo a lo largo del ciclo de vida, ya sea durante la fase de producción (extracción y procesamiento de materias primas, fabricación, distribución), la fase de uso y la fase de fin de vida. Los efectos directos sobre los recursos naturales, incluidos los minerales de transición, la energía y el agua, así como las emisiones de carbono y la contaminación relacionada con los residuos, constituyen la huella ecológica del sector de las TIC. El uso de las tecnologías digitales genera también efectos indirectos, que pueden ser positivos o negativos, en otros sectores. La digitalización encierra un gran potencial para el bien del medio ambiente, ya que puede impulsar la eficiencia energética, optimizar la utilización de los recursos y permitir soluciones innovadoras para la mitigación del cambio climático y la adaptación a este. Sin embargo, los beneficios potenciales pueden verse compensados en exceso por los efectos rebote, ya que las ganancias en eficiencia pueden dar lugar a un mayor consumo.

7. Las tecnologías digitales pueden utilizarse para mitigar problemas ambientales; sin embargo, el creciente número de dispositivos, las inversiones en redes de transmisión de datos y centros de datos y las aplicaciones digitales de mayor intensidad de procesamiento, como la inteligencia artificial y las tecnologías de cadenas de bloques, y en particular las criptomonedas, se traducen en una huella ambiental cada vez mayor. Con el actual modelo de producción altamente lineal de la economía digital —basado en tomar y extraer, fabricar, utilizar, desechar—, esto conduce a un aumento de la demanda de materias primas, agua y energía, de las emisiones de gases de efecto invernadero y de los residuos. La presente nota se centra en los impactos directos; no obstante, el objetivo subyacente de las políticas consiste en maximizar las ventajas de la digitalización, incluidos los impactos ambientales indirectos positivos, reduciendo al mismo tiempo los efectos negativos a lo largo de todo el ciclo de vida. Esto implica hacer que la digitalización sea más sostenible desde el punto de vista ambiental y que al mismo tiempo contribuya al desarrollo inclusivo.

A. Fase de producción

8. La primera fase del ciclo de vida de la digitalización es la producción de dispositivos digitales e infraestructuras de TIC, que abarca la extracción de materias primas, incluidos minerales y metales, y su procesamiento; la fabricación de distintos componentes y el

ensamblaje final de los productos digitales; y su posterior transporte para ser distribuidos por todo el mundo.

9. Suele considerarse que la digitalización es virtual, intangible o está en la nube, pero lo cierto es que depende enormemente del mundo físico. Los dispositivos, el *hardware* y las infraestructuras digitales están compuestos de plásticos, vidrio y materiales cerámicos, así como de decenas de minerales y metales, que no son fáciles de sustituir. No se ha cumplido la expectativa de desmaterialización de la economía mundial a través de la digitalización. Aunque la cantidad de minerales y metales utilizados en un dispositivo puede ser pequeña, sobre todo teniendo en cuenta la tendencia general a la miniaturización, esto complica el reciclaje de los materiales una vez que se convierten en residuos. Por otro lado, a medida que evoluciona la digitalización, se necesitan mayores volúmenes de minerales y metales para satisfacer la demanda mundial, a lo que se suma la exigencia de una mayor variedad de elementos con altos grados de pureza, para que los dispositivos puedan ser más complejos y su rendimiento mejore continuamente. Tomando como ejemplo la fabricación de teléfonos, en 1960 se utilizaban 10 elementos, que pasaron a 27 en 1990 y en 2021 hacían falta 63 para fabricar un teléfono inteligente. Los minerales y los metales también se mezclan en aleaciones, lo que dificulta su separación con fines de reciclaje y recuperación. Además, para lograr un alto grado de pureza hace falta un procesamiento que consume mucha energía. Cuando la concentración de mineral de las menas disminuye o es baja, hace falta una cantidad considerable de mena para llegar a extraer el contenido final de mineral; por ejemplo, para fabricar una computadora de 2 kg es preciso extraer 800 kg de materias primas. En general, cuanto más eficiente es un producto en términos de rendimiento, menos eficiente resulta en cuanto a uso de materiales.

10. Los datos de que se dispone sugieren que la fase de producción es la que tiene el mayor impacto negativo combinado sobre el medio ambiente, debido a la producción de minerales y metales, al volumen de emisiones de gases de efecto invernadero generadas y a los impactos relacionados con el agua. Por ejemplo, en el caso de los teléfonos inteligentes, alrededor del 80 % de las emisiones corresponden a esta fase. Los principales minerales y metales utilizados en la digitalización, base de las funcionalidades digitales, electrónicas y eléctricas esenciales, son casi idénticos a los que hacen falta para transformar la economía y hacer que tenga bajas emisiones de carbono. Se habla mucho de los minerales esenciales y estratégicos relacionados con la transición energética, pero se presta menos atención a su papel en la digitalización. La adopción de tecnologías digitales y con bajas emisiones de carbono impulsa la creciente demanda de estos materiales, sin los que no puede lograrse la digitalización. Según estimaciones del Banco Mundial, para satisfacer la creciente demanda, la producción de minerales como el grafito, el litio y el cobalto podría aumentar un 500 % de aquí a 2050. Asimismo, la Agencia Internacional de la Energía prevé que el consumo de minerales del grupo del platino en 2050 podría ser 120 veces mayor que en 2022. El previsible aumento de la demanda hace temer que pueda toparse con los límites de unos recursos finitos. El alza de los costos, a medida que van disminuyendo los descubrimientos de yacimientos y menas, despierta un mayor interés por buscar recursos minerales en zonas inexploradas, como el lecho oceánico y el espacio ultraterrestre, que son bienes comunes globales en los que la regulación de la minería sigue sin estar clara ni desarrollada. Una cuestión crítica, tanto desde el punto de vista económico como ambiental y geológico, es si habrá suficientes minerales para atender las cuantiosas necesidades de tecnologías digitales y con bajas emisiones de carbono. Paradójicamente, esa cuestión podría acabar convirtiéndose en un obstáculo para el desarrollo de esas tecnologías.

11. La fase de producción de la digitalización genera costos ecológicos en los países en desarrollo ricos en determinados minerales. Las actividades mineras suelen tener efectos negativos en el medio ambiente, que varían según el tipo de mineral y la ubicación geográfica. No obstante, pueden observarse algunos efectos generales, como los siguientes:

a) Emisiones de gases de efecto invernadero y consumo de energía: las actividades mineras consumen mucha energía tanto en la fase de extracción como en la de procesamiento, y dependen principalmente de la energía de combustibles fósiles;

b) Consumo de agua: las operaciones de extracción y procesamiento, así como la fabricación de componentes para dispositivos finales, como los semiconductores, necesitan

grandes cantidades de agua, y estas actividades pueden tener lugar en zonas con estrés hídrico;

c) Contaminación del suelo, el aire y el agua: la minería genera residuos y sustancias químicas tóxicas; si estos residuos no se gestionan debidamente, pueden provocar la contaminación del suelo y el agua como consecuencia de las filtraciones, y también la erosión del terreno. En la separación y el procesamiento también se usan productos químicos que generan externalidades tóxicas;

d) Ecosistemas y biodiversidad: los impactos negativos pueden ser especialmente graves cuando las actividades mineras se desarrollan en zonas protegidas o de gran valor para la biodiversidad, amenazando ecosistemas vulnerables;

e) Deforestación: la minería se considera el cuarto factor de deforestación.

12. Los efectos ambientales de la minería suelen estar vinculados a los impactos sociales y pueden tener repercusiones en los derechos humanos, incluso en lo que respecta a los efectos sobre la salud y la seguridad de las personas; los impactos sobre las comunidades, en particular los Pueblos Indígenas, derivados de los desplazamientos debidos a los cambios en el uso de la tierra; malas condiciones de trabajo, sobre todo para las mujeres; impactos sobre los trabajadores informales artesanales y en pequeña escala; trabajo infantil, y los consiguientes desequilibrios, injusticias y posibles violaciones de los derechos humanos. Además, la actividad minera suele realizarse en zonas que afrontan situaciones de conflicto. Estos problemas se agravan en los países en desarrollo, sobre todo en los menos adelantados, que tienen una capacidad limitada para hacer frente a las externalidades negativas de la minería.

B. Fase de utilización

13. La fase de utilización se refiere al funcionamiento y la utilización de los dispositivos de usuario final, las redes de transmisión y los centros de datos, estos últimos tienen un impacto medioambiental considerable. Para que la digitalización siga avanzando cada vez hacen falta más almacenamiento de datos y capacidad de procesamiento en centros de datos, que consumen grandes cantidades de energía y agua, con las consiguientes emisiones de gases de efecto invernadero. El consumo de agua y electricidad de los centros de datos debería considerarse como un todo. Otro efecto importante, de carácter local, de los centros de datos es el ruido que generan.

14. El consumo de electricidad estimado de 13 de los mayores operadores de centros de datos se duplicó con creces entre 2018 y 2022; Amazon, Alphabet, Microsoft y Meta encabezaron ese consumo. Según la Agencia Internacional de la Energía, en todo el mundo, la electricidad que consumen los centros de datos ascendió a unos 460 TWh en 2022, cifra que podría duplicarse con creces hasta alcanzar los 1.000 TWh en 2026. A modo de comparación, el consumo total de electricidad de Francia en 2022 fue de unos 459 TWh.

15. Las tecnologías digitales dejan una huella considerable en el uso del agua, pero la información sobre el consumo de agua es limitada. Los centros de datos no solo necesitan mucha electricidad, sino también agua para su refrigeración. El impacto de la utilización del agua en los recursos hídricos locales debe evaluarse en cada contexto específico, ya que la elección de la tecnología de refrigeración y la intensidad hídrica o energética dependen del clima y de la disponibilidad de recursos a nivel local; hay que tener en cuenta distintos factores al hacer comparaciones entre regiones con abundantes reservas de agua y otras que afrontan una grave escasez.

16. Los impactos ambientales de la fase de utilización de la digitalización se ven acentuados por el progreso de las tecnologías de procesamiento intensivo, como la tecnología de cadenas de bloques y, sobre todo, la inteligencia artificial generativa. En la década de 2010, las ganancias en eficiencia se mantuvieron a la par del crecimiento de la demanda de los centros de datos, lo que dio lugar a que se mantuviera estable, en torno al 1 %, la proporción del consumo mundial de electricidad. Sin embargo, la situación ha cambiado considerablemente al aumentar el uso de la inteligencia artificial (véase el recuadro).

Aumentan los impactos ambientales por el auge de la inteligencia artificial

La aceleración del desarrollo y despliegue de la inteligencia artificial que siguió a la aparición de Chat GPT [transformador generativo preentrenado] en 2022 está provocando un rápido aumento de los costos ambientales en cuanto a demanda de materiales, consumo de agua y energía, contaminación atmosférica y emisiones de carbono y generación de residuos electrónicos. La competencia, sobre todo entre las grandes empresas tecnológicas, por desarrollar modelos de inteligencia artificial más potentes y sofisticados requiere una capacidad de procesamiento de datos y computación cada vez mayor para el entrenamiento y la inferencia, lo que se traduce sobre todo en un notable aumento de la demanda de centros de datos. Según un estudio, la demanda mundial de capacidad de los centros de datos podría superar el triple de la cifra actual de aquí a 2030, siendo la inteligencia artificial el principal motor de esa demanda. La inversión en centros de datos aumenta en todo el mundo; una estimación muestra que el gasto en sistemas de centros de datos aumentó un 39,4 % en 2024, y se prevé que aumente en un 23,2 % en 2025.

Hay pocos datos que demuestren el impacto ambiental de la inteligencia artificial, ya que las empresas tecnológicas no suelen divulgar esa información y las metodologías de evaluación varían. Sin embargo, los análisis que han proliferado últimamente apuntan a que los impactos son considerables y están aumentando considerablemente con los avances en inteligencia artificial generativa. Por ejemplo, las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas del uso de la inteligencia artificial son considerables; Google emitió un 48 % más de gases de efecto invernadero entre 2019 y 2024 y las emisiones de Microsoft en 2024 fueron casi un 31 % más altas que en 2020. Según un estudio, las emisiones de las grandes empresas tecnológicas podrían superar en muchas veces a las declaradas oficialmente, debido a los distintos métodos de contabilidad. Otro estudio muestra que las emisiones de los centros de datos podrían duplicarse con creces entre 2020 y 2030. Al aumentar los centros de datos y los chips de unidades de procesamiento gráfico, necesarios para el despliegue de la inteligencia artificial, también aumenta considerablemente la demanda de minerales, metales y otros materiales.

El consumo elevado y cada vez más intenso de energía en el uso de la inteligencia artificial resulta cada vez más evidente. Se calcula que la electricidad requerida para realizar una búsqueda con inteligencia artificial es diez veces superior a la que hace falta para las búsquedas en línea convencionales. Según un estudio, la demanda de energía de los centros de datos aumentará en un 160 % de aquí a 2030 y en 2024 los centros de datos de todo el mundo consumirán entre el 1 % y el 2 % de la energía total, porcentaje que podría llegar a situarse en el 3 % o el 4 % a finales de la década de 2020. Para 2028, se espera que la inteligencia artificial represente alrededor del 19 % de la demanda de energía de los centros de datos, lo que hace temer efectos negativos en la red eléctrica: podrían producirse apagones y déficits de generación eléctrica que, a su vez, podrían limitar el despliegue de la inteligencia artificial. Por lo tanto, se vuelve a las fuentes de combustibles fósiles y se reactivan los planes de energía nuclear, ya que las fuentes de energía renovables no bastan para satisfacer la demanda. Lo ideal sería que las fuentes de energía renovables sustituyeran, en lugar de complementar, el uso de combustibles fósiles.

El aumento de la demanda energética de los centros de datos hace que peligren los avances hacia los objetivos relacionados con el clima que han logrado tanto las grandes empresas tecnológicas como algunas economías. En Irlanda, por ejemplo, los centros de datos pasaron de consumir un 5 % de la electricidad nacional en 2015 al 21 % en 2023 y las proyecciones indican que podría alcanzar el 28 % en 2031. La producción de chips también pone en peligro la consecución de los objetivos climáticos, por ejemplo en la Provincia China de Taiwán. La tecnología de inteligencia artificial y la producción de chips también tienen un impacto considerable en el consumo de agua. Un estudio ha demostrado que para redactar un mensaje de correo electrónico de 100 palabras utilizando Chat GPT-4 se gasta más de medio litro de agua. Se calcula que la demanda mundial de agua derivada del uso de la inteligencia artificial podría situarse entre los 4.200 millones y 6.600 millones de metros cúbicos en 2027, cifra superior a la mitad del consumo anual de 2023 en el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte. Dado que el 95 % del agua que se consume en los centros de datos es potable y que la mayor parte se evapora, resulta preocupante la competencia

suscitada con usos más esenciales del agua, sobre todo en los lugares donde escasea. Además, la contaminación atmosférica derivada de la fabricación, la generación de electricidad y el uso de generadores diésel de reserva es otro efecto medioambiental que puede tener un impacto considerable en la salud pública.

En la fase final de su vida útil, la tecnología de inteligencia artificial genera más residuos electrónicos, ya que hay que adquirir nuevos dispositivos y reemplazar los equipos con mayor frecuencia. Según un estudio, la acumulación de residuos electrónicos procedentes de la inteligencia artificial generativa podría alcanzar un total de entre 1,2 millones y 5 millones de toneladas entre 2020 y 2030. La tasa compuesta estimada de crecimiento anual de los residuos electrónicos procedentes de grandes modelos lingüísticos de inteligencia artificial oscila entre el 129 % y el 167 % entre 2023 y 2030, frente al 3,6 % correspondiente a los residuos electrónicos convencionales a escala mundial.

El creciente impacto ambiental de la tecnología de inteligencia artificial a lo largo de su ciclo de vida, aunque incierto, está suscitando preocupación entre las partes interesadas, incluidas las comunidades afectadas de muchos países. Se han emprendido iniciativas de políticas con las que mitigar las repercusiones en el plano nacional, regional e internacional. La concienciación es cada vez mayor, pero todas las partes interesadas deberán esforzarse por promover la sostenibilidad ambiental de la tecnología de inteligencia artificial. Queda mucho por hacer con respecto a la medición, transparencia e investigación, para entender mejor el impacto ambiental. Asimismo, los debates deberían girar en torno a la necesidad de integrar las dimensiones ambientales en el análisis de la relación costo-beneficio del diseño y despliegue de la inteligencia artificial; entre las cuestiones fundamentales figuran si algunas tareas compensan su costo ambiental y si es necesario competir por modelos más grandes que afecten a los objetivos de sostenibilidad ambiental para satisfacer las necesidades de la sociedad o si puede hacerse parte del trabajo con modelos más pequeños. Además, es indispensable tener en cuenta los aspectos de equidad de esos impactos. En muchos países en desarrollo, el acceso limitado a la energía y las situaciones de estrés hídrico dificultan que se puedan desarrollar capacidades de inteligencia artificial y, por tanto, obstaculizan el logro de los posibles beneficios.

Fuente: UNCTAD, a partir de: <https://news.ucr.edu/articles/2024/12/09/ais-deadly-air-pollution-toll>; <https://qz.com/ai-google-microsoft-climate-change-data-center-energy-1851589453>; <https://www.aljazeera.com/economy/2024/12/25/taiwan-struggles-to-reconcile-climate-ambitions-and-chip-manufacturing>; <https://www.bbva.com/publicaciones/global-ia-y-clima-potencial-innovador-junto-a-un-aumento-de-la-demanda-de-recursos/>; <https://www.capgemini.com/news/press-releases/organizations-are-increasingly-aware-of-the-environmental-footprint-of-gen-ai-but-most-arent-able-to-address-it-alone/>; <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2025-01-21-gartner-forecasts-worldwide-it-spending-to-grow-9-point-8-percent-in-2025>; <https://www.goldmansachs.com/insights/articles/AI-poised-to-drive-160-increase-in-power-demand>; <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/ai-power-expanding-data-center-capacity-to-meet-growing-demand>; <https://www.nature.com/articles/s43588-024-00712-6>; <https://www.reuters.com/technology/artificial-intelligence/how-ai-cloud-computing-may-delay-transition-clean-energy-2024-11-21/>; <https://www.theguardian.com/technology/2024/sep/15/data-center-gas-emissions-tech>; <https://www.theguardian.com/world/2024/dec/10/ai-fuelled-cloud-storage-boom-threatens-irish-climate-targets-report-warns>; <https://www.unep.org/resources/report/artificial-intelligence-ai-end-end-environmental-impact-full-ai-lifecycle-needs-be>; y <https://www.washingtonpost.com/technology/2024/09/18/energy-ai-use-electricity-water-data-centers/>.

C. Fase de final de vida útil: impacto ambiental de los residuos relacionados con la digitalización

17. La última fase del ciclo de vida de la digitalización tiene lugar cuando los usuarios ya no quieren o no pueden utilizar los dispositivos digitales o la infraestructura de TIC; esta fase comprende el tratamiento de los equipos después de su uso. Los residuos de la digitalización suscitan una preocupación ambiental cada vez mayor. Entre 2010 y 2022, el volumen de residuos de pantallas y monitores, así como de pequeños equipos informáticos y de telecomunicaciones, aumentó un 30 % en todo el mundo, pasando de 8,1 millones a 10,5 millones de toneladas. El aumento obedece a varios factores, como el mayor consumo de dispositivos electrónicos y la menor vida útil de los equipos de TIC; la insuficiente conciencia de los consumidores acerca de las repercusiones de sus dispositivos en la acumulación de residuos; el modelo lineal de producción; y las escasas posibilidades de reparar o actualizar los dispositivos existentes. Nuevos modelos de mayor rendimiento sustituyen rápidamente a los existentes o los vuelven prescindibles. El problema cada vez mayor de los residuos se agrava con la obsolescencia programada, que explica, por ejemplo, que con el tiempo los teléfonos inteligentes vayan funcionando más despacio o que se elimine progresivamente la compatibilidad con versiones antiguas del *software*.

18. Los residuos relacionados con la digitalización contienen materiales peligrosos que, si no se gestionan adecuadamente, pueden tener efectos perjudiciales para el medio ambiente y la salud humana. Algunos de los materiales tóxicos son los metales pesados y sustancias como el arsénico, el cadmio, el plomo y el mercurio, así como los contaminantes orgánicos persistentes. Se observan varias prácticas poco seguras y ambientalmente irracionales en la gestión de los residuos relacionados con la digitalización en entornos informales, como rebuscar en la basura, verter residuos en la tierra o el agua, descargarlos en vertederos junto con los residuos normales, quemarlos a cielo abierto o calentarlos, recurrir a los baños ácidos o la lixiviación, decapar y triturar revestimientos de plástico y desmontar equipos manuales sin adoptar las medidas de seguridad adecuadas. Estas actividades también liberan sustancias que contaminan el aire, el suelo, el polvo, el agua y los alimentos, tanto en los centros de reciclaje de residuos relacionados con la digitalización como en las comunidades vecinas. La quema o incineración de residuos se considera una de las actividades más peligrosas porque genera humos tóxicos.

19. En un modelo lineal de producción, los residuos constituyen la última etapa del ciclo de vida. Sin embargo, en el modelo alternativo de economía circular digital, que propone un enfoque más sostenible, el final de un ciclo se convierte en el principio de otro.

II. Repercusiones para el comercio y el desarrollo

20. El impacto ambiental de la digitalización es un problema mundial, pero afecta a los países de distinta forma en función de su grado de desarrollo. Muchos países en desarrollo siguen encontrando obstáculos a la hora de acceder a las tecnologías digitales para satisfacer necesidades relacionadas con el desarrollo, al tiempo que sufren muchos de los efectos negativos de la extracción y el agotamiento de los materiales, la gestión de residuos y los efectos del cambio climático. Además, tienden a verse más afectados por el cambio climático, factor que puede limitar las opciones de desarrollo socioeconómico, y carecen de los recursos y la capacidad que les permitan utilizar las tecnologías digitales para mitigar los impactos ambientales negativos. Los países desarrollados y algunos países en desarrollo digitalmente avanzados captan la mayor parte del valor agregado de la economía digital, mientras que muchos de los costos penalizan más a otros países en desarrollo. Muchos países en desarrollo son proveedores de materias primas esenciales, y algunos son el destino de importantes residuos relacionados con la digitalización. Las regiones en desarrollo suelen encontrarse en los segmentos más desfavorecidos de las cadenas del comercio mundial, que brindan escasas oportunidades de agregación de valor y desarrollo económico, lo que pone de relieve pautas de un intercambio ecológico desigual.

A. Desigualdad de los intercambios ecológicos en el comercio de minerales y metales

21. Los países en desarrollo desempeñan un papel fundamental en la cadena mundial de suministro de los minerales y metales para la transición. Las reservas, la extracción y el procesamiento están muy concentrados en unas pocas regiones; por ejemplo, cerca del 60 % de las reservas mundiales de litio se encuentran en la Argentina, el Estado Plurinacional de Bolivia y Chile, lo que se conoce como el triángulo del litio. En cuanto a la extracción, en 2022, en África, la República Democrática del Congo produjo el 68 % del cobalto mundial y en Asia, Indonesia produjo aproximadamente la mitad del níquel mundial. China concentró el 65 % de la producción mundial de grafito natural, el 78 % de la producción de metal de silicio y el 70 % de la producción de tierras raras; también ocupa una posición destacada en la transformación de minerales, ya que representa más de la mitad del procesamiento mundial de los minerales de aluminio, cobalto y litio, alrededor del 90 % del procesamiento del manganeso y las tierras raras, y cerca del 100 % del grafito natural.

22. Muchos países en desarrollo, que suelen poseer abundantes reservas de los minerales necesarios para las tecnologías digitales, soportan una carga desproporcionada de los efectos ambientales perjudiciales de la minería, pero apenas se benefician de sus ventajas. Debido a la concentración geográfica, la mayor parte de los impactos ambientales y sociales se concentran en las zonas productoras. En los países en desarrollo dependientes de los minerales, el crecimiento económico general, las ganancias en divisas y los ingresos del Estado dependen en gran medida de la evolución del sector minero. En consecuencia, son vulnerables a las condiciones externas y a los choques que condicionan la demanda de minerales de transición, así como a la alta volatilidad de los precios, lo que repercute en la estabilidad económica.

23. El comercio internacional de minerales de transición refleja en gran medida la distribución geográfica de las reservas y la extracción. Muchos países en desarrollo de África, Asia y el Pacífico y América Latina son grandes exportadores de minerales y metales, en su mayoría sin procesar, para su posterior transformación, principalmente a países desarrollados y a China. China, los Estados Unidos de América y la Unión Europea no pueden satisfacer la demanda total de minerales con la minería nacional, de ahí la dinámica del “intercambio ecológico desigual” en la que las actividades de alto valor agregado, principalmente servicios e intangibles, se concentran en las economías desarrolladas que importan materias primas pero subcontratan a otros países las fases de producción que requieren un uso intensivo de materiales y energía, y también externalizan a los países de ingreso mediano y bajo los impactos ambientales relacionados con la producción. Por ello, los países en desarrollo exportan principalmente minerales y metales sin procesar y de escaso valor, soportan los costos ambientales y sociales e importan productos finales de mayor valor. Se calcula que en el sector de las TIC, el 82 % de las emisiones de carbono son atribuibles a las regiones emergentes, mientras que el 58 % del valor agregado corresponde a las regiones desarrolladas.

B. Impacto ambiental de los centros de datos en los países en desarrollo

24. Aunque la mayoría de los centros de datos se encuentran en economías digitalmente avanzadas, la transformación digital en los países en desarrollo está impulsando una mayor demanda de centros de datos en estos países, a pesar de las difíciles condiciones climáticas, la disponibilidad limitada de energía, la escasez de agua, las limitaciones de conectividad y los cortes de electricidad. Por razones de latencia, el crecimiento de las redes de Internet de los objetos y de las redes móviles de quinta generación también favorece el establecimiento de centros de datos cerca de los usuarios. Además, en relación con los diversos objetivos de las políticas públicas —entre otros la protección de la privacidad y otros derechos humanos, la seguridad nacional y el desarrollo económico—, puede que los países prefieran construir centros de datos dentro de sus fronteras. Es probable que esta situación persista hasta que exista un enfoque global de la gobernanza de los datos que permita aprovechar equitativamente el valor de los datos para el desarrollo, independientemente de dónde se almacenen. Se prevé que sigan aumentando las inversiones en centros de datos en los países

en desarrollo, lo que repercutirá en el consumo local de energía y agua. En regiones sometidas a un gran estrés hídrico, los centros de datos compiten a menudo con las comunidades locales por acceder al agua potable. En las regiones cálidas, como África y Asia Sudoriental, reducir el consumo de agua para refrigeración puede resultar muy difícil.

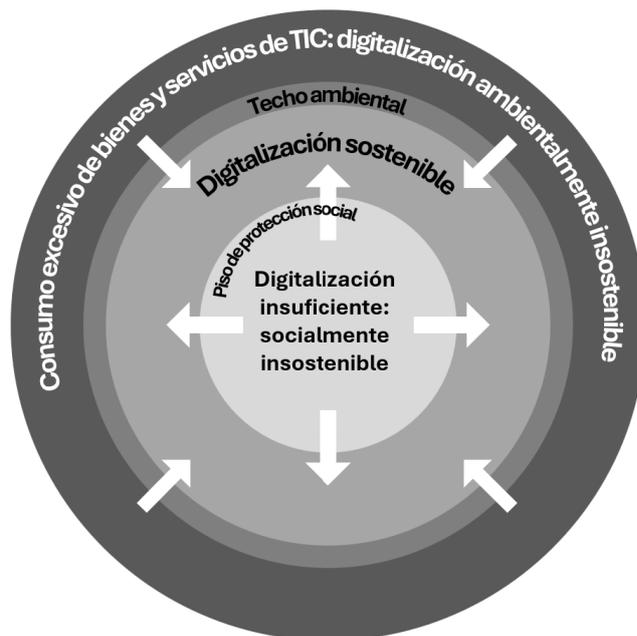
25. El impacto ambiental de los centros de datos de todo el mundo suscita preocupación, tanto de países desarrollados como en desarrollo, por ejemplo en Nigeria (África), Malasia (Asia) y Chile, México y el Uruguay (América Latina). Es indispensable integrar las cuestiones de sostenibilidad en las primeras fases de la planificación de nuevos centros de datos, de forma holística, incluyendo todos los efectos ambientales. Para que el reparto mundial de los centros de datos cumpla el requisito de sostenibilidad ambiental, también habrá que tomar medidas para mejorar la gobernanza de los datos. En los países en desarrollo, las instancias normativas y los servicios de utilidad pública podrían estudiar la posibilidad de desarrollar conjuntamente infraestructuras locales de electricidad y agua y nuevos proyectos de centros de datos y redes; de este modo se ampliaría el acceso de las comunidades a la electricidad y el agua, ya que las infraestructuras digitales son clientes importantes de esos servicios.

C. Divisiones derivadas de los residuos de la digitalización y los intercambios ecológicos desiguales

26. El crecimiento de los residuos relacionados con la digitalización repercute de manera desigual en las diversas regiones. Se prevé que continúe la desigualdad en las tendencias en materia de residuos entre países desarrollados y en desarrollo, impulsadas por las asimetrías en la demanda de dispositivos. En 2024, los mayores productores de esos residuos fueron China, los Estados Unidos y la Unión Europea. Si se analiza la generación de residuos per cápita, se observan importantes diferencias: los países desarrollados generaron un promedio de 3,25 kg de residuos, frente a menos de 1 kg en los países en desarrollo y 0,21 kg en los países menos adelantados. Un ciudadano de los Estados Unidos generaba de media 25 veces más residuos que un ciudadano de los países menos adelantados. Ese dato refleja las brechas digitales existentes en el acceso, la asequibilidad y el uso de dispositivos y equipos, que se muestran en la brecha de consumo de dispositivos; el número medio de dispositivos y conexiones per cápita es de aproximadamente 13 en América del Norte, 9 en Europa Occidental, 4 en Europa Central y Oriental, unos 3,5 en Asia y el Pacífico y en América Latina y menos de 2 en África y Oriente Medio.

27. Es importante poner freno al consumo excesivo de los países de ingreso alto y ser conscientes de los residuos que genera; asimismo, muchos países en desarrollo tienen que avanzar en el proceso de digitalización para poder participar eficazmente en la economía mundial. El resultado será inevitablemente un aumento del consumo, lo que pone de relieve el complejo equilibrio entre sostenibilidad y desarrollo económico. Para lograr una digitalización sostenible hay que moderar el consumo excesivo, dejando margen para que quienes no están suficientemente conectados se incorporen a la digitalización como parte del desarrollo. Desde una perspectiva social, el objetivo es salir del círculo de la digitalización insuficiente, mientras que desde una perspectiva ambiental, es necesario situarse por debajo del techo ambiental que marca la frontera de la digitalización insostenible (véase la figura). Gran parte de los procesos subóptimos de gestión de residuos que suelen utilizarse en este contexto, debido a la informalidad, conducen a una recuperación ineficiente e insuficiente de recursos valiosos. A menudo, los trabajadores carecen de las competencias y los conocimientos necesarios sobre cómo gestionar eficazmente los residuos, para recuperar el máximo valor potencial. También están sujetos a condiciones de trabajo deficientes, carecen de planes de protección social y apenas tienen oportunidades para organizarse y mejorar sus medios de subsistencia.

Digitalización sostenible



Fuente: UNCTAD.

28. Los datos disponibles ponen de manifiesto un patrón de intercambio ecológico desigual en el comercio internacional de residuos relacionados con la digitalización: se da un comercio no controlado de equipos eléctricos y electrónicos usados y un flujo de residuos relacionados con la digitalización desde las economías desarrolladas a las economías en desarrollo, y dentro de las regiones, de las más desarrolladas a las menos desarrolladas. Esto implica que las responsabilidades y los riesgos se transfieren, de manera que la carga de los costos ambientales y sociales recae en los países receptores. En cambio, las fases de mayor valor de la cadena de residuos se exportan de los países en desarrollo a los desarrollados, por lo que los primeros permanecen atrapados en la fase de bajo valor de la cadena, mientras que las economías desarrolladas capturan el valor más alto. Además, en los países de destino, los sistemas formales de recogida y reciclaje de residuos suelen ser inadecuados. El movimiento de esos residuos está regulado por el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, pero cuesta aplicarlo, dada la magnitud de los envíos informales y el comercio ilegal y las limitadas capacidades para hacerlo cumplir. Por un lado, es necesario abstenerse de enviar residuos a los países en desarrollo, y por otro, se debe aprovechar la circularidad y las oportunidades de desarrollo del comercio internacional de equipos electrónicos usados.

III. Garantizar que la digitalización favorezca el desarrollo sostenible

29. Para lograr una digitalización ambientalmente sostenible que fomente un desarrollo inclusivo hay que corregir las dinámicas desiguales de los intercambios ecológicos y subsanar las vulnerabilidades que afrontan los países en desarrollo. Para ello habría que hacer más circular la economía digital y reducir la huella ambiental de la digitalización, entre otras cosas mejorando la gestión de los residuos, y al mismo tiempo asegurar unos resultados de desarrollo inclusivos y equitativos.

A. Aprovechar los minerales esenciales para promover el desarrollo inclusivo y sostenible

30. Los minerales de transición se han convertido en una cuestión de primer orden en la agenda internacional para el desarrollo, en estrecha relación con los retos globales que

plantean la digitalización y la sostenibilidad ambiental. El aumento de la demanda suscita importantes inquietudes geopolíticas y de desarrollo. Sin embargo, puede constituir una oportunidad para el desarrollo si los países en desarrollo ricos en recursos logran agregar más valor a los minerales extraídos, y de ese modo garantizan un reparto justo de las rentas procedentes de la minería, usan eficazmente los ingresos de esas rentas y diversifican hacia otras partes de la cadena de valor y otros sectores. Los países en desarrollo, especialmente los países menos adelantados, llevan mucho tiempo preocupados por su elevada dependencia de unos pocos productos primarios. Para superar esta dependencia tendrán que diversificar la estructura de producción y exportación como vía de desarrollo, pasando de productos de baja productividad y escaso valor añadido a una producción y unas exportaciones de mayor productividad y valor añadido. El objetivo es captar, gestionar y utilizar los ingresos de los minerales exportados como medio para conseguir la transformación estructural. Para corregir los desequilibrios comerciales, los países en desarrollo deben tratar de sacar el máximo partido a las oportunidades de desarrollo mediante la transformación y la fabricación nacionales. El contexto del comercio y la inversión internacionales debe contribuir a que los países en desarrollo estén mejor equipados para beneficiarse de los recursos minerales con el fin de ayudarlos a asegurarse una mayor cuota de la economía digital mundial, a aumentar los ingresos públicos y de exportación, financiar el desarrollo, superar la dependencia de los productos básicos, crear empleo y elevar el nivel de vida. África y América Latina albergan cuantiosas reservas de minerales sin explotar que podrían utilizarse para lograr un desarrollo inclusivo y sostenible.

31. Las lecciones extraídas de las experiencias “extractivistas” del pasado, en las que los países en desarrollo rara vez se beneficiaban de los recursos minerales, son pertinentes en el incipiente auge de los minerales de transición. Para no iniciar una nueva lucha por los recursos hay que evitar las dinámicas extractivas y lograr que la minería funcione más bien como motor de la transformación estructural y el desarrollo. Los recursos minerales pueden utilizarse para estimular un proceso de interacción dinámica, o un círculo virtuoso, entre la producción y la exportación, a través de la diversificación económica, incluso potenciando la fabricación. De ese modo se podría contribuir a alterar las pautas tradicionales del comercio mundial, mejorando la posición de los países en desarrollo como exportadores de productos minerales de mayor valor. Algunos países en desarrollo que exportan minerales de transición ya están estudiando las posibilidades de fabricar productos de mayor valor añadido y empezando a fabricarlos, por ejemplo, tratando de agregar valor mediante el procesamiento de minerales, la fabricación de productos intermedios como precursores y baterías y, a más largo plazo, la creación de una cadena de valor regional para fabricar productos finales como vehículos eléctricos y teléfonos inteligentes. Los casos más evidentes se dan en África, por ejemplo en la República Democrática del Congo con respecto al cobalto y otros minerales, y en América Latina en el triángulo del litio. Además, en Indonesia, las restricciones a la exportación de níquel en bruto pueden haber provocado una importante afluencia de inversiones extranjeras y un aumento de las actividades en las etapas finales de la cadena.

32. Más allá de las políticas nacionales, se necesitan la cooperación y el respaldo regionales e internacionales para disponer del espacio fiscal y de políticas que hacen falta para lograr la transformación estructural y el desarrollo. El desarrollo a partir de los minerales debe garantizar que se mantienen al mínimo los costos ambientales y sociales de las actividades de extracción, procesamiento y fabricación. En este contexto, el Secretario General de las Naciones Unidas creó el Panel sobre los Minerales Esenciales para la Transición Energética. En su informe *Resourcing the Energy Transition: Principles to Guide Critical Energy Transition Minerals towards Equity and Justice*, el Grupo señala formas de fundamentar la revolución de las energías renovables en la justicia y la equidad para que la transición estimule el desarrollo sostenible, respete a las personas, proteja el medio ambiente y promueva la prosperidad en los países en desarrollo ricos en recursos². Se formulan recomendaciones con respecto a la equidad, la transparencia, la inversión, la sostenibilidad y los derechos humanos, no solo donde se extraen los minerales, sino en toda la cadena de valor de los minerales, desde el refinado y la producción hasta el transporte y el reciclaje al final

² Véase <https://www.unep.org/es/resources/informe/guia-practica-para-ayudar-generar-prosperidad-e-igualdad-junto-la-energia-limpia>.

de su vida útil. Estas recomendaciones pueden aplicarse igualmente a los minerales utilizados para los equipos digitales.

33. Dado que los minerales de transición se han convertido en insumos clave para las tecnologías digitales y de bajas emisiones de carbono, han cobrado mayor importancia los factores geopolíticos asociados a su producción, comercio y acceso. Los países desarrollados y China representan la mayor parte del consumo mundial de minerales de transición. Garantizar el acceso al suministro, reducir la dependencia de las importaciones y diversificar las fuentes se han convertido en prioridades estratégicas, sobre todo en los países que son grandes productores de tecnologías digitales y con bajas emisiones de carbono. Se ha iniciado una carrera por aumentar la extracción minera en todo el mundo, que se inscribe en otra carrera más amplia por el liderazgo económico, comercial y tecnológico, que puede dar lugar a procesos menos eficientes y a una huella ambiental innecesariamente profunda, al fomentar el acaparamiento y provocar un exceso de capacidad de producción, al tiempo que obstaculiza las perspectivas de desarrollo. Se han desencadenado cambios en la formulación de políticas. Asia, y en particular China, se ha convertido en un centro mundial de fabricación de productos electrónicos, y la proximidad a los mercados de componentes y productos intermedios ha impulsado el auge de las actividades de procesamiento de minerales. El afán por mejorar el rendimiento en sectores tecnológicos estratégicos, como la inteligencia artificial y la tecnología con bajas emisiones de carbono, ha provocado un aumento de la demanda de minerales. Más recientemente, debido a la escasez de oferta derivada del cambio de prioridades —en lugar de la eficiencia económica se persigue una mayor seguridad económica— en algunas cadenas de suministro mundiales se ha pasado de enfoques “justo a tiempo” a enfoques “por las dudas”, lo que ha dado lugar a la reactivación de las políticas industriales relacionadas con los minerales de transición y las industrias conexas, incluida la electrónica, en algunos países desarrollados, por ejemplo en el marco de la Ley de Reducción de la Inflación de 2022 de los Estados Unidos y la Ley de Materias Primas Fundamentales de 2023 de la Unión Europea. El riesgo de entrar en conflictos relacionados con las subvenciones o el comercio es cada vez mayor, lo que puede provocar pérdidas considerables a escala mundial, especialmente entre los países en desarrollo, cuyo margen fiscal es mucho más reducido.

34. Además de aumentar la producción nacional, muchos países miran al exterior para asegurarse el acceso a minerales de transición procedentes de otras fuentes alternativas mediante alianzas o asociaciones, como la Asociación para la Seguridad de los Minerales entre la Unión Europea y diversos países. Tales alianzas, a menudo entre países desarrollados que importan minerales, no deberían dar lugar a un poder de negociación aún más asimétrico, en contra de los intereses de los países en desarrollo que exportan minerales, que no deberían verse obligados a elegir entre fuentes de inversión extranjera directa; más bien, los países en desarrollo deberían aprovechar la competencia para negociar las condiciones más favorables para su desarrollo. Las iniciativas de la diplomacia de los recursos por garantizar el acceso de los países desarrollados a los minerales de transición deben basarse en la equidad, asegurar los beneficios mutuos y permitir agregar valor nacional en los países en desarrollo. Se necesita también apoyo internacional, sobre todo en los países menos adelantados, en forma de asistencia financiera y técnica, para superar las limitaciones estructurales y crear capacidad para la transformación estructural. Los enfoques que puedan percibirse como estratégicos desde la perspectiva de la seguridad económica nacional podrían incidir negativamente en la eficiencia económica global y la sostenibilidad ambiental. Tal vez sea preferible un enfoque más equilibrado, integral y global, que tenga en cuenta la oferta y la demanda y combine los intereses tanto de los países en desarrollo como de los desarrollados, de los exportadores y los importadores, al tiempo que persigue un consumo y una producción más responsables y sostenibles. En general, la respuesta mundial al auge de la demanda de minerales de transición parece centrarse principalmente en aumentar la extracción. Hay que compatibilizar la expansión de la minería para el desarrollo con los derechos de las poblaciones locales y la protección del medio ambiente. Si se quiere avanzar hacia una economía digital circular, hay mucho por hacer con respecto a la gestión de residuos.

B. Gestión de residuos relacionados con la digitalización

35. La gestión de los residuos relacionados con la digitalización es un flujo complejo que presenta dos vertientes: las sustancias peligrosas y los materiales valiosos. Esos residuos deben gestionarse de forma idónea desde el punto de vista ambiental, velando por que los materiales peligrosos se traten de forma segura y por separado. Si no se gestionan adecuadamente, los residuos pueden tener importantes repercusiones negativas sobre el medio ambiente, la salud y otros aspectos sociales, y suelen afectar a los más vulnerables. Cuando los residuos relacionados con la digitalización se gestionan eficazmente, se pueden recuperar materiales valiosos, y en ese proceso pueden generarse beneficios económicos y ambientales, al aumentar la oferta de materias primas secundarias y reemplazar el suministro primario de minerales y metales para fabricar nuevos equipos. Disponer de estadísticas que reflejen adecuadamente la situación de los residuos relacionados con la digitalización es esencial en la gestión de residuos. Las tasas de recogida formal de los residuos relacionados con la digitalización siguen siendo bajas, particularmente en los países en desarrollo. El promedio mundial fue del 24 % del total de residuos en 2022, pero apenas alcanzó el 7,5 % en los países en desarrollo. Incluso en los países desarrollados, a pesar de que los sistemas formales de recogida suelen ser mejores, la tasa media de recogida (47 %) no es suficiente.

36. La gestión de residuos entraña importantes retos. Con frecuencia, los países en desarrollo carecen de sistemas formales de recogida para gestionar los residuos relacionados con la digitalización de forma ambientalmente racional, y corresponde al sector informal manejar gran parte de los residuos. Por otro lado, solo uno de cada cuatro países en desarrollo ha aprobado legislación sobre la gestión de esos residuos. Otros retos a la hora de gestionar, recoger y reciclar estos residuos son la complejidad de los productos electrónicos, la escasa disponibilidad de tecnologías de reciclaje y recuperación, el elevado costo del reciclaje, las limitadas infraestructuras de recogida y tratamiento y la falta de sensibilización y capacitación de los trabajadores y de sensibilización de los consumidores sobre el impacto de una eliminación inadecuada. Por otro lado, se necesita una gran inversión para mejorar las capacidades de gestión de los residuos relacionados con la digitalización. En los emplazamientos informales, los trabajadores y las microempresas y las pequeñas y medianas empresas suelen utilizar técnicas rudimentarias para reacondicionar equipos que luego revenden o para desmontar y procesar piezas con miras a extraer materiales valiosos. Estas actividades contribuyen a reducir la pobreza y la brecha digital, ya que los dispositivos y equipos resultan más asequibles. Sin embargo, los procesos subóptimos y las competencias limitadas hacen que la recuperación de recursos valiosos sea ineficaz e insuficiente. Los trabajadores están sujetos a malas condiciones laborales debido a sus escasos derechos laborales. Las mujeres, cuando participan, suelen ocupar puestos en los niveles inferiores de la escala jerárquica. Además, en los países en desarrollo pueden surgir tensiones de la necesidad urgente a corto plazo de que los recicladores del sector informal dispongan de unos ingresos dignos y, a largo plazo, de subsanar los riesgos para el medio ambiente y la salud que se derivan del tratamiento inadecuado de los residuos.

C. Oportunidades de desarrollo que brinda la economía digital circular

37. Para afrontar los retos ambientales relacionados con la digitalización hay que adoptar prácticas sostenibles a lo largo de todo el ciclo de vida, desde el diseño y la producción hasta el uso y la eliminación, garantizando al mismo tiempo unos beneficios equitativos. Los debates sobre el consumo y la producción responsables (Objetivo de Desarrollo Sostenible 12) se han centrado cada vez más en la conveniencia de una economía más circular. La economía digital sigue siendo muy lineal; una economía digital más circular trataría de reducir, reutilizar y reciclar los dispositivos y las infraestructuras digitales, por ejemplo alargando su vida útil. Algunas formas de conseguirlo son compartir, alquilar o donar; hacer mantenimiento y reparar; revender y redistribuir, o remanufacturar y reacondicionar. Con todos estos procesos, los residuos pueden convertirse en recursos y adquirir valor económico.

38. El principio fundamental que debe sustentar las actividades de la economía circular es que los productos se diseñan partiendo de la premisa de la circularidad, para que sean más

duraderos y fáciles de reparar y reciclar. Brindan la oportunidad de recuperar recursos valiosos y hacen posibles unas actividades económicamente beneficiosas y la creación de empleo. Los consumidores también tienen que reconsiderar los comportamientos relacionados con la digitalización, procurando alargar la vida útil y tomando decisiones conscientes de optar por equipos más sostenibles. La prioridad en una economía digital circular es evitar los residuos. La presión sobre la oferta de minerales primarios puede aliviarse en cierta medida aumentando la oferta secundaria mediante el reciclaje de residuos, lo que permite recuperar algunos materiales a través de la minería urbana. Ahora bien, el reciclaje por sí solo no basta para colmar la posible escasez de materiales ni para reducir los importantes impactos ambientales derivados de la producción y eliminación de equipos electrónicos; hay otras acciones de economía digital circular con las que se puede reducir la presión de la oferta moderando la demanda de nuevos equipos digitales. El progreso tecnológico también puede ayudar, con nuevos procesos que logren una mayor eficiencia en el uso de los recursos, la aparición de materiales de sustitución que puedan ser más respetuosos con el medio ambiente, y la mejora de las tecnologías para una gestión adecuada de los residuos.

39. Aparte de las ventajas ambientales, la circularidad puede aportar importantes ventajas económicas, ya que los residuos contienen piezas y materiales valiosos que pueden reciclarse y recuperarse. Con una gestión adecuada, que tenga en cuenta también los posibles riesgos para la salud, el proceso de extracción de materiales valiosos puede representar una oportunidad para agregar valor y crear empleo a lo largo de la cadena de valor de los residuos. Estas actividades pueden proporcionar medios de vida a los trabajadores e ingresos a las empresas conexas. La formalización debe ser el objetivo a largo plazo en las zonas donde una gran parte de los residuos se gestiona de manera informal; lograr formas eficaces de implicar al sector informal también puede ser un elemento importante en una estrategia general de gestión de residuos racional. En una transición justa no deben faltar el desarrollo de competencias y unas empresas sostenibles, la mejora de las condiciones laborales y de las organizaciones de trabajadores y el diálogo social. Existen argumentos económicos para defender las actividades de la economía circular, y modelos empresariales innovadores que pueden prolongar la vida útil de los productos electrónicos, por ejemplo mediante la reutilización o la prestación de un servicio de productos electrónicos. Así, se prevé que los mercados de reciclaje, reacondicionamiento y electrónica de segunda mano se tripliquen en el próximo decenio.

40. La economía circular tiene también una dimensión internacional. Si los equipos que se comercializan legalmente pueden reutilizarse, son realmente de segunda mano y pueden repararse o reacondicionarse, pueden contribuir a agregar valor, crear empleo y favorecer la asequibilidad, aliviando así las brechas digitales y promoviendo los objetivos de desarrollo. Sin embargo, un país receptor, cuya capacidad de gestión de residuos suele ser limitada, no debería asumir los costos ambientales y sociales sin la correspondiente compensación económica para ayudar a mejorar la gestión de residuos. Una opción es responsabilizar a los productores de la gestión global de los residuos. Los países en desarrollo tienen que fomentar las capacidades de gestión de residuos y una supervisión adecuada, y reforzar las actividades de economía circular. Para ello se necesitan más recursos financieros, mejorar las competencias de las partes interesadas y las infraestructuras para recoger y reciclar los residuos de forma que se mitiguen los riesgos para el medio ambiente y la salud, así como las capacidades institucionales para supervisar y hacer cumplir la legislación. Habida cuenta de la escasez de recursos nacionales en muchos países, el apoyo internacional es esencial.

IV. Elaboración de políticas nacionales, regionales e internacionales en favor de una digitalización inclusiva y ambientalmente sostenible

41. La digitalización sigue evolucionando con rapidez, transformando nuestras vidas y medios de subsistencia. Ahora bien, la digitalización no regulada amenaza con dejar atrás a muchos y agravar los problemas ambientales. Las medidas dirigidas a favorecer un consumo y una producción más sostenibles, al igual que las que promueven la circularidad, deben estar respaldadas por políticas apropiadas en los planos nacional, regional e internacional que se

apliquen adecuadamente (véase el cuadro). Las herramientas digitales son otro soporte de la economía digital circular. Para que la digitalización inclusiva y sostenible sea una realidad, las políticas deben basarse en el principio de responsabilidades comunes pero diferenciadas y en las capacidades respectivas, así como en las necesidades de los distintos países y agentes. Si se quieren elaborar políticas eficaces, es importante entender mejor el impacto ambiental de la digitalización, sobre todo mediante la mejora de las pruebas, la transparencia y la toma de conciencia sobre esas repercusiones. La nueva y compleja relación entre digitalización, sostenibilidad ambiental y desarrollo inclusivo requiere unas políticas integradas, que tengan un enfoque integrado, holístico, interdisciplinar y de múltiples interesados. La sociedad civil desempeña una función clave a la hora de plantear inquietudes relativas a la necesidad de mitigar el impacto ambiental de la digitalización a lo largo de todo su ciclo de vida. Es imprescindible aprovechar el poder de la digitalización para promover un desarrollo inclusivo y sostenible, mitigando al mismo tiempo su impacto ambiental negativo. Las instancias normativas deben armonizar las políticas digitales y ambientales a todos los niveles, con miras a mejorar la capacidad de la comunidad mundial para afrontar esos retos. La respuesta a las desigualdades ecológicas digitales cada vez mayores exige esfuerzos internacionales concertados que garanticen unas prácticas más justas, como la promoción de enfoques mineros sostenibles, la mejora de las infraestructuras digitales, la reducción de las exportaciones ilegales de residuos relacionados con la digitalización y el apoyo a la creación de capacidades en los países en desarrollo. En la actualidad todavía no se dispone de un marco de gobernanza mundial inclusivo en el que los países emprendan acciones colectivas y pongan en común conocimientos, lleguen a consensos, establezcan normas mundiales y alienten a ser transparentes en la presentación de información y el seguimiento de los avances hacia objetivos compartidos sobre la confluencia entre digitalización y sostenibilidad ambiental. Sin embargo, la cuestión se trata en los debates internacionales, por ejemplo en el Pacto Digital Global y en la jornada sobre digitalización celebrada durante el 29º período de sesiones de la Conferencia de las Partes en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Opciones de políticas, atendiendo a la fase del ciclo de vida de la digitalización

<i>Fase del ciclo de vida de la digitalización</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Opciones de política</i>		
		<i>Plano nacional</i>	<i>Plano regional</i>	<i>Plano internacional</i>
Producción	Lograr una minería y una fabricación de productos electrónicos ambientalmente sostenibles y responsables, y permitir al mismo tiempo el aumento de la agregación de valor nacional, con miras al desarrollo económico de los países productores	<p>Mejorar la información sobre los recursos mineros para la exploración</p> <p>Promover la negociación de contratos de explotación minera que favorezcan un reparto equitativo de los ingresos de la extracción de minerales de transición</p> <p>Formular políticas industriales para apoyar la agregación de valor a las materias primas extraídas y avanzar hacia la manufactura</p> <p>Formular una política tecnológica</p>	<p>Fomentar la cooperación regional para aumentar el poder de negociación con respecto a los contratos de explotación minera y los regímenes fiscales regionales</p> <p>Formular políticas industriales regionales para promover la agregación de valor en los países en desarrollo</p>	<p>Establecer normas para una minería y una fabricación de productos electrónicos responsables y sostenibles</p> <p>Limitar la utilización de minerales que puedan ser fuente de conflicto</p> <p>Adoptar y aplicar normas mundiales de transparencia</p> <p>Colaborar para mejorar los datos geológicos y mineros</p> <p>Establecer licencias de desarrollo sostenible para la explotación minera</p>

Fase del ciclo de vida de la digitalización	Objetivo	Opciones de política		
		Plano nacional	Plano regional	Plano internacional
		de investigación de materiales sustitutivos más sostenibles		Negociar un régimen fiscal internacional que permita una distribución equitativa de los ingresos entre productores y consumidores
		Prohibir la utilización de sustancias tóxicas		Hacer posible la cooperación internacional entre los países consumidores y productores de minerales y metales de transición
		Incentivar y promover la utilización de materiales reciclados, apoyando el desarrollo de mercados secundarios		
		Exigir a los productores que informen con transparencia sobre su huella ambiental		
Utilización	Optimizar el rendimiento de los centros de datos para minimizar su impacto en la energía y el agua, y en las comunidades locales	Aumentar la concienciación sobre los efectos ambientales de los distintos tipos de utilización (por ejemplo, la inteligencia artificial)	Considerar la posibilidad de utilizar centros de datos regionales, como una opción más eficiente desde el punto de vista ambiental	Establecer normas mundiales para la presentación de información sobre el impacto ambiental
	Optimizar el <i>software</i> para reducir el consumo de energía	Formular políticas para contrarrestar y prohibir el lavado de imagen verde	Evaluar las necesidades y determinar la ubicación de los centros de datos regionales en función de su posible impacto ambiental	Fomentar la gobernanza de los datos a nivel mundial, teniendo en cuenta consideraciones de sostenibilidad ambiental
	Reducir el consumo excesivo	Exigir que se comparta la infraestructura de red		Reforzar la cooperación internacional para colmar las brechas digital y de datos y fomentar las capacidades digitales y ambientales en los países en desarrollo
	Incentivar y promover un utilización razonable, eficaz y productiva de las herramientas y los equipos digitales	Exigir a los centros de datos que informen de forma integral sobre su impacto ambiental		
	Colmar las brechas digital y de datos	Mitigar el almacenamiento de datos excesivo		Reforzar la cooperación internacional sobre políticas de competencia para hacer frente al abuso del poder de mercado en la economía digital
		Adoptar una política tecnológica para fomentar la adopción y el cumplimiento de requisitos de eficiencia energética		

<i>Fase del ciclo de vida de la digitalización</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Opciones de política</i>		
		<i>Plano nacional</i>	<i>Plano regional</i>	<i>Plano internacional</i>
		e hídrica en los centros de datos		
		Exigir a los centros de datos de hiperescala que inviertan en energías renovables para alimentar las redes locales		
		Promover la conservación del agua en los centros de datos, minimizando su utilización de agua para refrigeración		
Final de la vida útil	Prevenir y minimizar los residuos relacionados con la digitalización y aumentar la recuperación de recursos y el valor de dichos residuos	<p>Adoptar y hacer cumplir las políticas, legislación y normativa sobre residuos electrónicos para aumentar las tasas de recogida y reciclaje</p> <p>Mejorar los datos y la información sobre los residuos relacionados con la digitalización</p> <p>Construir infraestructuras de gestión de residuos</p> <p>Aplicar mecanismos de responsabilidad ampliada del productor</p> <p>Mejorar las condiciones laborales en el sector de la gestión de residuos, avanzando hacia la formalización</p>	<p>Construir instalaciones regionales de reciclaje, especialmente en los países en desarrollo, para permitir una mayor agregación de valor en la cadena de valor de los residuos relacionados con la digitalización y una mejor recuperación de los recursos valiosos</p> <p>Facilitar la colaboración en la gestión de residuos, intercambiando tecnologías y mejores prácticas</p>	<p>Mejorar los datos y la información sobre los residuos relacionados con la digitalización</p> <p>Establecer normas mundiales en materia de circularidad</p> <p>Asegurar el cumplimiento de las normas del Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación, para evitar la exportación ilegal de residuos relacionados con la digitalización</p> <p>Considerar la posibilidad de transferir la responsabilidad ampliada del productor en los flujos transfronterizos de equipos usados y/o de ampliar su alcance geográfico</p>
Todas las fases	Permitir, promover y regular el consumo y	Aplicar un enfoque de políticas de	Considerar la posibilidad de	Reforzar la cooperación

<i>Fase del ciclo de vida de la digitalización</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Opciones de política</i>		
		<i>Plano nacional</i>	<i>Plano regional</i>	<i>Plano internacional</i>
	la producción sostenibles y la economía digital circular mediante políticas de reducción, reutilización y reciclaje	<p>economía circular en todas las fases del ciclo de vida de la digitalización</p> <p>Reforzar la integración de los aspectos de sostenibilidad ambiental y desarrollo digital, de forma coherente, en las estrategias nacionales de desarrollo</p> <p>Establecer normativas que exijan: productos de las TIC diseñados para la circularidad y la sostenibilidad; la eliminación de la obsolescencia programada; una mayor durabilidad de los productos; el derecho a reparar; la trazabilidad de los productos, incluidos los componentes y las materias primas (por ejemplo, mediante pasaportes digitales de los productos o de los materiales); y mayores niveles de reciclaje</p> <p>Incentivar y promover nuevos modelos de negocio sostenibles (por ejemplo, el de los productos electrónicos como servicio)</p> <p>Desarrollar la colaboración y las alianzas entre las partes interesadas pertinentes en todas las fases del ciclo de la digitalización</p>	<p>establecer enfoques regionales de promoción de la economía digital y el comercio electrónico circulares</p> <p>Establecer enfoques regionales de seguimiento de los productos digitales</p>	<p>internacional entre las partes interesadas pertinentes en todas las fases del ciclo de la digitalización</p> <p>Adaptar las políticas para que el comercio favorezca una economía y un comercio electrónico mundiales inclusivos y sostenibles</p> <p>Establecer normas mundiales de diseño de productos de las TIC sostenibles, así como de reutilización, reparación y reciclaje</p> <p>Incluir el sector de las TIC en los marcos internacionales de evaluación de diversos impactos ambientales</p>

<i>Fase del ciclo de vida de la digitalización</i>	<i>Objetivo</i>	<i>Opciones de política</i>		
		<i>Plano nacional</i>	<i>Plano regional</i>	<i>Plano internacional</i>
		Mejorar la base empírica de la formulación de políticas		
		Concienciar, mediante campañas específicas, sobre el impacto ambiental de la digitalización		
		Regular la publicidad en la economía digital para evitar la manipulación y el control de los consumidores, incluidas las medidas que fomentan el consumo excesivo		

Fuente: UNCTAD.