

Informe de resultados de la Cuestión 6/2 del UIT-D

TIC para el medio ambiente

Periodo de estudios 2022-2025



Informe de resultados de la Cuestión 6/2 del UIT-D

TIC para el medio ambiente

Periodo de estudios 2022-2025



TIC para el medio ambiente: Informe de resultados de la Cuestión 6/2 del UIT-D para el periodo de estudios 2022-2025

ISBN 978-92-61-41143-5 (Versión electrónica)

ISBN 978-92-61-41153-4 (Versión EPUB)

© Unión Internacional de Telecomunicaciones 2025

Unión Internacional de Telecomunicaciones, Place des Nations, CH-1211 Ginebra, Suiza

Algunos derechos reservados. Esta obra se ha puesto a disposición del público con arreglo a una licencia Creative Commons Attribution-Non-Commercial-Share Alike 3.0 IGO (CC BY-NC-SA 3.0 IGO).

De acuerdo con los términos de dicha licencia, el contenido de esta obra podrá copiarse, redistribuirse y adaptarse con fines no comerciales, siempre y cuando se cite adecuadamente, tal y como se indica a continuación. Cualquiera que sea la utilización de esta obra, no debe sugerirse que la UIT respalda a ninguna organización, producto o servicio específico. No se permite la utilización no autorizada de los nombres o logotipos de la UIT. Si se adapta la obra, se deberá conceder una licencia para su uso bajo la misma licencia Creative Commons o una equivalente. Si se realiza una traducción de esta obra, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto con la cita sugerida: "Esta traducción no ha sido realizada por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). La UIT no se responsabiliza del contenido ni de la exactitud de esta traducción.

La edición original en inglés será la edición vinculante y auténtica".

Para más información, sírvase consultar la página

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/es>

Cita propuesta. TIC para el medio ambiente: Informe de resultados de la Cuestión 6/2 del UIT-D para el periodo de estudios 2022-2025. Ginebra: Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2025. Licencia: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.

Material de terceras partes. Si desea reutilizar material de terceras partes incluido en esta obra, véanse cuadros, figuras o imágenes, es su responsabilidad determinar si se necesita un permiso a tal efecto y obtenerlo del titular de los derechos de autor. La responsabilidad de las demandas resultantes de la infracción de cualquier componente de la obra que sea propiedad de un tercero recae exclusivamente en el usuario.

Descargo de responsabilidad: Las denominaciones empleadas y el material presentado en esta publicación no implican la expresión de opinión alguna por parte de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) ni de la Secretaría de la UIT en relación con la situación jurídica de ningún país, territorio, ciudad o zona ni de sus autoridades, ni en relación con la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de empresas específicas o de productos de determinados fabricantes no implica que la UIT los apruebe o recomiende con preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. Salvo error u omisión, las denominaciones de los productos patentados se distinguen mediante iniciales en mayúsculas.

La UIT ha tomado todas las precauciones razonables para comprobar la información contenida en la presente publicación. Sin embargo, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni expresa ni implícita. La responsabilidad respecto de la interpretación y del uso del material recae en el lector.

Las opiniones, resultados y conclusiones que se expresan en la presente publicación no reflejan necesariamente los puntos de vista de la UIT o de sus miembros.

Créditos de la foto de portada: Adobe Stock

Agradecimientos

Las Comisiones de Estudio del Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT-D) constituyen una plataforma neutral en la que expertos de los gobiernos, la industria, las organizaciones de telecomunicaciones y las instituciones académicas de todo el mundo se reúnen para elaborar herramientas y recursos prácticos para abordar cuestiones de desarrollo. A tal efecto, las dos Comisiones de Estudio del UIT-D se encargan de elaborar informes, directrices y recomendaciones basados en las contribuciones recibidas de los miembros. La Conferencia Mundial de Desarrollo de las Telecomunicaciones (CMDT) decide cada cuatro años acerca de las Cuestiones de estudio. Los miembros de la UIT, reunidos en la CMDT-22 celebrada en Kigali en junio de 2022, acordaron que, para el periodo 2022-2025, la Comisión de Estudio 2 abordaría siete Cuestiones en el ámbito general de la transformación digital.

Este Informe se preparó en respuesta a la Cuestión 6/2: **TIC para el medio ambiente**, bajo la orientación y coordinación generales del equipo de gestión de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D, presidido por el Sr. Fadel Digham (República Árabe de Egipto), con el apoyo de los siguientes Vicepresidentes: Sr. Abdelaziz Alzarooni (Emiratos Árabes Unidos), Sra. Zainab Ardo (República Federal de Nigeria), Sr. Javokhir Aripov (República de Uzbekistán), Sra. Carmen Mădălina Clapon (Rumania), Sr. Mushfig Guluyev (República de Azerbaiyán), Sr. Hideo Imanaka (Japón), Sra. Mina Seonmin Jun (República de Corea), Sr. Mohamed Lamine Minthe (República de Guinea), Sr. Víctor Antonio Martínez Sánchez (República del Paraguay), Sra. Alina Modan (Rumania)¹, Sr. Diyor Rajabov (República de Uzbekistán), Sr. Tongning Wu (República Popular de China) y Sr. Dominique Würges (Francia).

El Informe fue elaborado bajo la dirección de la Relatora para la Cuestión 6/2, Sra. Aprajita Sharrma (República de la India), en colaboración con los siguientes Vicerrelatores: Sr. Apollinaire Bigirimana (República de Burundi), Sr. Issa Camara (República de Malí), Sr. Jean-Manuel Canet (Orange), Sr. Gregory Domond (República de Haití)¹, Sra. Gnakri Isabelle Sonia Gnabro Epouse Kakou (República de Côte d'Ivoire), Sr. Sang-hun Lee (República de Corea), Sr. Shang Li (República Popular de China), Sr. Thomas Wambua Luti (República de Kenya), Sr. Ethan Mudavanhu (Access Partnership Limited), Sra. Julia Nietsch (Francia)¹ y Sr. Yasumitsu Tomioka (Japón).

Un agradecimiento especial a los autores del capítulo por su dedicación, apoyo y experiencia.

Este Informe ha sido preparado con el apoyo de los coordinadores de la Cuestión 6/2 del UIT-D, editores, el equipo de producción de publicaciones y la Secretaría de la Comisión de Estudio 2 del UIT-D.

¹ Dimitió durante este periodo de estudios.

Índice

Agradecimientos	iii
Resumen ejecutivo	vii
Abreviaturas y acrónimos	ix
Capítulo 1 - Introducción	1
1.1 Cambio climático	1
1.2 Residuos electrónicos	3
Capítulo 2 - Implementación de nuevas tecnologías en favor del cambio climático.....	5
2.1 Los macrodatos y su importancia para la predicción del cambio climático y la adaptación a él	5
2.1.1 Datos de observación de la Tierra: la base del conocimiento climático	5
2.1.2 La posibilidad de recopilación y análisis de datos gracias a las telecomunicaciones/TIC	6
2.1.3 Las telecomunicaciones: el eje central de la recopilación y la difusión de datos	7
2.1.4 Desafíos y labor futura en relación con los macrodatos climáticos	8
2.1.5 Estrategia mundial de datos ambientales	9
2.2 Las telecomunicaciones/TIC como fundamento para soluciones orientadas a mitigar los efectos nocivos del cambio climático	9
2.2.1 Ventajas de la utilización de análisis avanzados	9
2.3 La observación de la Tierra como herramienta para la adaptación al cambio climático	11
2.3.1 Auge de las tecnologías de observación de la Tierra y avances en este ámbito	12
2.3.2 El papel de las TIC en el refuerzo de las capacidades de observación de la Tierra por medio de las iniciativas del Grupo de Observación de la Tierra	12
2.3.3 Estudio de caso: aplicaciones en condiciones reales de las tecnologías de observación de la Tierra en India	13
Capítulo 3 - Desafíos del cambio climático y estudios de casos al respecto.....	16
3.1 Las nuevas tecnologías en favor de la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y estudios de casos al respecto	16
3.2 Mejores prácticas y estudios de caso en relación con la gestión de los desastres mediante observaciones de la Tierra	17

3.3	Desafíos a los que se enfrentan las economías emergentes en la lucha contra los efectos nocivos del cambio climático	19
3.4	Incorporación de los aspectos ecológicos en las políticas nacionales sobre las TIC	20
3.4.1	Necesidad urgente de políticas sobre TIC ecológicas.....	20
3.4.2	Incorporación de los principios ecológicos en las políticas nacionales sobre las TIC.....	22
3.5	Incorporación de las TIC en los compromisos nacionales en relación con el clima	24
Capítulo 4 - Directrices comparativas para mitigar los efectos del cambio climático		27
4.1	Políticas y directrices.....	28
4.2	Formulación de directrices sobre la evaluación y la mitigación del cambio climático	30
4.3	Papel que desempeñan las tecnologías y aplicaciones emergentes en la labor de mitigación del cambio climático y adaptación a él.....	31
Capítulo 5 - Desafíos que plantean los residuos electrónicos		33
5.1	Resumen de las necesidades regionales en materia de gestión de residuos electrónicos.....	33
5.2	Concienciación en pos de la sostenibilidad	33
5.3	Consecuencias para la salud y el medio ambiente de no tener en cuenta el carácter de sustancia peligrosa de los residuos electrónicos.....	35
5.4	Identificación de los residuos electrónicos e importancia y efectos de estos para la economía mundial	37
Capítulo 6 - Medidas adoptadas para hacer frente a los desafíos que plantean los procesos y procedimientos relacionados con los residuos electrónicos.....		40
6.1	Formas y mecanismos para reducir y reutilizar los residuos electrónicos.....	44
6.2	Acciones de los consumidores para reducir la generación de residuos electrónicos	45
6.3	Incorporación de los residuos electrónicos en los planes nacionales de acción sobre la economía circular	47
6.4	Incorporación de las TIC en los planes nacionales de acción sobre la economía circular.....	49
Capítulo 7 - Conclusiones y labor futura		51
7.1	Cambio climático	51
7.2	Residuos electrónicos.....	53
Annex - List of contributions and liaison statements received on Question 6/2.....		55

Lista de figuras

Figuras

Figura 1: Distintas fuentes de macrodatos..... 8

Figura 2: Acceso libre a los datos de observación de la Tierra para cerrar la brecha digital 20

Figura 3: Aspectos relacionados con la tecnología a los que se hace referencia en las contribuciones determinadas a nivel nacional 25

Figure 4: Coalición para la Sostenibilidad Medioambiental Digital 28

Resumen ejecutivo

El Informe final de la Cuestión 6/2 del UIT-D (2022-2025) explora el papel de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el avance de la sostenibilidad medioambiental, centrándose en la mitigación y adaptación al cambio climático y en la gestión de los residuos electrónicos (residuos-e). El aumento de las temperaturas y del nivel del mar y la degradación de los hielos polares ponen de manifiesto la urgencia de actuar. Las emisiones inducidas por el hombre contribuyen significativamente al calentamiento global, impulsando los objetivos del Acuerdo de París de limitar el aumento de la temperatura y reducir las emisiones. Las TIC son esenciales en estos esfuerzos, ya que facilitan la recopilación, el análisis y la difusión de datos que pueden mejorar nuestra comprensión de los sistemas climáticos y apoyar las intervenciones estratégicas. Tecnologías como la observación de la Tierra, el análisis de macrodatos y la Internet de las cosas (IoT) proporcionan información en tiempo real sobre los cambios ambientales, permitiendo predicciones precisas y una toma de decisiones informada.

El rápido crecimiento de los residuos electrónicos plantea importantes problemas medioambientales y sanitarios. La proliferación de dispositivos electrónicos ha provocado un aumento de los residuos electrónicos que, si no se gestionan adecuadamente, liberan sustancias peligrosas en el medio ambiente. El informe destaca la importancia de prácticas sostenibles de gestión de los residuos electrónicos y el papel que pueden desempeñar las TIC en la promoción de una economía circular y la reducción del impacto ambiental de los residuos electrónicos.

Este informe es un recurso completo para las partes interesadas, basado en experiencias mundiales, prácticas, contribuciones de los Miembros de la UIT, estudios de casos y talleres. Se destaca el papel fundamental que desempeñan las TIC en pro de la sostenibilidad medioambiental mediante soluciones innovadoras. Concretamente, este informe:

- explora el potencial transformador de las TIC, en particular los macrodatos, en la adaptación y predicción climáticas. las TIC facilitan la analítica avanzada, incluida la inteligencia artificial (IA), para estrategias específicas de resiliencia climática, con datos de observación de la Tierra que proporcionan información fundamental;
- presenta estudios de caso que demuestran el éxito de aplicaciones TIC en la mitigación del cambio climático y la adaptación al mismo en varios países, haciendo hincapié en las buenas prácticas en la gestión de catástrofes y la integración de las TIC en los compromisos nacionales sobre el clima;
- proporciona directrices para integrar las TIC en los objetivos de sostenibilidad, debatiendo sobre las transformaciones digital y ecológica. Hace hincapié en las políticas y medidas reglamentarias para equilibrar las repercusiones medioambientales de las TIC y promover tecnologías energéticamente eficientes;
- aborda los retos de la gestión de residuos electrónicos, centrándose en las necesidades regionales y las prácticas sostenibles. Se destacan las consecuencias de la falta de gestión de residuos electrónicos para el medio ambiente y la salud, y se aboga por formalizar el sector informal y promover una economía circular;
- esboza medidas y estudios de caso de países que abordan los residuos electrónicos, haciendo hincapié en modificaciones de políticas y tecnologías ecológicas. Se insta a sensibilizar a los consumidores e integrar los residuos electrónicos en los planes nacionales;

- formula recomendaciones estratégicas para aprovechar las TIC en la acción climática y la gestión de residuos electrónicos. Aboga por una mayor colaboración e inversión en tecnologías sostenibles. Las TIC son fundamentales para fomentar la resiliencia y la sostenibilidad medioambiental.

Abreviaturas y acrónimos

Abreviatura	Término
5G	quinta generación de tecnología móvil ²
AEE	aparatos eléctricos y electrónicos
ANUMA	Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente
BDT	Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones
CDN	Contribuciones determinadas a nivel nacional
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO ²	dióxido de carbono
CODES	Coalición para la Sostenibilidad Medioambiental Digital
EO	Observación de la Tierra
EPR	Responsabilidad ampliada del productor
ERA5	quinta generación del European Reanalysis
GEDS	estrategia mundial de datos medioambientales
GEI	Gases de efecto invernadero
GEM	Observatorio internacional sobre residuos electrónicos
GEO	Grupo de Observación de la Tierra
GIZ	Agencia Alemana de Cooperación Internacional
I+D	Investigación y desarrollo
IA	inteligencia artificial
IoT	Internet de las cosas
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
ISRO	Organización de Investigación Espacial de la India
ML	Aprendizaje automático
Mt	Tonelada métrica

² Si bien en este documento se ha procurado utilizar y referirse adecuadamente a la definición de generaciones IMT (véase la Resolución [UIT-R 56](#) "Denominación de las telecomunicaciones móviles internacionales"), el Sector de Desarrollo de la UIT (UIT-D) desea señalar que partes de este documento contienen material proporcionado por los miembros de la UIT que se refiere al nombre comercial "xG", utilizado con frecuencia: este material no puede corresponder necesariamente a una generación específica de IMT, ya que no se conocen los criterios subyacentes empleados por los Miembros, pero en general, las IMT-2000, las IMT-Avanzadas, las IMT-2020 y las IMT-2030 se conocen como 3G/4G/5G/6G, respectivamente.

(continuación)

Abreviatura	Término
NASA	Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMM	Organización Meteorológica Mundial
OMPI	Organización Mundial de la Propiedad Intelectual
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
RAEE	Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos
TIC	tecnología de la información y las comunicaciones
UE	Unión Europea
UIT	Unión Internacional de Telecomunicaciones
UIT-D	Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT
UIT-R	Sector de Radiocomunicaciones de la UIT
UIT-T	Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT
UNITAR	Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investi- gaciones

Capítulo 1 – Introducción

1.1 Cambio climático

Según el informe *State of the Global Climate* de la Organización Meteorológica Mundial (OMM)³ de 2024, la temperatura media mundial cerca de la superficie es $1,55 \pm 0,13$ °C superior a la temperatura media registrada entre 1850 y 1900 y 1,5 °C superior a los valores de la era preindustrial. Este año fue el más cálido en los 175 años de observaciones. La concentración de dióxido de carbono (CO²) en la atmósfera se ha situado en su nivel más alto de los últimos 800 000 años. Durante la última década, la temperatura media anual ha sido la más alta jamás registrada. El contenido calorífico de los océanos ha aumentado año tras año durante los últimos ocho años. Durante los últimos 18 años, las extensiones del hielo marino han sido inferior a cualquier registro anterior, al igual que en la Antártida durante los últimos tres años. Estos tres años los glaciares también han experimentado la mayor pérdida de masa jamás registrada en un periodo de tres años. En ese exhaustivo informe se ponen de relieve el alarmante rumbo que está tomando el calentamiento global y la degradación que están experimentando las masas de hielo polar.

Según el Sexto Informe de Evaluación de 2021⁴ del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, *Intergovernmental Panel on Climate Change*), las emisiones derivadas de la actividad humana, la Tierra ha experimentado un calentamiento de aproximadamente 1,1 °C desde finales del siglo XIX. Se prevé que las temperaturas mundiales aumentarán en, por lo menos, 1,5 °C en los próximos años, lo que podría suponer un punto de inflexión y causar graves problemas para el medio ambiente y la sociedad. El nivel del mar ya está subiendo, el hielo marino se está derritiendo y las olas de calor son cada vez más frecuentes e intensas, y todos estos son fenómenos que los expertos predijeron hace mucho tiempo.

El peligro que el cambio climático plantea para la vida humana y el bienestar de nuestro planeta es grave y no hace sino agudizarse. Retrasar aún más la acción solo empeoraría la situación y haría más difícil garantizar un futuro habitable para todos. Es necesario tomar medidas coordinadas e inmediatas para mitigar los efectos del cambio climático y salvar el planeta para las generaciones venideras. La oportunidad para llevar a cabo una acción mundial notable se está desvaneciendo rápidamente.

Se cree que la quema de combustibles fósiles, que emite gases de efecto invernadero, es la principal actividad humana que se encuentra detrás del calentamiento global. Su repercusión se refleja en el aumento de la frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos en los últimos 20 años, como las olas de calor o las inundaciones, el deshielo del permafrost y los glaciares, lo que da lugar al aumento del nivel del mar, y la pérdida de las cosechas, lo que se traduce en escasez de alimentos y pérdida de medios de vida⁵.

La comparación de las temperaturas mundiales actuales con los niveles preindustriales pone de manifiesto cuánto calentamiento ya se ha producido. En el Acuerdo de París sobre el Cambio Climático, aprobado en 2015, tenía como objetivo limitar el aumento de la temperatura mundial

³ <https://wmo.int/es/news/media-centre/un-informe-de-la-organizacion-meteorologica-mundial-documenta-la-espiral-de-consecuencias-de-los>

⁴ <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>

⁵ <https://wmo.int/news/media-centre/eight-warmest-years-record-witness-upsurge-climate-change-impacts>

muy por debajo de 2 °C con respecto a los niveles preindustriales e intentar limitar ese aumento a 1,5 °C, reducir las emisiones de GEI a la mitad para 2030 y logrando el cero neto de emisiones antes de 2050. Para reducir las emisiones es necesario generar electricidad sirviéndose de fuentes con bajas emisiones de carbono y utilizar tecnologías instrumentales, a fin de reducir el consumo mundial de energía, los efectos de la contaminación con CO₂ y el uso ineficiente de los recursos⁶.

El verano de 2023 fue el más cálido de que se tiene constancia, con temperaturas 0,23 °C superiores a las de ningún otro verano registrado por la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA, *National Aeronautics and Space Administration*) de los Estados Unidos, y 1,2 °C más altas que la temperatura media estival del periodo comprendido entre 1951 y 1980.

Se calcula que el sector de las TIC contribuye entre un 1,5% y un 4% a las emisiones mundiales de carbono. El Banco Mundial estima que es de al menos el 1,7%.

En lo que respecta a los dispositivos de usuario, el uso representa la mitad de sus emisiones, mientras que el resto de su ciclo de vida representa la otra mitad. Se prevé que la huella de las TIC aumente de manera lineal, pero Internet de las cosas (IoT) influirá en esta tasa en el futuro.

Estos son los tres pilares de la acción climática que resultan decisivos para la supervivencia de nuestro planeta:

- la mitigación, que se refiere a las intervenciones humanas para reducir las fuentes o aumentar los sumideros de gases de efecto invernadero;
- la adaptación, que hace referencia al proceso de ajuste al clima real o esperado y sus efectos; y
- la resiliencia, que es la capacidad de hacer frente a los efectos del cambio climático⁷.

Dado el carácter cada vez más urgente de los desafíos que plantea el cambio climático, la demanda de TIC para contribuir a la sostenibilidad ambiental nunca había sido tanta. Los macrodatos, especialmente los obtenidos mediante las tecnologías de observación de la Tierra (EO), se han alzado como un recurso esencial. El uso de técnicas de análisis avanzadas, como el aprendizaje automático (ML) y la IA, es decisivo para extraer conclusiones a partir de enormes conjuntos de datos, lo que permite adoptar estrategias de resiliencia frente al clima más específicas y eficaces. No obstante, para aprovechar plenamente las posibilidades que brindan los macrodatos, es necesario dar solución a problemas como la calidad de los datos, la privacidad y la brecha digital. La automatización, gracias a la analítica avanzada, puede contribuir a la lucha contra el cambio climático al mejorar los modelos climáticos, reducir las emisiones y optimizar el consumo de energía. Por ejemplo, mediante el uso de algoritmos de predicción, las formas de automatización pueden aumentar la eficiencia energética de los edificios y el transporte y reducir la huella de carbono. Las nuevas formas de automatización también están mejorando la sostenibilidad mediante la gestión de las actividades agrícolas y el seguimiento de la deforestación a fin de promover la sostenibilidad, y están ayudando a empresas como Google y Microsoft a reducir el consumo de energía en sus centros de datos⁸.

Se estima que estas tecnologías puedan contribuir con alrededor del 24% del esfuerzo global para alcanzar las metas climáticas fijadas para 2030, y se calcula que la IA por sí sola reducirá las

⁶ <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/6be73f14-f899-4a6d-a26e-56d98393acf3>

⁷ <https://www.somersetwildlife.org/blog/steve-mewes/mitigation-adaptation-and-resilience>

⁸ <https://www.microsoft.com/es-es/sustainability/emissions-impact-dashboard>

emisiones de gases de efecto invernadero en un 16% y aumentará la eficiencia energética en un 15% en los próximos tres a cinco años. La formulación de políticas y normas internacionales ecológicas en relación con las TIC es fundamental para impulsar un cambio sostenible en el ámbito digital. En definitiva, las soluciones digitales están ayudando a reducir el impacto ambiental de diversos sectores y fortalecer la resiliencia frente al cambio climático mediante enfoques basados en datos en sectores clave, como la infraestructura de telecomunicaciones/TIC, ante los riesgos climáticos y ambientales.

Si analizamos los datos de observación de la Tierra con técnicas vanguardistas como la IA y el ML, podremos ampliar la capacidad humana para comprender y responder a los problemas relacionados con el clima. Este avance tecnológico no solo profundiza nuestro conocimiento de las pautas climáticas, sino que también empodera a las comunidades, a las empresas y a los responsables de la formulación de políticas para aumentar la resiliencia frente a las repercusiones climáticas.

Por otro lado, la proliferación de residuos electrónicos sigue planteando una serie de problemas. A medida que sigamos esforzándonos por lograr una conectividad universal y efectiva, esta proliferación hará que el desafío crezca continuamente y que las soluciones sean cada vez más urgentes.

1.2 Residuos electrónicos

Los residuos electrónicos, también conocidos como residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE)⁹, se refieren a los residuos desechados de multitud de componentes y dispositivos: cargadores de baterías, sistemas de música, celulares, computadoras, refrigeradores, televisores, monitores, tarjetas de circuito impreso, televisores, fuentes de alimentación, luces fluorescentes, detectores de humo, etc. La proliferación de dispositivos que llegan al final de su vida útil ha convertido a los residuos electrónicos en un grave problema. Los residuos electrónicos que se desechan representan una pérdida económica, en forma de componentes valiosos. Si se maneja incorrectamente, también crea un peligro para el medio ambiente y la salud humana. En consecuencia, existe una necesidad apremiante de métodos sostenibles de reciclado y eliminación.

Según el *Observatorio internacional sobre residuos electrónicos (GEM) 2024* de las Naciones Unidas¹⁰, publicado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) y el Instituto de las Naciones Unidas para Formación Profesional e Investigaciones (UNITAR), la generación mundial de residuos electrónicos alcanzó un récord de 62 millones de toneladas métricas (Mt) en 2022, lo que supone un aumento del 82% con respecto a 2010, y se prevé que alcance los 82 millones de toneladas métricas en 2030. No obstante, en 2022 solo se recogieron y reciclaron debidamente el 22,3% de esos residuos, quedando sin contabilizar componentes reutilizables por valor de 62 mil millones USD. Esta pérdida enorme de metales preciosos (como el oro, la plata, el cobre o el platino), valorados en una cuantía superior al producto interno bruto (PIB) de muchos países, también agrava el riesgo de contaminación. La producción mundial de residuos electrónicos que se generan en el mundo aumenta a un ritmo de 2,6 millones de toneladas métricas al año, y se estima que para el año 2030 se generarán más de 82 millones de toneladas métricas de este tipo de residuos, lo que supone un aumento del 33% con respecto a los

⁹ <https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/>

¹⁰ <https://unitar.org/about/news-stories/press/global-e-waste-monitor-2024-electronic-waste-rising-five-times-faster-documented-e-waste-recycling>

niveles de 2022. La región de Asia y el Pacífico fue la que generó la mayor cantidad de residuos electrónicos (24,9 millones de toneladas métricas), seguida de las Américas (13,1 millones de toneladas métricas) y Europa (12 millones de toneladas métricas), y África (2,9 millones de toneladas métricas).

Los residuos electrónicos plantean riesgos ambientales y para la salud de las personas y otros animales debido al contacto físico y la inhalación de gases peligrosos, la exposición a productos alimenticios y agua tóxicos y contaminados, y en forma de toxinas procedentes de productos desechados que se filtran en el suelo y el agua. La acumulación de residuos electrónicos acumulados en el suelo, el agua, el aire y otros recursos naturales pueden terminar entrando en la cadena alimentaria y generar subproductos tóxicos que se van metabolizando lentamente en el cuerpo humano, lo que puede dar lugar a efectos adversos a largo plazo. Los niños y los jóvenes son especialmente vulnerables¹¹. El creciente uso de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE), caracterizado por su breve vida útil, con opciones de reparación limitadas y costosas, convierte a los residuos electrónicos constituyen el mayor peligro del mundo para el medio ambiente.

Debemos reexaminar el impacto de los residuos electrónicos en el medio ambiente y cómo las presiones del mercado podrían afectar a esta relación en el futuro. La investigación y el desarrollo (I+D) son necesarios con urgencia para minimizar el agotamiento de los recursos naturales limitados.

De los 62 millones de toneladas métricas de residuos electrónicos generados en 2022, se estima que 14 millones de toneladas métricas (el 22,3%) fueron simplemente desechadas, la mayoría de las cuales terminaron en vertederos. Estos residuos incluían aproximadamente 31 millones de toneladas métricas de metales, 17 millones de toneladas métricas de plásticos y 14 millones de toneladas métricas de otros componentes, como minerales, vidrio y materiales compuestos. El valor de los metales solamente se estimó en 91 mil millones USD, incluidos 19 mil millones USD en cobre, 15 mil millones USD en oro y 16 mil millones USD en hierro. El reciclaje de los residuos electrónicos durante ese permitió una reducción de 93 millones de toneladas métricas las emisiones expresadas en dióxido de carbono equivalente, de las cuales 52 millones de toneladas métricas se atribuyen a la extracción de metales evitada y 41 millones de toneladas métricas a los refrigerantes recuperados, y contribuyó a evitar la extracción de 900 millones de toneladas métricas de mineral primario.

¹¹ <https://ceh.unicef.org/spotlight-risk/e-waste>

Capítulo 2 – Implementación de nuevas tecnologías en favor del cambio climático

2.1 Los macrodatos y su importancia para la predicción del cambio climático y la adaptación a él

En este capítulo se analiza el papel que desempeñan las telecomunicaciones/TIC para permitir que las nuevas tecnologías y los macrodatos mitiguen el cambio climático, mejoren la adaptación y las predicciones.

Dado que el cambio climático plantea desafíos sin precedentes, existe una necesidad urgente de disponer de datos útiles para la adopción de medidas. El surgimiento de los macrodatos, en particular los generados por las tecnologías de observación de la Tierra, ha revolucionado nuestro conocimiento de los sistemas climáticos. Las imágenes de satélite, la teledetección y las redes de IoT ofrecen información en tiempo real sobre las variaciones de la temperatura, el aumento del nivel del mar y los fenómenos meteorológicos extremos.

Las telecomunicaciones/TIC constituyen la base a partir de la cual es posible recopilar datos para luego aprovechar los análisis avanzados, lo que incluye el ML y la IA, para desempeñar una función esencial a la hora de extraer información de estos grandes conjuntos de datos, y adoptar estrategias específicas de resiliencia frente al clima. No obstante, es necesario dar respuesta a los desafíos relacionados con la calidad de los datos y la brecha digital para poder sacar el máximo provecho a las posibilidades que brindan los macrodatos.

La estrategia mundial de datos ambientales (GEDS) encabezada por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), tiene por objeto aprovechar los macrodatos para dar una respuesta eficaz a los desafíos ambientales. Mediante la promoción de la gobernanza de datos, la mejora de la accesibilidad y el fomento de la capacidad de los Estados Miembros, la GEDS busca crear un marco integral para la gestión de los datos ambientales, poniendo el acento en la calidad de los datos y en la interoperabilidad.

2.1.1 Datos de observación de la Tierra: la base del conocimiento climático

Los datos de observación de la Tierra se han convertido en la piedra angular de la investigación sobre el cambio climático y los modelos de predicción de este fenómeno, pues ofrecen a los científicos una imagen sin parangón de los sistemas climáticos dinámicos de nuestro planeta. El Grupo de Observaciones de la Tierra (GEO, *Group on Earth Observations*), una alianza intergubernamental, desempeña un papel fundamental en la coordinación e integración de esta gran cantidad de datos procedentes de distintas fuentes¹².

¹² Sara Venturini. GEO. [GEO for climate action](#). Taller del Sector de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT (UIT-D) sobre las TIC ecológicas y las tecnologías emergentes para la mitigación del cambio climático, Ginebra, 29 de mayo de 2023.

Las imágenes de satélite y las tecnologías de teledetección se encuentran a la vanguardia de esta revolución en materia de datos. Estos sistemas avanzados recopilan una gran cantidad de información sobre el clima de nuestro planeta, lo que incluye datos sobre las variaciones de la temperatura en la tierra y los océanos, el aumento del nivel del mar, el manto de hielo, el deshielo de los glaciares, la deforestación, los cambios de uso de la tierra y la composición de la atmósfera.

Este constante flujo de datos permite a los científicos hacer un seguimiento del cambio climático en tiempo real y detectar tendencias de larga duración con extraordinaria precisión. Por ejemplo, los macrodatos de observación de la Tierra procedentes de fuentes como la NASA y los Centros Nacionales de Información Ambiental (*National Centres for Environmental Information*) de Estados Unidos ofrecen información fundamental sobre las condiciones climáticas actuales y contribuyen a predecir futuros cambios.

La integración de estos datos con técnicas de tratamiento avanzadas, como la IA y el ML, está convirtiendo los datos brutos de observación de la Tierra en información climática útil para la adopción de decisiones a una velocidad sin precedentes. Esta sinergia de tecnologías no solo mejora nuestro conocimiento de la dinámica climática, sino que también empodera a las comunidades, a las empresas y a los responsables de la formulación de políticas para aumentar la resiliencia frente a las repercusiones del cambio climático.

2.1.2 La posibilidad de recopilación y análisis de datos gracias a las telecomunicaciones/TIC

El crecimiento exponencial de los datos de observación de la Tierra ha marcado el inicio de una nueva era en el ámbito de la investigación y la predicción en relación con el cambio climático en la que los análisis de macrodatos, en particular por medio de ML e IA, desempeñan un papel esencial a la hora de extraer información útil de grandes conjuntos de datos¹³.

Estas técnicas avanzadas de análisis están transformando nuestra capacidad para entender el cambio climático y darle respuesta. Mediante la aplicación de algoritmos de aprendizaje automático a grandes conjuntos de datos de observación de la Tierra, los científicos pueden descubrir dinámicas complejas en los sistemas climáticos que hasta el momento habían sido indetectables. Gracias a esta mejora en lo referente al reconocimiento de patrones, se pueden hacer predicciones más precisas sobre escenarios climáticos futuros, lo que permite a los responsables de la formulación de políticas y a los científicos elaborar estrategias más eficaces para mitigar el cambio climático y adaptarse a él.

Una de las aplicaciones más prometedoras de las telecomunicaciones/TIC en el campo de la climatología es el desarrollo de sistemas de alerta temprana para los fenómenos meteorológicos extremos, que no sólo pueden salvar vidas frente a catástrofes, sino también recopilar los datos necesarios para permitir el análisis de datos históricos junto con observaciones en tiempo real. La probabilidad y gravedad de fenómenos como huracanes, inundaciones y olas de calor pueden preverse con una exactitud y antelación sin paragon.

Por ejemplo, gracias a las telecomunicaciones/TIC, los modelos avanzados ya pueden analizar datos sobre inundaciones pasadas para hacer predicciones más precisas sobre el riesgo futuro

¹³ No obstante, existen algunas limitaciones en lo que se refiere a la huella de carbono de la IA y el aprendizaje automático, que se explican más adelante en la siguiente sección.

de inundación. Esto permite a las autoridades adoptar medidas específicas de defensa ante inundaciones, con lo que se pueden llegar a salvar vidas y reducir las pérdidas económicas.

Además, los algoritmos de aprendizaje automático optimizan las estrategias de adaptación al clima al tratar enormes cantidades de datos sobre las condiciones, la infraestructura y los factores socioeconómicos locales. Gracias a ello es posible formular planes de adaptación hechos a medida, que son más eficaces y hacen un uso más eficiente de los recursos que las estrategias de carácter general.

Esta intersección destaca tanto la importancia como el potencial de lograr una conectividad universal y efectiva y una transformación digital sostenible. Gracias a las posibilidades de recopilación de datos medioambientales que ofrecen las telecomunicaciones/TIC, los gobiernos y los investigadores pueden fortalecer la resiliencia de la sociedad frente a los riesgos y catástrofes climáticas.

2.1.3 Las telecomunicaciones: el eje central de la recopilación y la difusión de datos

Las telecomunicaciones/TIC, como los dispositivos de IoT y las redes de sensores están revolucionando la manera en que recopilamos datos climáticos, pues forman una densa red de puntos de recogida de datos que facilitan información detallada en tiempo real para complementar las observaciones satelitales.

La red está formada por una gran variedad de sensores, como estaciones meteorológicas, boyas oceanográficas, dispositivos de vigilancia de la calidad del aire y sensores de humedad del suelo. Cada uno de estos aparatos contribuye a formar una imagen completa de los sistemas climáticos de nuestro planeta, pues ofrecen información que antes era imposible de captar.

La aplicación de la IoT a la recopilación de datos permite obtener una resolución espacial y temporal sin precedentes en el ámbito del monitoreo del clima. Por ejemplo, una red de estaciones meteorológicas conectadas entre sí puede ofrecer información actualizada al minuto sobre las condiciones locales, mientras que las boyas oceanográficas transmiten datos importantes sobre la temperatura y las corrientes marinas desde lugares remotos.

Figura 1: Distintas fuentes de macrodatos

Fuente: PNUMA¹⁴

2.1.4 Desafíos y labor futura en relación con los macrodatos climáticos

Aunque los macrodatos ofrecen un potencial inmenso para la predicción del cambio climático y la adaptación a él, es necesario dar respuesta a varios desafíos importantes para poder aprovechar plenamente las posibilidades que ofrecen. Es fundamental garantizar la calidad y la fiabilidad de los datos, ya que disponer de datos imprecisos e incoherentes puede dar lugar a predicciones erróneas y a la formulación de políticas equivocadas.

Un asunto crucial es el cierre de la brecha digital a fin de garantizar el acceso equitativo a la información climática. Muchas regiones, en particular en los países en desarrollo, carecen de la infraestructura y los recursos necesarios para participar plenamente en las iniciativas relativas a los macrodatos y beneficiarse de ellas. Esta disparidad podría agravar las desigualdades existentes en lo que se refiere a la preparación y la respuesta frente al cambio climático.

Además, para interpretar la información que proporcionan los macrodatos y actuar en consecuencia, se necesitan conocimientos técnicos interdisciplinarios que abarquen los ámbitos de la climatología, el análisis de datos y la formulación de políticas. El desarrollo de estos conocimientos a nivel mundial es fundamental para traducir los datos en medidas eficaces.

Según vayamos avanzando, será crucial dar respuesta a estos desafíos a fin de maximizar el potencial que ofrecen los macrodatos para luchar contra el cambio climático y construir un futuro más resiliente para todos.

¹⁴ David Jensen. PNUMA. [Harnessing the power of big data and frontier technologies for climate action](#). Taller del UIT-D sobre TIC vanguardistas al servicio de la acción climática, Ginebra, 15 de octubre de 2019.

2.1.5 Estrategia mundial de datos ambientales

La Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente (GEDS) ha reconocido la urgente necesidad de disponer de una estrategia mundial de datos ambientales para hacer frente a los principales desafíos ambientales y encargó al PNUMA que formulara dicha estrategia antes de 2025¹⁵. La GEDS está diseñada para aprovechar todo el potencial de los datos ambientales, a fin de que estos se usen de manera efectiva en la lucha contra el cambio climático, la pérdida de diversidad y la contaminación. Al centrarse en ámbitos clave como la interoperabilidad, la calidad, la gobernanza y el acceso de los datos y el fomento de capacidad, la GEDS busca derribar los obstáculos que dificultan el intercambio y la utilización de los datos y, de ese modo, fomentar soluciones innovadoras en favor del desarrollo sostenible.

En conclusión, la formulación de la GEDS empoderará a los gobiernos, las organizaciones y las comunidades para que tomen decisiones fundamentadas, aceleren la labor en favor de la sostenibilidad y aumenten la cooperación mundial a fin de proteger el medio ambiente para las generaciones futuras.

2.2 Las telecomunicaciones/TIC como fundamento para soluciones orientadas a mitigar los efectos nocivos del cambio climático

Las telecomunicaciones/TIC se han alzado como una potente herramienta capaz de contribuir considerablemente a las labores de mitigación del cambio climático y adaptación a él. En la presente sección se examinan las distintas maneras en que se puede aplicar la automatización habilitada por las telecomunicaciones/TIC y de los modelos analíticos avanzados para encarar los desafíos relacionados con el clima y se ponen de relieve las ventajas de esta tecnología, las posibilidades que brinda y la imperiosa necesidad de hacer un uso responsable de ella, en particular por lo que respecta a las necesidades energéticas de estos procesos.

Fundamentalmente, es importante recordar que este progreso y estas oportunidades sólo se pueden lograr si las telecomunicaciones/TIC están disponibles y son asequibles en todo el mundo. Esto requiere una acción colaborativa para crear infraestructura y capacidad para cerrar la brecha digital. Solo con esta base podemos ver los beneficios potenciales descritos en este capítulo.

2.2.1 Ventajas de la utilización de análisis avanzados

Mejores análisis de datos e información más útil

La informática avanzada puede mejorar considerablemente los análisis de datos ambientales a gran escala, que permiten obtener información útil que anteriormente era difícil o imposible de conseguir. Algunas de sus principales ventajas son las siguientes:

- **Predicciones y modelizaciones del clima precisas:** aumentar la precisión de los modelos climáticos, lo que permite predecir mejor los fenómenos relacionados con el clima.
- **Comprensión de las interacciones de los ecosistemas:** facilitar un entendimiento más profundo de las complejas interacciones dentro de los ecosistemas, y contribuir a la formulación de estrategias de conservación eficaces.

¹⁵ Estrategia mundial de datos ambientales (GEDS), PNUMA, 2024 <https://www.unep.org/topics/digital-transformations/global-environmental-data-strategy-geds>.

- **Adopción de decisiones fundamentadas:** proporcionar análisis de datos sólidos y ayudar a los responsables de la formulación de políticas a tomar decisiones fundamentadas en relación con las políticas y las medidas relativas al medio ambiente.

Optimización de la gestión de recursos

La automatización posibilita un uso más eficiente de los recursos en distintos sectores relacionados con el medio ambiente:

- **Eficiencia energética:** la automatización puede optimizar el consumo de energía de los edificios e industrias, reduciendo los desechos y disminuyendo las emisiones de carbono. Un ejemplo de esto es la estrategia de T-Mobile para reducir el consumo de energía por medio de análisis avanzados¹⁶.
- **Gestión del agua:** los sistemas automáticos analizan los datos sobre el consumo de agua a fin de mejorar la asignación de recursos y reducir al mínimo los residuos.
- **Agricultura sostenible:** los análisis avanzados ayudan a los investigadores, los agricultores y otros investigadores a analizar los datos sobre el suelo, predecir el rendimiento de los cultivos y detectar brotes de plagas y, de ese modo, promover prácticas agrícolas sostenibles¹⁷.

Refuerzo de las labores de vigilancia y conservación

La automatización y la informática avanzada aumentan considerablemente las capacidades de vigilancia ambiental:

- **Conservación de la biodiversidad:** procesar enormes cantidades de datos procedentes de cámaras con sensores de movimiento y otras fuentes a fin de llevar un control de las especies en peligro y protegerlas.
- **Prevención de la deforestación y del furtivismo:** los datos medioambientales pueden contribuir al monitoreo de los bosques y la vida silvestre, y ayudar a combatir las actividades ilegales.
- **Vigilancia de los ecosistemas marinos:** los sistemas IoT hacen un seguimiento de la salud de los océanos y de los riesgos conexos y contribuyen así a la labor de conservación marina.

Mejora de la interoperabilidad y la calidad de los datos

La GEDS tiene como objetivo hacer uso de los análisis avanzados para mejorar la interoperabilidad de los datos en distintos sistemas y plataformas y aumentar la calidad de los datos mediante medidas de control de la calidad¹⁸.

Gestión de la energía en el sector de las telecomunicaciones¹⁹

Las empresas de telecomunicaciones recurren cada vez más a la IA para gestionar el consumo de energía. En la Confederación Suiza, por ejemplo, Sunrise ha puesto en marcha el programa PowerStar, que utiliza algoritmos de IA para analizar el tráfico de la red de acceso radioeléctrico, gracias a lo cual ha podido optimizar el suministro de energía y ha logrado reducir el consumo de energía en más de un 10%. De forma parecida, T-Mobile tiene como objetivo lograr una

¹⁶ Documento [SG2RGQ/195](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por la República de Corea.

¹⁷ Shanar Tabrizi (2024). [The role of emerging digital technologies for climate change mitigation and adaptation](#). Taller de la CE 2 del UIT-D sobre la Cuestión 6/2, 6 de mayo de 2024, págs. 4 a 9.

¹⁸ [Estrategia mundial de datos ambientales \(GEDS\)](#), PNUMA, 2024.

¹⁹ Documento [SG2RGQ/195](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por la República de Corea.

huella neta de carbono igual a cero para 2040, para lo cual utiliza la IA con el fin de optimizar el consumo de energía en función del tráfico y la demanda.

Preparación y respuesta ante casos de desastre

La automatización y los análisis avanzados contribuyen a mejorar la preparación y la respuesta ante casos de desastre por medio de:

- **Análisis predictivos:** los análisis predictivos para los fenómenos meteorológicos extremos facilitan la intervención oportuna y la asignación de recursos.

A fin de mitigar estos problemas, los responsables de la formulación de políticas y las partes interesadas pueden priorizar las siguientes medidas²⁰:

- **Fomento de las fuentes de energía renovable:** el fomento del uso de energías renovables para las operaciones de telecomunicaciones/TIC puede reducir considerablemente la huella de carbono asociada al consumo de energía de los análisis avanzados y la computación en la nube.
- **Invertir en telecomunicaciones/TIC energéticamente eficientes:** la I+D debe centrarse en desarrollar telecomunicaciones/TIC más eficientes desde el punto de vista energético, que minimicen el impacto ambiental negativo de estos sistemas.
- **Fomento de la colaboración:** los gobiernos, las empresas, las organizaciones internacionales y la sociedad civil se beneficiarán de la colaboración y el intercambio de buenas prácticas y recursos para garantizar que la transformación digital de una sociedad sea también sostenible.

Las telecomunicaciones/TIC encierran un inmenso potencial como solución para mitigar los efectos nocivos del cambio climático. Gracias a la mejora de detección a distancia, la recopilación y análisis de datos, la optimización de la gestión de los recursos y el fortalecimiento de las capacidades de vigilancia, las telecomunicaciones/TIC pueden contribuir considerablemente a la labor de mitigación del cambio climático. No obstante, es fundamental que las TIC se implementen de manera responsable, poniendo el acento especialmente en solucionar los problemas relacionados con el consumo de energía que llevan aparejado y las repercusiones que tienen en el medio ambiente. Por medio de la colaboración y la innovación, las telecomunicaciones/TIC pueden convertirse en un catalizador de las acciones climáticas positivas, allanando el camino para lograr un planeta más verde y resiliente.

2.3 La observación de la Tierra como herramienta para la adaptación al cambio climático

El cambio climático constituye uno de los mayores desafíos a los que se enfrenta la humanidad en la actualidad, pues repercute ampliamente en los ecosistemas, las pautas meteorológicas y los medios de vida del ser humano. A medida que aumentan las temperaturas mundiales y la frecuencia de los fenómenos meteorológicos extremos, la necesidad de disponer de estrategias eficaces para adaptarse a estos cambios cobra una urgencia sin precedentes. En este contexto, las tecnologías de observación de la Tierra se han erigido como un recurso crucial para entender los cambios en el medio ambiente y darles respuesta. Al proporcionar datos exhaustivos sobre la superficie terrestre, la atmósfera y los océanos, la observación de la Tierra permite a los investigadores, los responsables de la formulación de políticas y las comunidades

²⁰ *Ibid.*

hacer un seguimiento de los cambios en tiempo real, evaluar las vulnerabilidades y aplicar estrategias de adaptación fundamentadas.

2.3.1 Auge de las tecnologías de observación de la Tierra y avances en este ámbito²¹

El campo de las tecnologías de observación de la Tierra ha experimentado en los últimos años un crecimiento y un nivel de innovación extraordinarios que han llevado a estas tecnologías a posicionarse como herramientas esenciales en la lucha contra el cambio climático. En 2022 había 1 192 satélites de observación de la Tierra en órbita, la segunda categoría más grande después de los de comunicaciones, y el número continúa creciendo aproximadamente un 10% anual, con 140 nuevos satélites lanzados solo ese año. La importancia de la observación de la Tierra para la vigilancia de los cambios ambientales es indiscutible.

Casi la mitad de los satélites de observación de la Tierra se utilizan para aplicaciones comerciales, lo que es un reflejo de un sector floreciente que está impulsando la innovación y la inversión en la tecnología satelital. El crecimiento comercial se ve acompañado por el drástico aumento de solicitudes de patentes relacionadas con aplicaciones ecológicas de los datos de detección obtenidos mediante satélite, que entre 2001 y 2020 se dispararon en un espectacular 1 800%. Estas aplicaciones abarcan un amplio abanico de usos en relación con el medio ambiente, entre los que cabe mencionar la mitigación del cambio climático, la predicción del tiempo, la detección de contaminación y la vigilancia ambiental.

Los avances tecnológicos han desempeñado un papel decisivo en este crecimiento, gracias a las importantes innovaciones que se han producido en el procesamiento de las señales, la miniaturización de los instrumentos y la integración de la IA en los sistemas de observación de la Tierra. Estas innovaciones aumentan la capacidad para recopilar, analizar e interpretar enormes cantidades de datos, lo que permite hacer evaluaciones más pormenorizadas de la vegetación, las condiciones forestales y el desarrollo de los cultivos. Conforme siguen evolucionando, las tecnologías de observación de la Tierra están adquiriendo un carácter cada vez más determinante en las labores relacionadas con la adaptación al cambio climático y la gestión de los recursos, pues proporcionan información fundamental que orienta la adopción de decisiones y la formulación de políticas.

2.3.2 El papel de las TIC en el refuerzo de las capacidades de observación de la Tierra por medio de las iniciativas del Grupo de Observación de la Tierra²²

Reconociendo el potencial de las TIC para mejorar la manera en que los ecosistemas de observación de la Tierra adquieren, procesan y utilizan datos, el GEO está promoviendo el uso de las herramientas de TIC para recopilar enormes cantidades de datos provenientes de una gran variedad de sensores desplegados en el espacio, la tierra y los océanos. Esta colaboración facilita la transmisión ininterrumpida de datos, lo que permite a los investigadores y a los encargados de la toma de decisiones acceder a información en tiempo real sobre las variables físicas, químicas y biológicas de la Tierra.

²¹ Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) (2023). *Green Technology Book: Solutions for climate change mitigation*, págs. 96 y 97.

²² Sara Venturini. GEO. *GEO for climate action*. Taller del UIT-D sobre las TIC ecológicas y las tecnologías emergentes para la mitigación del cambio climático, Ginebra, 29 de mayo de 2023.

El GEO pone el acento en la importancia del análisis y la visualización de los datos como componentes esenciales para que los datos de observación de la Tierra sean accesibles y útiles. Las TIC avanzadas permiten aplicar complejas técnicas de análisis que contribuyen a detectar tendencias, pautas y anomalías en los datos ambientales. Las herramientas de visualización, apoyadas por las iniciativas del GEO, mejoran todavía más la capacidad para entender los datos al presentar esta información en formatos fáciles de manejar, lo que permite a las partes interesadas –incluidos los responsables de la formulación de políticas, los científicos y los líderes comunitarios– interpretar los resultados con mayor facilidad y tomar las medidas oportunas.

Atlas de los ecosistemas mundiales del GEO proporciona información detallada y accesible sobre los ecosistemas mundiales. Se ha concebido como un recurso en línea de libre acceso que permite a los usuarios explorar distintos ecosistemas, sus condiciones y los cambios en su extensión. El principal objetivo es promover la adopción de medidas para proteger la biodiversidad y combatir el cambio climático, para lo que funciona, básicamente, como un "Google Earth de la naturaleza". El atlas incluirá un compendio digital de las capas de datos del sistema de información geográfica, series temporales de imágenes satelitales y funciones integradas basadas en IA y ML. El objetivo de esta integración es hacer que las capas de los ecosistemas mundiales se entiendan e interpreten mejor.

Además, el monitoreo en tiempo real por medio de las TIC es esencial para mejorar la preparación y la respuesta ante casos de desastre, que es una de las principales prioridades de las actividades del GEO. Al permitir que los datos se transmitan y traten de manera oportuna, las herramientas de TIC refuerzan los sistemas de alerta temprana que avisan a las comunidades de desastres naturales inminentes tales como inundaciones, huracanes y sequías para salvar vidas, y disminuir los efectos en las poblaciones vulnerables.

La colaboración entre distintos sectores es otro aspecto esencial para poder sacar el máximo partido de las TIC en el ámbito de la observación de la Tierra, y el GEO desempeña un papel fundamental en el fomento de alianzas. Al reunir a gobiernos, instituciones académicas, las entidades del sector privado y organizaciones no gubernamentales, el GEO fomenta la colaboración en el diseño de productos de información abiertos y accesibles. Este enfoque colaborativo garantiza el uso eficaz de los datos de observación de la Tierra, lo que promueve la toma de decisiones fundamentadas y la adopción de respuestas coordinadas a los desafíos relacionados con el clima. Conforme las TIC sigan evolucionando, su integración en las tecnologías de observación de la Tierra, con el apoyo de las iniciativas del GEO, será decisiva para maximizar las posibilidades que ofrece la observación de la Tierra en los ámbitos de la adaptación al cambio climático y el desarrollo sostenible.

2.3.3 Estudio de caso: aplicaciones en condiciones reales de las tecnologías de observación de la Tierra en India²³

Ante el aumento de los retos que plantea el cambio climático, la India se ha erigido como un referente de la manera en que se pueden utilizar con eficacia los sistemas avanzados de observación de la Tierra para hacer un seguimiento de las pautas meteorológicas y gestionar los desastres naturales. En este contexto, cabe destacar la colaboración entre la Organización de Investigación Espacial de la India (ISRO, *Indian Space Research Organization*) y la NASA, que

²³ Documento [SG2RGO/21](#) (Rev.1) de la CE 2 del UIT-D presentado por la India.

ha sido determinante para el desarrollo de tecnologías avanzadas de observación de la Tierra que refuerzan la capacidad del país para responder a las amenazas ambientales.

Uno de los ejemplos más destacados de esta colaboración fue la respuesta al ciclón Tauktae en mayo de 2021. Según el ciclón se iba acercando a la costa india, los satélites de observación de la Tierra de la ISRO y la NASA iban proporcionando datos esenciales que permitieron pronosticar con precisión la formación, intensidad y trayectoria de la tormenta. Gracias a la recepción crucial y oportuna de esta información fue fundamental para que el Departamento de Meteorología de la India pudiera enviar alertas tempranas a las comunidades costeras. Las alertas se difundieron a través de distintos canales de TIC, incluidos la radio, la televisión y la mensajería móvil, garantizando así que todos los residentes conocieran la situación y tomaran las precauciones necesarias.

La rápida evacuación de las poblaciones vulnerables, que atenuó considerablemente los efectos del ciclón, demostró la eficacia de estos sistemas de alerta temprana. La accesibilidad de los datos satelitales procedentes de los satélites de la NASA y la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos, concretamente a través de los proporcionados por el instrumento Visible Infrared Imaging Radiometer Suite de la misión Suomi National Polar-orbiting Partnership, permitió a las autoridades locales obtener la información necesaria para prepararse para la llegada del ciclón. Esta integración de tecnologías de observación de la Tierra no solo salvó vidas, sino que también minimizó los daños a las infraestructuras y los medios de subsistencia.

Además, la respuesta al ciclón Tauktae puso de manifiesto la importancia de la participación de las comunidades en la labor de gestión de los desastres. El Departamento de Telecomunicaciones en India contribuyó de manera decisiva a garantizar un servicio de telecomunicaciones ininterrumpido durante el ciclón, lo que facilitó la transmisión de información a las comunidades afectadas y la comunicación con ellas. Los principales operadores de telecomunicaciones colaboraron con el Departamento de Telecomunicaciones para mantener la infraestructura y establecer salas de crisis específicas para gestionar las labores de restauración, con lo que demostraron un enfoque coordinado respecto de la respuesta en casos de desastre.

Esta práctica ilustra la manera en que la integración de las tecnologías de observación de la Tierra, respaldada por la colaboración entre la ISRO y la NASA, puede mejorar la preparación y la respuesta ante situaciones de desastre en la India. El uso de sistemas avanzados de observación de la Tierra hace que el país esté mejor preparado para vigilar los cambios ambientales y responder con eficacia a los desafíos relacionados con el clima, lo que en última instancia contribuye a aumentar la resiliencia de las comunidades ante el cambio climático.

Recomendaciones en materia de políticas

Sobre la base de las enseñanzas extraídas por la India utilizó las tecnologías de observación de la Tierra con fines de adaptación al cambio climático, se pueden formular las siguientes recomendaciones en materia de políticas:

Fortalecimiento de la colaboración internacional: fomento de las alianzas entre los organismos espaciales nacionales y las organizaciones internacionales, como en el caso de la colaboración entre la ISRO y la NASA. Esto puede promover la compartición de datos, la transferencia de tecnología y el fomento de la capacidad sobre las aplicaciones de la observación de la Tierra en la gestión de desastres y la adaptación al clima.

Inversión en infraestructura de observación de la Tierra: asignación de fondos para el desarrollo y mantenimiento de sistemas de satélites e infraestructura terrestre de observación de la Tierra. Esta inversión debe centrarse en ampliar la red de satélites y en mejorar la capacidad de tratamiento de datos a fin de garantizar la transmisión de información oportuna y precisa.

Mejora de la accesibilidad de los datos y políticas sobre datos abiertos: promoción del acceso libre a los datos de observación de la Tierra, según proceda, para todas las partes interesadas, lo que incluye a los organismos públicos, los investigadores y las comunidades locales. Políticas claras para la compartición de datos facilitan la colaboración y empoderar a las comunidades para que utilicen los datos de observación de la Tierra para la toma de decisiones y la preparación para casos de desastre en el ámbito local.

Integración de las tecnologías de observación de la Tierra en los planes nacionales de gestión de desastres: incorporación de las tecnologías de observación de la Tierra en los marcos vigentes de gestión de desastres a nivel nacional y local. En el marco de esta labor de integración, se debería impartir formación a los equipos de emergencia y las autoridades locales sobre la forma en que se pueden utilizar los datos de observación de la Tierra de manera eficaz para evaluar los riesgos y planificar la respuesta.

Promoción de la educación de las comunidades y de su participación: elaboración de programas para informar a las comunidades de las ventajas de las tecnologías de observación de la Tierra, de la forma en que se deben interpretar los datos de observación de la Tierra y de la manera en que se ha de actuar sobre la base de esos datos. La implicación de las poblaciones locales en las iniciativas de preparación para casos de desastre puede aumentar la resiliencia y garantizar que la información se transmita eficazmente.

Apoyo de la I+D en relación con las tecnologías de observación de la Tierra: fomento de las iniciativas de investigación que se centran en mejorar las tecnologías de observación de la Tierra, en particular a fin de lograr avances para el análisis de datos. El apoyo a la innovación en este ámbito puede dar lugar a herramientas más avanzadas con las que hacer un seguimiento de los cambios ambientales y predecir desastres.

Establecimiento de una estrategia nacional en materia de observación de la Tierra: formulación de una estrategia nacional integral sobre el uso de las tecnologías de observación de la Tierra para la adaptación al cambio climático y la gestión de desastres. Esta estrategia debería resumir claramente los objetivos, funciones y responsabilidades de las distintas partes interesadas a fin de garantizar un enfoque coordinado a la hora de aprovechar las capacidades de observación de la Tierra.

Mediante la aplicación de estas recomendaciones en materia de políticas, los países pueden aumentar su resiliencia al cambio climático y mejorar su capacidad para responder a los desastres naturales, lo que, en última instancia, les permitirá proteger a las comunidades y promover el desarrollo sostenible.

Capítulo 3 – Desafíos del cambio climático y estudios de casos al respecto

3.1 Las nuevas tecnologías en favor de la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y estudios de casos al respecto

El potencial de las telecomunicaciones/TIC y otras tecnologías nuevas e incipientes para combatir el cambio climático se ha estudiado en diversos marcos, como el Grupo Temático sobre eficiencia ambiental para la inteligencia artificial y otras tecnologías incipientes (FG-AI4EE) del Sector de Telecomunicaciones de la UIT (UIT-T), el informe de la UIT titulado "*Turning Digital Technology Innovation into Climate Action*" y la Comisión de Estudio 5 del UIT-T, que abarca temas como los campos electromagnéticos, el medio ambiente, la acción climática, la digitalización sostenible y la economía circular.

Durante este periodo, la Comisión de Estudio 2 del UIT-D llevó a cabo varios estudios de casos.

Haití presentó estrategias para promover la digitalización y un mayor grado de adopción de los servicios en línea a fin de lograr mayores beneficios ambientales. A fin de digitalizar los procesos de manera efectiva, es preciso digitalizar los documentos físicos, digitalizar plenamente los nuevos procesos, lo que incluye los documentos jurídicos y oficiales, completamente en formato digital, poner a disposición de los ciudadanos servicios de computación en la nube para que puedan almacenar sus documentos digitales y hacer que todas las transacciones sean accesibles de manera electrónica. Además, es necesario proporcionar a los usuarios formación e información para que aprendan a usar estos servicios. Para que los ciudadanos y las empresas participen, los servicios en línea deben ser rápidos, accesibles en todo momento, estar disponibles a nivel mundial, tener un costo reducido, ser seguros, trazables y flexibles y ofrecer asistencia rápida²⁴.

La República de Madagascar expuso un estudio sobre la tecnología eSIM, una forma de integrar tarjetas de módulo de identidad de abonado (SIM) en dispositivos móviles, que se considera un elemento clave del futuro de la conectividad móvil y de la IoT. A diferencia de las tarjetas SIM al uso, las eSIM son más inocuas para el medio ambiente, pues reducen la producción de plástico y la necesidad de embalajes y transporte. De acuerdo con un estudio realizado por el Instituto Fraunhofer para la Fiabilidad y la Microintegración (IZM), las eSIM tienen una huella de carbono un 46% más baja que la de las tarjetas SIM tradicionales. En Madagascar la tecnología eSIM ya ofrece a los usuarios una conectividad ininterrumpida sin necesidad de disponer de una tarjeta SIM física. Dado que, según las estimaciones, el volumen de ventas de dispositivos con eSIM alcanzará los 14 000 millones en 2030, esta tecnología contribuirá a reducir las emisiones de CO₂ y promoverá la protección del medio ambiente²⁵.

La India puso de relieve los graves efectos que han tenido los desastres relacionados con el clima en las últimas dos décadas, en particular el aumento de las inundaciones, que repercuten

²⁴ Documento [SG2RGO/27](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por Haití.

²⁵ Documento [2/138](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por Madagascar.

en la migración y las economías. Se ha elaborado una colaboración de India en el que se analiza el uso de tecnologías de vanguardia, como la IA, las aeronaves no tripuladas y la IoT, para combatir el cambio climático, especialmente en el frente hidrológico. La OMM, la UIT y el PNUMA están estudiando formas de aplicar el potencial de la IA para predecir y mitigar los desastres naturales. En la India, la IA ha permitido mejorar las predicciones meteorológicas, una contribución fundamental dada la vulnerabilidad del país a los fenómenos meteorológicos extremos. El Centro Nacional de Previsiones Meteorológicas a Medio Plazo de India, el Departamento Meteorológico de la India y la Agencia Meteorológica del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte están trabajando en un proyecto de asimilación y análisis de datos sobre monzones en la India a fin de mejorar la precisión de los datos atmosféricos. En el documento se hace hincapié en la contribución de la IA a la lucha contra el cambio climático y a la mejora de la preparación para casos de desastre, en consonancia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)²⁶.

3.2 Mejores prácticas y estudios de caso en relación con la gestión de los desastres mediante observaciones de la Tierra

En el mundo actual, el cambio climático se ha convertido en una realidad innegable cuyos efectos, en particular en forma de fenómenos meteorológicos extremos como los ciclones tropicales, son cada vez más frecuentes e intensos. Estas catástrofes naturales plantean considerables peligros para la vida humana, la infraestructura y el medio ambiente. En este contexto, los avances tecnológicos, en especial en el ámbito de la observación de la Tierra mediante satélites, se han convertido en una herramienta esencial para mitigar las repercusiones de esos desastres.

Estudio de caso: India²⁷

La observación de la Tierra es una herramienta innovadora que utiliza la tecnología satelital para monitorear la atmósfera terrestre y hacer un seguimiento de las pautas meteorológicas. Esta tecnología desempeña un papel fundamental en la gestión de los riesgos relacionados con el clima al proporcionar datos precisos sobre las condiciones meteorológicas, como las lluvias, la velocidad del viento y la formación de tormentas. Los satélites de observación de la Tierra permiten llevar un control constante de la superficie terrestre y de los cambios meteorológicos y, de ese modo, contribuyen a crear sistemas de alerta temprana y a hacer pronósticos meteorológicos precisos, lo que permite a las autoridades tomar las precauciones necesarias antes de que ocurra una catástrofe. La capacidad para predecir y hacer un seguimiento de los ciclones y de otros peligros geológicos mediante la observación de la Tierra ha cobrado una importancia decisiva para la gestión de los riesgos asociados al cambio climático.

La India colabora con distintos organismos para mitigar los efectos de los ciclones por medio de tecnologías avanzadas de observación de la Tierra. Los satélites de la ISRO y la NASA llevan un seguimiento y un control de la evolución de los ciclones a fin de facilitar alertas tempranas. El Departamento Meteorológico de la India desempeña una función fundamental en la formulación de pronósticos meteorológicos y la emisión de alertas oportunas. La colaboración con organismos internacionales y con la OMM refuerza las estrategias de preparación y respuesta ante situaciones de desastre.

²⁶ Documento [2/236](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por la India.

²⁷ Documento [SG2RGQ/21](#) (Rev.1) de la CE 2 del UIT-D presentado por la India.

La India también utiliza satélites de la NASA y la Administración Oceánica y Atmosférica (NOAA) de Estados Unidos para recabar en tiempo real detalles y datos esenciales sobre la trayectoria y la intensidad de las tormentas y ciclones utilizando imágenes formadas por infrarrojos.

Además de la observación de la Tierra, el Departamento de Telecomunicaciones de la India cumple un papel esencial en el mantenimiento de las comunicaciones durante los ciclones. Los proveedores de servicios de telecomunicaciones de la India, como Bharti Airtel, Jio y BSNL, se coordinan para garantizar un servicio ininterrumpido, para lo cual mantienen un conjunto de fuentes de alimentación alternativas e instalan torres de telefonía móvil como parte de la respuesta. Se establecen salas de crisis para resolver las interrupciones del servicio y garantizar que el servicio sea rápidamente restablecido, en una demostración más de la observación de la Tierra y las TIC para la gestión de desastres. El uso oportuno de datos satelitales y sistemas de comunicación minimiza la pérdida de vidas y los daños en las infraestructuras, lo que pone de relieve la importancia de estas tecnologías para la gestión de los desastres naturales.

Estudio de caso: Grupo de Observación de la Tierra

Además de la labor de observación de la Tierra entre distintos organismos la adopción de las tecnologías de observación de la Tierra, la labor del GEO lleva a cabo una labor encomiable puesto que el Grupo fomenta alianzas estratégicas que formulan soluciones científicas en apoyo de las políticas nacionales e internacionales. El Grupo promueve la colaboración entre los proveedores de datos satelitales públicos y privados y los gobiernos a fin de mejorar la recopilación y la accesibilidad de los datos de observación de la Tierra. Asimismo, ayuda a los países de ingreso bajo y mediano ofreciéndoles licencias gratuitas y donaciones de los principales proveedores de servicios en la nube y empresas geoespaciales. Las alianzas público-privadas se han convertido en un componente cada vez más importante de la labor del GEO, que cumple dos décadas de progresos.

Además, el GEO colabora en la elaboración del atlas de los ecosistemas mundiales²⁸, un recurso en línea de acceso libre diseñado para hacer un seguimiento e informar del estado y los cambios de los ecosistemas del mundo. Con esta herramienta, que ofrece una plataforma accesible para entender los desafíos mundiales en materia de medio ambiente y hacerles frente, se busca inducir a la adopción de medidas urgentes para proteger la biodiversidad y fomentar soluciones basadas en la naturaleza en la lucha contra el cambio climático. Resultará útil para reducir las dificultades a las que se enfrentan las economías emergentes para cerrar la brecha digital, que no se tienen en cuenta en las evaluaciones del cambio climático.

La observación de la Tierra es esencial para hacer frente a problemas mundiales como el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. Al promover el libre acceso a los datos y fomentar la colaboración, contribuye al desarrollo sostenible y a la adopción de decisiones fundamentadas. Iniciativas como el atlas de los ecosistemas mundiales ofrecen herramientas valiosas para monitorear los ecosistemas e impulsar medidas sobre asuntos ambientales. A medida que evoluciona, el papel que cumple la observación de la Tierra a la hora de hacer frente a los desafíos ambientales mundiales sigue siendo fundamental para crear un futuro más sostenible.

²⁸ Sara Venturini. GEO. [GEO for climate action](#). Taller del UIT-D sobre las TIC ecológicas y las tecnologías emergentes para la mitigación del cambio climático, Ginebra, 29 de mayo de 2023.

3.3 Desafíos a los que se enfrentan las economías emergentes en la lucha contra los efectos nocivos del cambio climático

La brecha digital, que limita el acceso de las economías emergentes a valiosas soluciones tecnológicas para la acción climática, supone un enorme obstáculo que impide a estos países luchar contra las repercusiones negativas del cambio climático. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la revolución digital representa tanto nuestra mayor oportunidad para acelerar el desarrollo como nuestro mayor riesgo de dejar a algunas personas atrás²⁹. Aunque las soluciones digitales pueden contribuir al logro del 70% de las metas de los ODS, en 2023, 2 600 millones de personas seguían sin conexión en 2023, principalmente en países de ingreso bajo.

Además, según la UIT³⁰, a medida que aumenta la utilización de productos y servicios digitales, también aumenta la cantidad de energía, materiales y agua utilizados, los gases de efecto invernadero (GEI) emitidos y los residuos electrónicos generados. La creciente digitalización requiere más energía, lo que aumenta las emisiones de gases de efecto invernadero. La dificultad para obtener datos exactos sobre la cantidad de GEI que el sector de las TIC es responsable de emitir, con estimaciones que oscilan entre el 1,5% y el 4% de las emisiones mundiales de carbono, ha dificultado la formulación de políticas y los esfuerzos de mitigación.

Para que las economías emergentes puedan contrarrestar las repercusiones negativas del cambio climático, es necesario cerrar la brecha digital. La falta de acceso equitativo a los recursos digitales hace que estos países se enfrentan a problemas cuando tratan de adoptar prácticas sostenibles, aumentar su nivel de preparación para casos de desastre y formular estrategias de adaptación, lo que los hace más vulnerables a los efectos del calentamiento global.

Las economías emergentes tienen dificultades para utilizar las observaciones de la Tierra, como las imágenes satelitales y los datos de sensores, con el fin de combatir las repercusiones del cambio climático. Pese a que estas observaciones son esenciales para hacer un seguimiento de los cambios ambientales, como las emisiones de GEI, la deforestación y los incendios forestales, problemas como la fragmentación de los datos y el acceso limitado impiden que se utilicen de una manera eficaz. A pesar de los avances tecnológicos realizados, la dificultad para acceder a datos de alta resolución y traducirlos en soluciones aplicables sigue planteando un obstáculo considerable, especialmente para los países más afectados por la brecha digital.

Las economías emergentes necesitan poder acceder libremente a los datos de observación de la Tierra. La promoción de los datos abiertos, el *software* libre, las normas y la ciencia abiertas (véase la Figura 2) para colmar la brecha digital con conocimientos abiertos contribuirá a fomentar la colaboración entre los proveedores de datos satelitales públicos y privados, los gobiernos y las principales empresas geoespaciales y de servicios en la nube con el fin de mejorar la recopilación y la accesibilidad de los datos. Por ejemplo, el GEO ayuda a los países de ingreso bajo y mediano proporcionándoles licencias gratuitas y donaciones a fin de reforzar su capacidad para utilizar los datos de observación de la Tierra.

²⁹ <https://www.undp.org/blog/undp-core-funding-powering-sustainable-development-where-it-matters-most>

³⁰ <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/climate-change.aspx#/es>

Figura 2: Acceso libre a los datos de observación de la Tierra para cerrar la brecha digital



Fuente: GEO³¹

3.4 Incorporación de los aspectos ecológicos en las políticas nacionales sobre las TIC

3.4.1 Necesidad urgente de políticas sobre TIC ecológicas

Los rápidos avances en el ámbito de las TIC han transformado considerablemente las economías y sociedades de todo el mundo, pero también han contribuido de manera sustancial a las emisiones de GEI y a la degradación ambiental. En un momento en que la comunidad mundial trabaja para hacer frente a los urgentes desafíos que plantea el cambio climático, es imperioso incorporar los principios ecológicos en las políticas nacionales sobre las TIC.

Si bien el sector de las TIC es un motor de crecimiento económico e innovación, también contribuye considerablemente a las emisiones mundiales. Según el informe *Green Digital Transformation* del Banco Mundial³², las emisiones de GEI directamente atribuibles a este sector son considerables, y a medida que se acelera la digitalización, se prevé que estas emisiones seguirán aumentando a menos que se tomen medidas preventivas.

La UIT contribuye sustancialmente a los esfuerzos mundiales por minimizar las repercusiones del sector de las TIC en el medio ambiente. En colaboración con la World Benchmarking Alliance, la UIT hace un seguimiento de las emisiones de GEI, el consumo de energía y los compromisos climáticos de las principales empresas tecnológicas. En el informe *Greening Digital Companies*³³, de 2024, se resumen las prácticas idóneas para lograr el cero neto en emisiones y reducir la huella ambiental a fin de alentar a las empresas a adoptar estrategias que se ajusten a prácticas sostenibles. Esta iniciativa está en consonancia con el objetivo general de la UIT de promover la transformación digital sostenible. La UIT también contribuye a la acción climática mundial mediante la creación de herramientas para hacer un seguimiento de las emisiones de GEI en el sector de las TIC, entre las que figura un proyecto conjunto con el Banco Mundial destinado a crear una base de datos mundial de emisiones para el sector de las TIC a fin de ayudar a los países en su labor por lograr el cero neto en emisiones³⁴.

Pese a la rapidez con la que se está extendiendo la digitalización en varios países, muchos otros carecen de capacidad para facilitar información precisa sobre las emisiones del sector

³¹ Sara Venturini. GEO. [GEO for climate action](#). Taller del UIT-D sobre las TIC ecológicas y las tecnologías emergentes para la mitigación del cambio climático, Ginebra, 29 de mayo de 2023.

³² Banco Mundial (2024). [Green Digital Transformation: How to Sustainably Close the Digital Divide and Harness Digital Tools for Climate Action](#).

³³ UIT. [Greening Digital Companies Report 2024](#).

³⁴ Documento [SG2RGQ/185](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por la BDT de la UIT.

de las TIC. A fin de solucionar estos desafíos, las políticas nacionales sobre las TIC deberían fijar objetivos claros para medir con precisión las emisiones de GEI derivadas de la transición digital y tratar de reducir o minimizar el aumento de estas emisiones.

Estudio de caso: ARCEP (Francia)³⁵

La Autoridad Reguladora de las Comunicaciones Electrónicas y los Servicios Postales (ARCEP) de Francia supervisa desde 1997 la regulación económica de las infraestructuras de red. En reconocimiento de la capacidad de la digitalización para reducir las emisiones de carbono en los distintos sectores, un concepto que denomina, la tecnología de la información en favor de la ecología, la ARCEP empezó a ocuparse de los asuntos relacionados con el medio ambiente entre 2019 y 2020, impulsada por el rápido aumento del volumen de datos y la capacidad de las redes, la alta velocidad con que se renuevan los dispositivos y los bajos índices de reciclaje. La concienciación pública, en particular en relación con tecnologías como la 5G, también contribuyó a este cambio.

En respuesta, la ARCEP puso en marcha iniciativas para medir y reducir la huella ambiental del sector digital, entre otras cosas recopilando datos ambientales de los operadores de telecomunicaciones y realizando encuestas anuales "En pos del logro de la sostenibilidad digital". Los datos de la ARCEP, recabados de entre los actores del sector digital utilizando metodologías sólidas y transparentes, contribuyen a una serie de objetivos clave. Por un lado, mejoran los efectos en el medio ambiente, lo que, a su vez, proporciona una fuente de información a los responsables de la formulación de políticas y contribuye a la elaboración de las normas adecuadas. También sirven de estímulo para que las empresas adopten prácticas más sostenibles y ofrecen herramientas para empoderar a los usuarios y al público en general. La ARCEP también llevó a cabo un estudio, por encargo del Gobierno, para evaluar las repercusiones ambientales de las tecnologías digitales en Francia, en el que se recogen pronósticos para 2020, 2030 y 2050.

Estudio de caso: India

La India, con su economía emergente, se ha fijado el objetivo de lograr el cero neto en emisiones para 2070 y ha realizado considerables progresos en lo que se refiere a la acción climática. El país ha aplicado políticas audaces sobre energías renovables y puesto en marcha programas de eficiencia energética que sitúan al país en vías de lograr sus metas de emisiones fijadas para 2030. La India también promueve prácticas ecológicas en relación con las TIC, como la compartición de torres de telecomunicaciones para optimizar los recursos y el uso de energías renovables para alimentar las torres de telefonía móvil. El país sigue invirtiendo en la investigación y el desarrollo de tecnologías de energía renovable, promoviendo los equipos de energía verde y explorando alternativas como las pilas de combustible basadas en hidrógeno y los generadores de biodiésel. Para garantizar la sostenibilidad a largo plazo del sector de las telecomunicaciones, será esencial aumentar la disponibilidad de energía en las instalaciones de telecomunicaciones y reducir el consumo de diésel.

Además, el Departamento de Telecomunicaciones de la India ha fomentado la producción ecológica. Se ha creado un laboratorio de pasaportes ecológicos para normalizar las pruebas y la certificación de los equipos de telecomunicaciones para los pasaportes ecológicos. El

³⁵ Anne Yvrande Billon. ARCEP, Francia. [Measuring the environmental impact of the digital ecosystem: a new chapter of ARCEP's regulation](#). Taller del UIT-D sobre aspectos de la economía circular y nuevas tecnologías para la lucha contra el cambio climático, Ginebra, 6 de mayo de 2024.

laboratorio probará la eficiencia energética de las redes ópticas pasivas de Gigabit, las redes ópticas pasivas Ethernet con capacidad de Gigabits, los encaminadores IP, los encaminadores periféricos y otros equipos de telecomunicaciones.

3.4.2 Incorporación de los principios ecológicos en las políticas nacionales sobre las TIC

La incorporación de los principios ecológicos en las políticas nacionales sobre las TIC no es un mero imperativo ambiental, sino también una oportunidad estratégica para que los países aumenten su resiliencia frente al cambio climático. Si concilian la transformación digital con los objetivos de desarrollo, los países pueden favorecer el crecimiento económico minimizando, al mismo tiempo, los daños en el medio ambiente. Además, la transición hacia las TIC ecológicas puede estimular la creación de empleo en sectores emergentes centrados en la sostenibilidad y la innovación. Al invertir en tecnologías verdes, los países podrán crear nuevos mercados y sectores que contribuyan a la diversificación económica. Esto es especialmente importante en el contexto de la pandemia de enfermedad por coronavirus (COVID-19), durante la cual la necesidad de disponer de estrategias de recuperación resilientes e inclusivas se volvió fundamental.

A fin de aprovechar este impulso, es esencial adoptar medidas concretas para lograr integrar los principios ecológicos en las políticas nacionales sobre las TIC. Casi todos los países del mundo disponen de políticas y estrategias nacionales en relación con la tecnología de la información (TI). Estas estrategias equilibran el crecimiento económico, la promoción de las TIC, la inclusión digital y la sostenibilidad ambiental.

La integración de los principios ecológicos en las políticas nacionales sobre las TIC puede ayudar a hacer frente a los desafíos que plantean el rápido ritmo de digitalización y el cambio climático. Si bien el sector de las TIC es un motor de crecimiento económico, también contribuye considerablemente a las emisiones mundiales de GEI. Los países pueden fijar objetivos claros para medir y reducir estas emisiones, como ilustran las prácticas idóneas de la India y la ARCEP en Francia y las iniciativas de la República de Corea con sus iniciativas de TI ecológicas. Estos ejemplos también ponen de relieve la importancia de disponer de metodologías sólidas e implicar a los sectores público y privado.

La incorporación de la sostenibilidad en las políticas sobre las TIC no solo sirve para dar respuesta a los problemas ambientales, sino que también puede presentar oportunidades estratégicas para la diversificación económica y la creación de empleo en los sectores verdes.

Estrategias concretas para la integración profunda de los principios ecológicos en las políticas sobre las TIC:

- 1) **Coherencia e integración de las políticas:** deben integrarse las consideraciones sobre las telecomunicaciones/TIC en las políticas climáticas y viceversa, ya que esta estrategia doble es esencial para ecologizar el sector de las TIC y aumentar el potencial de la acción climática.
- 2) **Marcos estratégicos:** deben desarrollarse marcos estratégicos que establezcan un vínculo explícito entre las telecomunicaciones/TIC con la acción climática. Por ejemplo, el Nuevo Pacto de la República de Corea se cita como un ejemplo de éxito en el que se aprovechan las tecnologías digitales en favor de las iniciativas climáticas al tiempo que se aborda la cuestión de la acción climática en el sector de las TIC.

- 3) **Medidas reguladoras:** deben establecerse medidas reguladoras y de otra índole para reducir la huella ambiental de la infraestructura de TIC, como los centros de datos y las redes de comunicación. Esto puede incluir el establecimiento de criterios de eficiencia energética y la promoción de las certificaciones ecológicas.
- 4) **Colaboración intersectorial:** debe fomentarse una cooperación estrecha entre distintos ámbitos de política, en particular los de la energía, los servicios públicos y la industria, para promover enfoques conjuntos respecto de la formulación de políticas. Esta colaboración es crucial para aumentar la eficacia de las transiciones digital y ecológica.
- 5) **Innovación y normativa:** debe incrementarse la investigación, la normativa y la innovación en el sector de las TIC, con el objetivo de entender mejor sus vínculos con el cambio climático. Es esencial reforzar las metodologías y las capacidades a nivel nacional para informar con precisión de las emisiones y fijar normas internacionalmente reconocidas.
- 6) **Implicación de las partes interesadas:** los sectores público y privado, la sociedad civil y los grupos de consumidores deben participar en la formulación y aplicación de políticas ecológicas sobre las TIC promueve la puesta en marcha de iniciativas voluntarias y fomenta la adhesión a los objetivos de desarrollo.

Estudio de caso: iniciativas de la República de Corea en relación con la TI ecológica³⁶

Desde que presentó su Estrategia Nacional sobre la TI Ecológica en 2009, el Gobierno de la República de Corea ha emprendido numerosas iniciativas para promover la sostenibilidad en el sector de las TIC. Entre ellas se encuentran la puesta en marcha de un programa de certificación ecológica en 2010, el establecimiento de normas para los centros de datos ecológicos en 2012 y la financiación de distintos proyectos de investigación y desarrollo (I+D) patrocinados por el Gobierno sobre los centros de datos y las tecnologías de redes de comunicación respetuosos con el medio ambiente. En mayo de 2017 las políticas sobre las TIC ecológicas formaron parte de una estrategia más amplia a largo plazo, respaldada por un sólido compromiso político (la Estrategia de Neutralidad de Carbono para 2050), importantes inversiones en infraestructura (el Nuevo Pacto de Corea), I+D en tecnologías de vanguardia (la Estrategia de Innovación Tecnológica en pos de la Neutralidad de Carbono) y un marco jurídico integral para garantizar el éxito de estas iniciativas ecológicas (la Ley de Neutralidad de Carbono). Aunque el Gobierno es quien marca el camino con la utilización de herramientas normativas y económicas para descarbonizar el sector de las TIC, las empresas privadas también realizan una labor fundamental al adoptar *motu proprio* medidas en materia de sostenibilidad a fin de contribuir a las iniciativas nacionales de ecologización.

Al apoyar unas telecomunicaciones/TIC conscientes de su impacto medioambiental y su sostenibilidad, los países pueden aumentar la resiliencia frente al cambio climático y fomentar estrategias de recuperación inclusivas. En última instancia, la conciliación de la transformación digital con los objetivos de sostenibilidad es fundamental para garantizar que los beneficios derivados de los avances en las TIC no causen perjuicios al medio ambiente, allanando así el camino para un futuro más verde y sostenible.

³⁶ Banco Mundial (2024). [Green Digital Transformation: How to Sustainably Close the Digital Divide and Harness Digital Tools for Climate Action](#), pág. 66, recuadro 2.4.

3.5 Incorporación de las TIC en los compromisos nacionales en relación con el clima

El cambio climático constituye uno de los desafíos más apremiantes de nuestro tiempo y exige que los países de todo el mundo adopten respuestas urgentes e innovadoras. En un momento en que los países se esfuerzan por cumplir los objetivos climáticos asumidos en virtud de acuerdos internacionales como el Acuerdo de París, resulta urgentemente necesario aumentar la eficacia, la transparencia y la rendición de cuentas en relación con esta labor. En este sentido, es esencial incorporar las telecomunicaciones/TIC en las estrategias nacionales relativas al clima a fin de lograr los ambiciosos objetivos climáticos y garantizar un futuro sostenible.

El panorama actual en lo que se refiere a los compromisos nacionales sobre el clima pone de manifiesto la existencia de desafíos considerables que obstaculizan el progreso. Son muchos los países que carecen de datos suficientes experimentan dificultades en materia de monitoreo y no disponen de soluciones innovadoras disponibles adaptadas a sus contextos concretos. Estas limitaciones no solo impiden a los gobiernos hacer un seguimiento eficaz de los progresos, sino que también reducen su capacidad para llevar a cabo las intervenciones necesarias de manera oportuna.

Por suerte, las telecomunicaciones/TIC, como la IoT y los satélites de observación de la Tierra, ofrecen el potencial transformador para abordar estos desafíos. Al mejorar la recopilación de datos y documentar los procesos de toma de decisiones, las telecomunicaciones/TIC pueden impulsar significativamente la acción climática e impulsar el cambio sistémico.

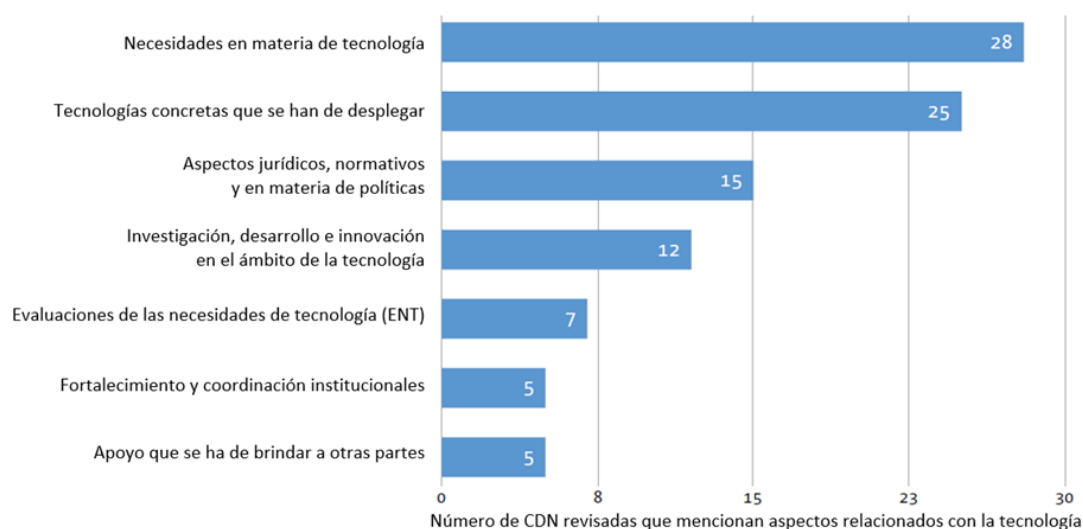
El *Green Technology Book* (Edición de Mitigación) de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) muestra cómo las telecomunicaciones/TIC se han integrado eficazmente en los esfuerzos de mitigación del cambio climático en diversos sectores, incluidas las industrias agrícola, forestal y manufacturera, demostrando que la tecnología digital se ha convertido en un importante núcleo de la tecnología verde. En él se hace referencia a la digitalización, la robótica, la IA, las TIC y el ML y se demuestra además que las telecomunicaciones/TIC desempeñan un papel importante, no sólo por derecho propio, sino en aplicaciones³⁷.

Las telecomunicaciones/TIC, por sí solas o en combinación con otras tecnologías, también están ayudando a los países a lograr sus contribuciones determinadas a nivel nacional (CND). Según el informe de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) sobre tecnología y contribuciones determinadas a nivel nacional, el 90% de las CDN contienen información sobre tecnología, a pesar de que el Acuerdo de París o las decisiones de su correspondiente Conferencia de las Partes (COP) no contienen tal requisito³⁸.

³⁷ Shanar Tabrizi (2024). [The role of emerging digital technologies for climate change mitigation and adaptation](#). Taller de la CE 2 del UIT-D sobre la Cuestión 6/2, 6 de mayo de 2024, págs. 4 a 9.

³⁸ CMNUCC (2021). [Technology and nationally determined contributions: stimulating the uptake of technologies in support of nationally determined contribution implementation](#), pág. 8.

Figura 3: Aspectos relacionados con la tecnología a los que se hace referencia en las contribuciones determinadas a nivel nacional



Fuente: CMNUCC³⁹

La información relativa a la tecnología que figura en las CDN se centra en los siguientes aspectos, como se muestra en la figura anterior: necesidades generales en materia de tecnología (28 partes); tecnologías concretas que se han de desplegar (25); aspectos jurídicos, normativos y en materia de políticas (15); investigación, desarrollo e innovación en el ámbito de la tecnología (12); evaluación de las necesidades tecnológicas (ENT) (7); fortalecimiento y coordinación institucionales (5); y apoyo que se ha de brindar a otras partes para el desarrollo y la transferencia de tecnología (5). Por lo tanto, es evidente que las tecnologías, incluidas las tecnologías digitales, ya se consideran un factor relevante e importante para el logro de las CDN. Por consiguiente, los responsables de la formulación de políticas deberían establecer las políticas y los sistemas de gobernanza eficaz necesarios para implantar en mayor grado estas tecnologías.

En un momento en que los países recurren con cada vez más frecuencia a las telecomunicaciones/TIC para reforzar sus compromisos en relación con el clima, en particular en el contexto de las CDN, la publicación *Green Technology Book* de la OMPI demuestra el papel fundamental que desempeñan la tecnología y la innovación a la hora de hacer frente a los desafíos climáticos. Muchas de las soluciones que se necesitan para reducir a la mitad las emisiones de GEI de aquí a 2030 ya existen. En consecuencia, es crucial que los responsables de la formulación de políticas pongan en marcha estrategias de TIC que se puedan integrar con eficacia en los compromisos nacionales en relación con el clima a fin de impulsar avances efectivos para el cumplimiento de las CDN. Esta labor política y en materia de políticas producirá efectos rápidos a medida que las telecomunicaciones/TIC se vuelvan más fácilmente accesibles a nivel nacional e internacional, tanto en el sector público como en el privado.

Las telecomunicaciones/TIC ofrecen un potencial transformador para aumentar la eficacia y eficiencia de la acción climática. Permiten mejorar la recopilación, análisis y difusión de los datos, lo cual es esencial para poder tomar decisiones fundamentadas. Por ejemplo, las telecomunicaciones/TIC, a través de la IoT, pueden facilitar el seguimiento en tiempo real

³⁹ *Ibid.*

de las emisiones, el uso de los recursos y los efectos en el medio ambiente, lo que permite a los gobiernos comparar con mayor precisión los progresos realizados con lo estipulado en sus CDN. Mediante el uso de macrodatos y análisis, los países pueden detectar tendencias, evaluar la eficacia de sus políticas climáticas y realizar los ajustes necesarios a fin de garantizar el cumplimiento de las metas.

Además, las telecomunicaciones/TIC pueden aumentar la implicación y la participación de la población en la acción climática. Los medios sociales, las aplicaciones móviles y las plataformas en línea se pueden utilizar para concienciar sobre cuestiones relacionadas con el clima, promover prácticas sostenibles y fomentar la implicación de la ciudadanía en las iniciativas climáticas. Si promueven una cultura de sostenibilidad y responsabilidad colectiva, los países pueden movilizar a las comunidades para que contribuyan a sus objetivos relacionados con el clima y, de esa manera, potenciar los efectos de sus CDN.

La integración de las estrategias de TIC también contribuye a la formulación de soluciones innovadoras que puedan hacer frente a desafíos concretos en relación con el clima. Por ejemplo, las telecomunicaciones/TIC pueden facilitar la transición a fuentes de energía renovable al optimizar los sistemas de gestión de la energía y posibilitar las redes eléctricas inteligentes. Estos avances no solo aumentan la eficiencia energética, sino que también reducen la dependencia de los combustibles fósiles, lo que está en sintonía con los objetivos generales de muchas CDN. Además, las telecomunicaciones/TIC pueden promover prácticas agrícolas sostenibles mediante la agricultura de precisión, que minimiza el uso de recursos al tiempo que maximiza el rendimiento, y, así, contribuir a la seguridad alimentaria y a aumentar la resiliencia frente al clima.

No obstante, para incorporar de manera satisfactoria las estrategias de TIC en los compromisos nacionales en relación con el clima se necesita un marco sólido que haga frente a los posibles obstáculos. Esto incluye la inversión en telecomunicaciones, a fin de garantizar el acceso equitativo a la tecnología, y la promoción de la colaboración entre los gobiernos, los agentes del sector privado y la sociedad civil. Asimismo, es esencial para dotar a las partes interesadas a fin de dotarlas de las aptitudes necesarias para sacar el máximo partido de estas herramientas. Creando un entorno propicio para la innovación, los países pueden aprovechar todo el potencial de las telecomunicaciones/TIC para lograr sus objetivos climáticos.

Capítulo 4 – Directrices comparativas para mitigar los efectos del cambio climático

La transición doble de la transformación digital y la transformación de la sostenibilidad presenta una oportunidad crucial para remodelar el mundo. Ambas transformaciones pueden ayudar a alcanzar los ODS y amplificar el potencial de la otra a través de colaboraciones positivas. Esto se extiende a la forma en que abordamos el cambio climático, la pérdida de biodiversidad y la contaminación. El reto consiste en catalizar conjuntamente estas dos transiciones: los responsables políticos deben considerar cómo las telecomunicaciones/TIC pueden promover los objetivos de sostenibilidad y cómo puede lograrse la sostenibilidad a través de las telecomunicaciones/TIC. La decisión histórica de la Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente de adoptar la transformación digital como esfera de trabajo fundamental del PNUMA (2022-2025) puso de relieve el papel de las telecomunicaciones/TIC en la lucha contra las crisis medioambientales mundiales.

El impulso por lograr una transformación digital sostenible se centra en minimizar los riesgos de las telecomunicaciones/TIC para el medio ambiente. Estas tecnologías actualmente consumen el 3% de la energía mundial, producen entre el 2% y el 4% de las emisiones mundiales de GEI y requieren cantidades significativas de metales raros, como el litio y el cobalto, cuya demanda se espera que aumente en un 500% de aquí a 2050⁴⁰. No obstante, las telecomunicaciones/TIC también tienen la capacidad de promover la sostenibilidad al ofrecer soluciones a los desafíos ambientales. Por ejemplo, algunas plataformas ayudan a monitorear la calidad del aire en el mundo, y el Methane Alert and Response System⁴¹ utiliza datos satelitales para hacer un seguimiento de las emisiones de metano, con lo que ofrece datos en tiempo real que resultan útiles para la labor de mitigación.

Además, las telecomunicaciones/TIC facilitan la transparencia y la circularidad de las cadenas de suministro, como demuestra el pasaporte digital de productos, en el que se registra la información del producto a fin de promover el reciclaje y contribuir a la reducción de residuos. Las tecnologías también empoderan a los consumidores para que elijan opciones sostenibles, como demuestran las iniciativas en el ámbito del comercio electrónico y el proyecto Playing for the Planet Alliance, en el marco del cual los videojuegos promueven la sostenibilidad. Las telecomunicaciones/TIC también contribuyen a optimizar el uso de los recursos, como es el caso de los sensores de calidad del aire de Sparrow, que proporcionan datos en tiempo real.

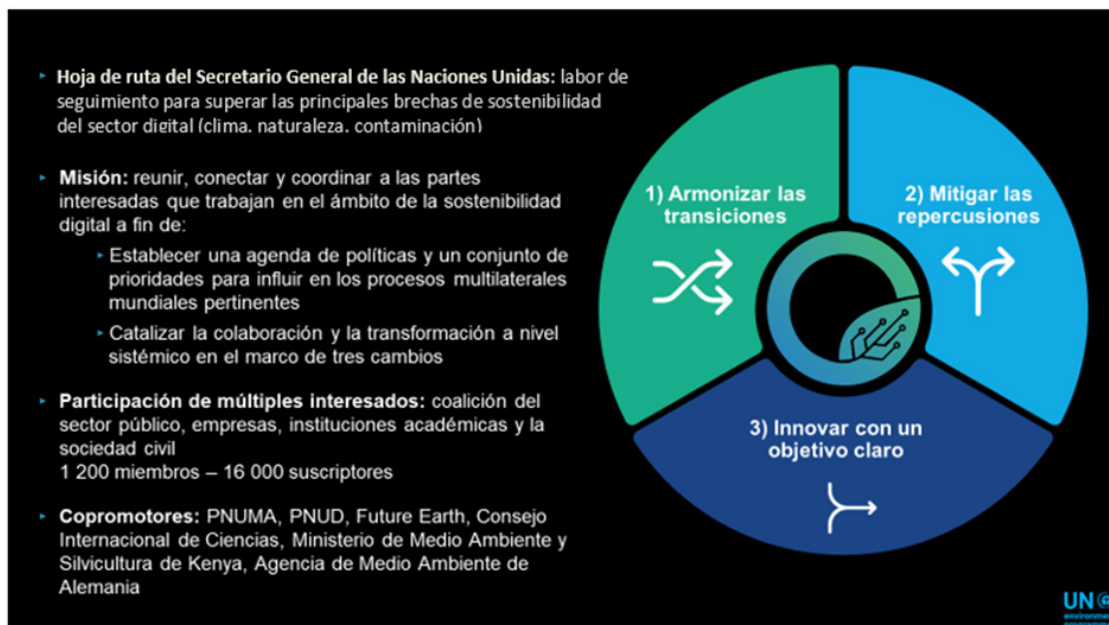
Las estrategias nacionales deberían tratar explícitamente sobre los objetivos ambientales y climáticos, aprovechar los datos para promover el desarrollo sostenible y garantizar la disponibilidad de infraestructuras digitales ecológicas para recopilar y analizar los datos ambientales. Los gobiernos y las organizaciones internacionales tienen oportunidades para avanzar en el logro de estos objetivos mediante marcos como el Pacto Digital Global e iniciativas

⁴⁰ David Jensen. PNUMA. [The twin transition: digital technologies for climate mitigation](#). Taller del UIT-D sobre las TIC ecológicas y las tecnologías emergentes para la mitigación del cambio climático, Ginebra, 29 de mayo de 2023.

⁴¹ <https://www.unep.org/topics/energy/methane/international-methane-emissions-observatory/methane-alert-and-response-system>

como la Coalición para la Sostenibilidad Medioambiental Digital (CODES, *Coalition for Digital Environmental Sustainability*), que facilita la acción colectiva en el ámbito de la sostenibilidad digital.

Figure 4: Coalición para la Sostenibilidad Medioambiental Digital



Fuente: PNUMA⁴²

En conclusión, las transformaciones digitales y de sostenibilidad pueden producirse simultáneamente como una doble transición⁴³. Las tecnologías digitales ofrecen notables posibilidades para el monitoreo ambiental, la transparencia y la adopción de decisiones, pero es necesario dar respuesta a los efectos que ellas mismas tienen en el medio ambiente. Si armonizamos la transformación digital con los objetivos de sostenibilidad, podremos trabajar en pos de un futuro más resiliente, equitativo y sostenible, respaldado por colaboraciones internacionales sólidas y el intercambio de buenas prácticas con respecto a las políticas de TIC ecológicas.

4.1 Políticas y directrices

La aplicación de las telecomunicaciones/TIC en los distintos sectores ha propiciado avances considerables en lo que se refiere a la eficiencia y la capacidad para tomar de decisiones. No obstante, estos beneficios acarrearán un costo ambiental considerable, en particular en cuanto a consumo de energía. Es bien sabido que los sistemas de IA, en particular durante la fase de entrenamiento de grandes modelos, consumen mucha energía, lo que contribuye a las emisiones de CO². El diseño de los chips, los sistemas de refrigeración, la manera en que están estructurados los centros de datos, la eficiencia del *software* y las fuentes que se utilizan para la generación de electricidad influyen en esta huella energética. Concretamente, el proceso de aplicación de modelos de IA entrenados a datos nuevos, puede ser el responsable de hasta

⁴² David Jensen. PNUMA. [The twin transition: digital technologies for climate mitigation](#). Taller del UIT-D sobre las TIC ecológicas y las tecnologías emergentes para la mitigación del cambio climático, Ginebra, 29 de mayo de 2023.

⁴³ *Ibid.*

el 90% del coste energético total. Los responsables de la formulación de políticas también deberían estudiar la posibilidad de usar las telecomunicaciones/TIC y la transformación digital que estas permiten para contribuir a descarbonizar las operaciones gubernamentales.

Las telecomunicaciones/TIC encierran un potencial transformador para la mitigación del cambio climático, pues ofrece soluciones para optimizar la integración de las energías renovables, la gestión de la red y el mantenimiento de los activos energéticos. También puede reforzar la adaptación al cambio climático mediante la mejora de los sistemas de alerta temprana, la resiliencia de las infraestructuras y la gestión de los recursos hídricos. Pese a sus beneficios, en los procesos de formulación de políticas se deben tener en cuenta las repercusiones del sector de las telecomunicaciones en el medio ambiente y establecer directrices claras para equilibrar el consumo de energía y la sostenibilidad. Los gobiernos y las organizaciones internacionales deberían invertir en el desarrollo de telecomunicaciones/TIC basadas en datos que sean eficientes desde el punto de vista energético a fin de combatir el cambio climático. Asimismo, deben promover la colaboración internacional para el intercambio de prácticas idóneas y estudios de caso en relación con los efectos de las telecomunicaciones/TIC en el medio ambiente.

El sector de las telecomunicaciones ya ha empezado a adoptar soluciones de IA para reducir el consumo de energía y lograr los objetivos climáticos. Por ejemplo, T-Mobile se ha fijado la meta de lograr una huella neta de carbono igual a cero para 2040, para lo cual se centra en optimizar el consumo de energía de la red y en dismantelar los emplazamientos celulares que no sean eficientes. Por otro lado, en Suiza, Sunrise ha empezado a utilizar un *software* basado en IA para la gestión de la energía, lo que le ha permitido reducir en un 10% el consumo energético. Las políticas y directrices deberían alentar a las empresas de telecomunicaciones a adoptar tecnologías eficientes desde el punto de vista energético y a adherirse a los objetivos climáticos nacionales e internacionales.

Políticas y reglamentos claros pueden ayudar a mitigar el impacto medioambiental del sector de las telecomunicaciones/TIC⁴⁴. Los gobiernos deben fomentar el uso de fuentes de energía renovables para las operaciones de telecomunicaciones/TIC, apoyar los principios de transparencia energética y establecer marcos para supervisar el consumo de energía de las redes de telecomunicaciones/TIC, incluida su utilización de la IA. También deben promover las asociaciones público-privadas para impulsar la innovación en soluciones para la acción climática y garantizar que estas telecomunicaciones/TIC sean sostenibles, accesibles para todos y beneficiosas para todas las naciones. Para garantizar que las telecomunicaciones/TIC contribuyan positivamente a la sostenibilidad medioambiental, es importante establecer y aplicar políticas y normas⁴⁵ globales que aborden el impacto medioambiental de estos sistemas. Al centrarse en la normalización de la supervisión, la sensibilización, el desarrollo de una comprensión más clara del impacto ambiental de las telecomunicaciones/TIC y la mejora del acceso a los datos medioambientales, estas soluciones políticas permitirán el desarrollo de redes y servicios más sostenibles. Un enfoque colaborativo que implique a las partes interesadas de los gobiernos, la industria, la sociedad civil y las instituciones académicas será fundamental para alcanzar estos objetivos y fomentar un futuro en el que las telecomunicaciones/TIC mejoren la sostenibilidad medioambiental y la resiliencia global al cambio climático.

⁴⁴ Documento [SG2RGQ/195](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por la República de Corea.

⁴⁵ <https://www.itu.int/initiatives/green-digital-action/impact/green-computing/>

4.2 Formulación de directrices sobre la evaluación y la mitigación del cambio climático

El rápido auge de las telecomunicaciones/TIC ha contribuido considerablemente a las emisiones de carbono y al consumo de recursos, aumentando la urgencia de formular estrategias de mitigación del cambio climático para el sector. Con la expansión de la conectividad, el crecimiento de la huella ambiental de las redes de telecomunicaciones, los centros de datos y los dispositivos electrónicos se ha convertido en un asunto que suscita gran preocupación. En Francia, entre 2019 y 2020, la ARCEP comenzó a trabajar para evaluar y reducir los efectos de los servicios digitales en el medio ambiente, liderando así los esfuerzos por responder a este problema. Mediante la recolección de datos ambientales de los operadores de telecomunicaciones y otras partes interesadas del sector digital, la ARCEP busca proporcionar información a los responsables de la adopción de decisiones y promover prácticas sostenibles. Esta iniciativa, que se enmarca en el objetivo más amplio de lograr la sostenibilidad digital, y está en consonancia con el compromiso de Francia de reducir su huella de carbono y el consumo de energía.

La ARCEP⁴⁶ analiza desde 2019 la huella ambiental de las telecomunicaciones/TIC, centrándose en las emisiones de carbono y el consumo de recursos. En sus inicios, su iniciativa "En pos del logro de la sostenibilidad digital" se centraba en la recopilación de datos de los operadores de telecomunicaciones para evaluar los efectos de sus servicios en el medio ambiente. En 2021, la ARCEP amplió su mandato para incluir a los fabricantes de equipos móviles y los centros de datos, y comenzó a publicar encuestas anuales sobre el consumo de energía y las emisiones de GEI. En 2022, por ejemplo, las redes de telecomunicaciones consumieron 4,1 TWh de electricidad y emitieron un equivalente de 382 000 toneladas métricas de CO₂. En 2020, el sector de las telecomunicaciones/TIC fue el responsable del 10% del consumo de energía de Francia y del 2,5% de su huella de carbono. A fin de dar respuesta a esto, el Gobierno de Francia aprobó en 2021 la Ley de Reducción de la Huella de Carbono del Sector Digital, conocida como la Ley REEN, en el marco de una hoja de ruta más amplia destinada a reducir los efectos del sector en el medio ambiente. La labor de la ARCEP ilustra el valor de políticas claras, colaboración y prácticas sostenibles para promover la sostenibilidad en el sector de las telecomunicaciones/TIC.

La ampliación de la labor de recopilación de datos para incluir a los fabricantes de equipos móviles, los centros de datos y los operadores de telecomunicaciones permitirá obtener una imagen completa de la huella ambiental del sector. Las iniciativas de la ARCEP fomentan la colaboración y promueven prácticas sostenibles en todo el ecosistema de TIC y, de ese modo, contribuyen de manera decisiva a configurar un futuro digital más ecológico y sostenible.

Se están formulando normas de transparencia energética para garantizar que las tecnologías digitales, como la IA, contribuyan a la mitigación en relación con el clima de una manera transparente desde el punto de vista ambiental. Los gobiernos deben alentar a las asociaciones público-privadas con el fin de fomentar soluciones innovadoras y prácticas sostenibles y, al mismo tiempo, evitar que las tecnologías digitales exacerben los desafíos ambientales⁴⁷.

⁴⁶ Anne Yvrande Billon. ARCEP, Francia. [Measuring the environmental impact of the digital ecosystem: a new chapter of ARCEP's regulation](#). Taller del UIT-D sobre aspectos de la economía circular y nuevas tecnologías para la lucha contra el cambio climático, Ginebra, 6 de mayo de 2024.

⁴⁷ David Jensen. PNUMA. [The twin transition: digital technologies for climate mitigation](#). Taller del UIT-D sobre las TIC ecológicas y las tecnologías emergentes para la mitigación del cambio climático, Ginebra, 29 de mayo de 2023.

El desarrollo de las telecomunicaciones/TIC y su integración en las políticas climáticas son esenciales para impulsar la mitigación del cambio climático. La cooperación internacional y la adopción de un enfoque multipartito serán fundamentales para lograr soluciones de TIC sostenibles y garantizar que estas tecnologías contribuyan a una economía con bajas emisiones de carbono.

4.3 Papel que desempeñan las tecnologías y aplicaciones emergentes en la labor de mitigación del cambio climático y adaptación a él

Los efectos del cambio climático son innegables, en particular en las economías emergentes, muchas de las cuales son propensas a ciclones tropicales frecuentes. Las TIC emergentes, como la observación de la Tierra, la teledetección y la IoT, cumplen un papel fundamental en las labores de adaptación y mitigación destinadas a hacer frente al cambio climático. Estas tecnologías ofrecen soluciones innovadoras para hacer un seguimiento de los desafíos ambientales, predecirlos y darles respuesta. Además, los gemelos digitales – réplicas virtuales de sistemas del mundo real – están transformando la manera en que se monitorea el medio ambiente, permitiendo un análisis predictivo basado en la recopilación de datos en tiempo real. Si bien las telecomunicaciones/TIC pueden aumentar la eficiencia de todos los sectores, es necesario prestar atención a su consumo de energía y a sus efectos en el medio ambiente a fin de garantizar la adopción de prácticas sostenibles.

India es uno de los países particularmente susceptibles a los ciclones, debido a su ubicación geográfica. La adopción de un enfoque proactivo y la utilización de las tecnologías de observación de la Tierra para mejorar la precisión de los pronósticos y las alertas tempranas ha permitido reducir significativamente los efectos de los ciclones, salvar vidas, proteger las infraestructuras y minimizar el impacto en la economía.

Las tecnologías de observación de la Tierra⁴⁸, incluidos los satélites, ofrecen datos en tiempo real sobre las pautas meteorológicas, lo que permite predecir los ciclones con precisión y establecer sistemas de alerta temprana fiables. Por ejemplo, durante el ciclón Tauktae en 2021, los satélites de observación de la Tierra de la ISRO y la NASA hicieron un seguimiento de su, lo que permitió a las autoridades predecir la velocidad del viento y emitir alertas a tiempo. Este sistema de alerta temprana, en combinación con una labor eficaz de comunicación, facilitó la evacuación de personas y minimizó el número de víctimas. El Departamento de Telecomunicaciones de India y los operadores de telecomunicaciones desempeñan un papel decisivo a la hora de mantener las redes de comunicaciones durante ese tipo de ciclones.

Las telecomunicaciones/TIC ayudan a recolectar enormes conjuntos de datos a fin de optimizar el consumo de energía, predecir fenómenos climáticos y orientar las políticas, lo que contribuye a aumentar la eficiencia en sectores como la agricultura, el transporte y la energía. Los sistemas de observación de la Tierra, por medio de satélites y sensores, proporcionan datos en tiempo real sobre las pautas meteorológicas, la deforestación y los desastres naturales, lo que permite formular mejores estrategias de mitigación⁴⁹. Los macrodatos complementan a estas tecnologías mediante el análisis de una gran cantidad de información ambiental con el fin de predecir fenómenos como ciclones o inundaciones y hacer un seguimiento de las tendencias del calentamiento global. En conjunto, estas tecnologías ofrecen un conocimiento más completo

⁴⁸ Documento [SG2RGQ/21](#) (Rev.1) de la CE 2 del UIT-D presentado por la India.

⁴⁹ Documento [SG 2 RGQ/27](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por Haití.

del cambio climático, de modo que mejoran la toma de decisiones y la preparación para casos de desastre.

En la Federación de Rusia, el proyecto "Cuenca Digital del Sistema Obi-Irtish"⁵⁰ es un ejemplo del uso de los gemelos digitales para la conservación del agua y la gestión del ecosistema. El proyecto, que se puso en marcha en 2019, se centra en la cuenca hidrográfica del sistema Obi-Irtish, uno de los sistemas hídricos del país más afectados por la actividad industrial. El gemelo digital integra datos multimodales obtenidos de imágenes satelitales, aeronaves no tripuladas y mediciones *in situ* a fin de hacer un seguimiento de la calidad del agua, los niveles de contaminación y la salud del ecosistema en tiempo real, lo que permite llevar a cabo intervenciones oportunas y facilitar la rendición de cuentas por las infracciones medioambientales. El proyecto, que cuenta con el apoyo de distintas regiones y partes interesadas, sirve de modelo para estrategias más amplias de gestión ecológica.

El GEO promueve alianzas en el sector público y privado a fin de hacer posible el intercambio de datos en tiempo real, el seguimiento y la elaboración de pronósticos. Mediante el uso de sensores por satélite y plataformas de datos geoespaciales, el GEO ayuda a aumentar la resiliencia ante el clima y aumenta el entendimiento de los cambios ambientales. Algunos de sus principales proyectos⁵¹, como el atlas de los ecosistemas mundiales, ofrecen información crucial sobre los cambios en los ecosistemas, lo que promueve la adopción de soluciones basadas en la naturaleza para la mitigación relacionada con el clima. La colaboración del GEO con países de ingreso bajo y mediano garantiza el acceso equitativo a las tecnologías avanzadas, lo que ayuda a todas las regiones a contribuir a los esfuerzos de mitigación del cambio climático y aumento de la resiliencia.

La integración de las telecomunicaciones/TIC, la observación de la Tierra y la IoT hace posibles estrategias como los gemelos digitales y la analítica avanzada, y es fundamental para hacer frente al cambio climático. Estas tecnologías permiten tomar decisiones más inteligentes, mejorar los pronósticos y gestionar los recursos con mayor eficacia. El éxito del proyecto "Cuenca Digital del Sistema Obi-Irtish" demuestra la utilidad de los gemelos digitales para la mitigación del cambio climático y la restauración de los ecosistemas. No obstante, es necesario que las telecomunicaciones/TIC se utilicen de una forma sostenible e invertir en soluciones eficientes desde el punto de vista energético y energías renovables. Las alianzas público-privadas serán esenciales para impulsar la innovación a nivel mundial y garantizar que las telecomunicaciones/TIC contribuyan a la acción climática, sobre todo en los países en desarrollo. Las iniciativas como el GEO contribuyen a facilitar el seguimiento en tiempo real y la labor relacionada con la resiliencia en todo el mundo.

⁵⁰ Documento [SG2RGO/171](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por la Federación de Rusia.

⁵¹ Sara Venturini. Grupo de Observación de la Tierra (GEO). [GEO for climate action](#). Taller del UIT-D sobre las TIC ecológicas y las tecnologías emergentes para la mitigación del cambio climático, Ginebra, 29 de mayo de 2023.

Capítulo 5 – Desafíos que plantean los residuos electrónicos

La conectividad y los servicios de TIC contribuyen al crecimiento, la productividad, el empleo, la equidad y la reducción de la pobreza. Sin embargo, la proliferación de estas tecnologías ha provocado una explosión de residuos electrónicos que afectan a la salud humana y al medio ambiente, con repercusiones sociales y económicas.

Esto ha creado una necesidad acuciante de proteger el medio ambiente, conservar materias primas cada vez más escasas y promover la economía circular y un sistema para la reutilización de productos manufacturados al final de su ciclo de vida. El papel de la política en este ámbito es proporcionar directrices de alto nivel sobre la definición, reconocimiento y tratamiento de los RAEE, mientras que las herramientas de gestión se centran en la recolección, clasificación, procesamiento separado y recuperación de las fracciones valiosas de los residuos electrónicos.

5.1 Resumen de las necesidades regionales en materia de gestión de residuos electrónicos

La gestión de los RAEE ha demostrado ser un desafío en muchas economías emergentes, especialmente en África. A fin de contribuir a coordinar la labor para combatir los efectos nocivos de los RAEE, algunos países, como Burundi y Kenya, están formulando políticas nacionales sobre la gestión de los residuos electrónicos. Las políticas nacionales orientan la manera en que se aplican las herramientas de gestión de los RAEE que posibilitan el reciclaje de los materiales que los integran, lo que puede constituir una fuente de ingresos en la economía circular. Por su parte, la UIT ha prestado asistencia técnica y financiera, apoyando a Burundi en la formulación de un documento de política nacional sobre la gestión de los RAEE.

En muchas economías emergentes y países en desarrollo, la gestión de los RAEE se deja esencialmente en manos del sector informal, que por lo general carece de los recursos materiales, humanos y financieros necesarios para esta labor. El predominio del sector informal frente al formal se refleja en las estadísticas sobre el problema sobre esos residuos.

5.2 Concienciación en pos de la sostenibilidad⁵²

En general, el nivel de concienciación sobre los RAEE podría ser mayor y no existen suficientes opciones de eliminación adecuadas para satisfacer las necesidades actuales o futuras. Además, la brecha entre la sensibilización y la acción real y la aplicación sigue siendo enorme, como han experimentado muchos países de ingresos altos. Dadas las limitadas opciones de eliminación de RAEE y la huella ecológica de la producción, existe un impulso para promover el uso extendido de productos AEE con reparación y renovación. Sin embargo, las prácticas de reciclado ecológicamente racionales son escasas, y se ven obstaculizadas por las bajas tasas de recogida y la limitada infraestructura de reciclado en muchas partes del mundo. Para hacer frente a esto, es fundamental aumentar la inversión en el desarrollo de infraestructura, promover la reparación y reuso, crear capacidades y medidas para detener el movimiento ilegal de RAEE.

⁵² UNITAR, UIT y Fundación Carmignac. [Observatorio internacional sobre residuos electrónicos 2024](#).

Los países del norte de África sufren una persistente falta de sensibilización sobre la importancia de la recogida y el reciclaje de los RAEE, aunque algunos operadores de redes móviles e instalaciones de tratamiento de RAEE están poniendo en marcha iniciativas de sensibilización. En Túnez, una planta de tratamiento de RAEE, Collectun D3E Recyclage, se asoció con la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) en una campaña de promoción que motivó a más de 30 empresas a entregar RAEE para su reciclaje. En Egipto, algunos operadores han designado varias sucursales como puntos de recogida de RAEE y el Ministerio de Medio Ambiente está apoyando la construcción de instalaciones de tratamiento de RAEE con altas normas medioambientales y tecnológicas. En toda la región, los mercados abiertos para los RAEE recogidos proporcionan un flujo de materiales para reciclar.

Recientemente se ha inaugurado un centro de recogida y clasificación de RAEE en Soukra (Túnez). Se está creando un centro de tratamiento de RAEE con la ayuda de la Agencia de Cooperación Internacional de Corea, que apoya proyectos para mejorar la gestión de RAEE en países de bajos ingresos. La instalación se encargará de algunos de los RAEE que actualmente no se reciclan, como enfriadores, espuma de poliuretano, freón y otros clorofluorocarbonos/hidrofluorocarbonos, y tamizadores con tubos de rayos catódicos. Dada la escasez de instalaciones de tratamiento de RAEE en la región, un enfoque más coordinado podría facilitar el movimiento de materiales a través de las fronteras hacia lugares donde se pueda garantizar una gestión ambientalmente racional de los RAEE.

En África Occidental, Ghana, Nigeria y Côte d'Ivoire han promulgado leyes específicas sobre la gestión de los RAEE. Tanto en el Reglamento Nacional de Medio Ambiente (Sector Eléctrico y Electrónico) de Nigeria, de 2022, como en la Ley núm. 917 de Control de Residuos Peligrosos y Electrónicos de Ghana, de 2016, se destaca el principio de responsabilidad ampliada del productor (EPR, *extended producer responsibility*), pero existe poca información sobre el funcionamiento y la eficacia de los sistemas de EPR y, por lo tanto, se desconoce en qué medida se aplica dicho principio.

En Ghana, todos los productores de AEE abonan un impuesto ecológico a la Autoridad Tributaria en función de su cuota de mercado. Los fondos así recaudados se asignan a la Agencia de Protección del Medio Ambiente de Ghana, encargada de establecer una instalación dedicada al reciclaje de los RAEE. En 2020, diez empresas formales de gestión de los RAEE constituyeron la Asociación de la Mesa Redonda sobre Residuos Electrónicos en virtud de la Ley de Control de Residuos Electrónicos.

El Banco de Desarrollo de Alemania financia la construcción de un centro para comprar RAEE a recolectores informales y particulares y el establecimiento de un sistema nacional sostenible para el reciclaje de los RAEE.

En Nigeria, el sistema de EPR está coordinado por el sector privado, gestionado por la Organización sobre Responsabilidad de los Productores de RAEE (EPRON, *E-waste Producer Responsibility Organisation Nigeria*) y regulado por el Gobierno. La EPRON mantiene un registro para determinar la cuota de mercado de los productores de AEE y, en función de esa información, recauda una tasa de EPR que destina a labores de recogida y reciclaje, concienciación, investigación y normalización y a la financiación de sus propias funciones administrativas.

En otros países de África Occidental también se registran avances al respecto. En 2022, la República del Senegal anunció planes para establecer un marco normativo para la gestión de los RAEE, si bien hay retrasos en lo que se refiere a su implantación. A la espera de que entre en vigor la legislación pertinente, se siguen llevando a cabo actividades de concienciación, de recogida y pretratamiento de residuos, con el apoyo del organismo regulador de las telecomunicaciones. La República del Níger y la República de Gambia, se encuentran en proceso de elaboración y aprobación de estrategias nacionales de gestión de los RAEE. Ninguno de los dos países dispone actualmente de un sistema oficial para la gestión de los RAEE, ni de un marco normativo o una red de recogida adecuados. Pese a que la generación de residuos electrónicos en países como Níger no llega a los niveles de Nigeria y Ghana, cabe esperar que el volumen de este tipo de residuos aumente en este país a corto plazo como consecuencia del proceso de digitalización.

Otras iniciativas en África Occidental han impulsado la recogida formal de los RAEE mediante, por ejemplo, formando a los trabajadores del sector informal y la organización de donaciones de equipos de protección personal. La reparación de teléfonos móviles se ha convertido en una oportunidad de empleo técnico muy comercial, y algunos países de la región han establecido centros de formación con esta finalidad. Por ejemplo, en Côte d'Ivoire, en el marco de un proyecto denominado Create Lab, que se puso en marcha en 2020 en Abiyán, se ha impartido formación a la población sobre cómo reparar, reutilizar y reciclar los RAEE en sus comunidades.

5.3 Consecuencias para la salud y el medio ambiente de no tener en cuenta el carácter de sustancia peligrosa de los residuos electrónicos⁵³

La gestión de los RAEE sigue siendo preocupante y requiere una atención y una acción urgentes, ya que desde 2010, el volumen de RAEE ha crecido cinco veces más rápido que el que se puede recoger y reciclar adecuadamente. A pesar de ello, hay motivos para el optimismo si los países en desarrollo toman medidas para establecer infraestructura de gestión de RAEE y regular su gestión.

A nivel mundial, un escenario progresivo prevé un aumento del índice mundial de recogida y reciclaje hasta el 38% de aquí a 2030; la evaluación económica general sugiere que ello situaría la meta de emisiones netas cercanas al cero. Esto es algo que se puede lograr si los países de ingreso alto con infraestructura y legislación para la gestión de los RAEE alcanzan índices de recogida del 85% para 2030 (que es la meta establecida en la legislación de la Unión Europea (UE) sobre residuos electrónicos) y los países en desarrollo toman medidas para recoger y gestionar de una manera ambientalmente racional el 10% de los RAEE.

En un escenario idóneo, el índice de recogida y reciclaje aumentaría hasta el 60% para 2030. La evaluación económica general indica que los beneficios, que ascenderían a más de 38 000 millones de dólares, serían superiores a los costes, gracias a la reducción de los costes externos para la población y el medio ambiente, a la monetización de las contribuciones positivas para combatir con el calentamiento global y el valor de los recursos recuperados. En este escenario, el índice de recogida de RAEE en todos los países con infraestructura para su gestión aumentaría hasta el 85% (el objetivo fijado en la UE); los países de ingreso medio-alto o alto sin infraestructura oficial para la gestión de los RAEE comenzarían a dejar de depositar los RAEE en vertederos; los países de ingreso bajo y medio-bajo mejorarían las condiciones de

⁵³ *Ibid.*

trabajo del sector informal con miras a recoger y gestionar el 40% de los RAEE de una manera ambientalmente racional; y se fomentaría la colaboración entre los países de ingreso bajo y los países de ingreso alto a fin de mejorar el tratamiento de los RAEE importados.

La eliminación incontrolada de RAEE tiene un impacto directo en el medio ambiente y en la salud de las personas. Una fuente de especial preocupación son los aproximadamente 58 mil kilogramos de mercurio y 45 millones de kilogramos de plásticos que contienen retardantes de llama bromados que se liberan al medio ambiente cada año como resultado de ello.

Los pirorretardantes y otras sustancias tóxicas y persistentes se utilizan en electrodomésticos y en los AEE que contienen plásticos. La cantidad de plásticos procedente de RAEE asciende anualmente a 17 000 millones de kg. De ellos, 59 millones de kg contienen pirorretardantes, de los que se calcula que 45 millones de kg no se gestionan correctamente. La mayor parte de los pirorretardantes (el 80%) se encuentran en pantallas y monitores, pero también se encuentran en carcasas de ordenadores, circuitos impresos, conectores, relés, hilos y cables. El reciclaje del plástico que contiene pirorretardantes bromados plantea un desafío considerable debido al coste de separar el plástico que contiene dichos productos de otros tipos de plástico. Estudios internacionales sobre las emisiones provocadas por la incineración no controlada de diversos materiales, incluidos materiales peligrosos, ponen de manifiesto los riesgos para la salud derivados de la inhalación de los metales pesados (como plomo, cadmio, cromo y cobre) y los pirorretardantes bromados que contienen los residuos electrónicos de plástico.

Un estudio reciente reveló que 11 millones de emprendedores informales en países de ingresos bajo y medio, que trabajan estrechamente con residuos, así como las comunidades locales, se enfrentan a un riesgo elevado de sufrir daños.

El reciclaje de equipos de intercambio térmico también contribuye al cambio climático y a la disminución de la capa de ozono. Los equipos de intercambio térmico contienen refrigerantes, y su incidencia en el cambio climático y su contribución a reducir la capa de ozono dependen del tipo de refrigerante utilizado. Según los conjuntos de datos del *Observatorio internacional sobre residuos electrónicos*, el 73% de los equipos de intercambio térmico del mundo se gestionan de una manera que no es ambientalmente racional. Los países que carecen de legislación sobre los RAEE (esto es, la mayor parte de los países de ingreso bajo y medio) liberan refrigerantes directamente a la atmósfera. El reciclaje de los equipos de intercambio de temperatura también contribuye al cambio climático y al agotamiento de la capa de ozono. Estos efectos nocivos para el medio ambiente se deben en parte a algunos de los refrigerantes que este tipo de equipos pueden contener. Según los conjuntos de datos del GEM, el 73% de todos los equipos de intercambio de temperatura en todo el mundo se gestionan de manera ambientalmente inadecuada. Los países que carecen de legislación en materia de RAEE (es decir, la mayoría de los países de renta baja y media) liberan refrigerantes directamente a la atmósfera.

Además, aunque los hidrofluorocarbonos no agotan directamente la capa de ozono, contribuyen al cambio climático junto con los clorofluorocarbonos y los hidroclorofluorocarbonos. Los hidrofluorocarbonos están regulados por el Protocolo de Kioto de la CMNUCC, que tiene como objetivo reducir sus emisiones netas a cero. Algunos hidrofluorocarbonos están regulados por el Protocolo de Montreal, que tiene como objetivo eliminarlos gradualmente. La exportación no regulada de RAEE de países de altos ingresos a países de bajos ingresos para su reciclaje también puede generar emisiones adicionales por el transporte y la manipulación, lo que aumenta la huella de carbono global. Es fundamental implementar prácticas adecuadas de

gestión de RAEE, incluyendo procesos regulados de reciclaje y eliminación responsable, y adoptar los principios de la economía circular para minimizar los residuos y el uso de recursos.

5.4 Identificación de los residuos electrónicos e importancia y efectos de estos para la economía mundial⁵⁴

Según los datos disponibles, menos de una cuarta parte de los RAEE que se generaron en el mundo en 2022 fueron documentados como reciclados. Sin embargo, los RAEE contienen recursos valiosos y finitos que se pueden reutilizar si se reciclan de manera adecuada. Por lo tanto, los RAEE se han convertido en una importante fuente de ingresos para algunas personas y comunidades. Los RAEE plantean un riesgo especialmente importante para las personas que viven en países de ingreso medio-bajo, sobre todo los niños, debido a la falta de normas adecuadas, medidas apropiadas para aplicar dichas normas, infraestructura de reciclaje y formación. Pese a la existencia de normas internacionales relativas al transporte de RAEE entre países, estos residuos se siguen transportando a través de las fronteras a países de ingreso medio-bajo, muchas veces de manera ilegal. Los RAEE se consideran desechos peligrosos porque contienen materiales tóxicos y pueden producir sustancias químicas tóxicas si no se reciclan adecuadamente. Muchos de estos materiales tóxicos son agentes que se sabe o se sospecha que son perjudiciales para la salud humana, como es el caso de las dioxinas, el plomo y el mercurio. El reciclaje inapropiado de los RAEE supone un peligro para la salud y seguridad públicas.

Los AEE contienen muchas sustancias tóxicas diferentes, pero es poco probable que los usuarios tengan contacto con estas sustancias mientras el equipo esté en uso. Sin embargo, una vez desechadas, las toxinas pueden liberarse al medio ambiente, a menos que la eliminación se gestione de manera ambientalmente racional. Se han observado muchas prácticas inadecuadas en los sitios de RAEE, entre ellas:

- 1) rebusca entre la basura;
- 2) vertido en tierra o en masas de agua;
- 3) descarga en vertederos junto con los residuos ordinarios;
- 4) quema al aire libre o incineración para calentamiento;
- 5) baños ácidos o lixiviación;
- 6) decapado o triturado de los revestimientos de plástico; y
- 7) desmontaje de los equipos a mano.

Estas actividades se consideran peligrosas para el medio ambiente y un peligro para la salud, pues liberan sustancias tóxicas que contaminan el aire, el suelo, el polvo y el agua tanto en los centros de reciclaje como en las comunidades colindantes. La quema al aire libre y el calentamiento son consideradas como las actividades más peligrosas debido a los gases tóxicos que generan. Una vez liberadas en el medio ambiente, estas sustancias tóxicas pueden recorrer grandes distancias desde el foco de contaminación y exponer a sustancias peligrosas a personas que viven en zonas lejanas.

Los niños y las mujeres embarazadas son especialmente vulnerables a los efectos de los contaminantes peligrosos de las actividades informales de reciclaje de RAEE. Una práctica

⁵⁴ Organización Mundial de la Salud (OMS). *Desechos eléctricos y electrónicos*, 2024.

particularmente perniciosa es la explotación de los niños como mano de obra barata, recogiendo los residuos, rebuscando en la basura, quemando los RAEE desechados y desmontando los elementos en sus componentes a mano. Estas actividades exponen directamente a los niños a lesiones y peligros tóxicos. La Organización Internacional del Trabajo (OIT) considera que trabajar como reciclador es una de las peores formas de trabajo infantil. En 2020, la OIT estimó que hasta 16,5 millones de niños en todo el mundo trabajaban en el sector industrial, del que el procesamiento de residuos es un subsector⁵⁵. Se desconoce cuántos niños trabajadores participan en el reciclaje informal de RAEE.

La exposición a los RAEE puede estar relacionada con los siguientes problemas de salud durante el embarazo y en lactantes y niños:

- 1) Desenlaces adversos en el periodo neonatal, en particular índices más elevados de muertes prenatales y nacimientos prematuros;
- 2) Efectos adversos en el desarrollo neurológico, el aprendizaje y el comportamiento, que están asociados, sobre todo, al plomo que se libera por medio de las actividades informales de reciclaje de residuos electrónicos; y
- 3) Menor capacidad pulmonar y respiratoria y mayor incidencia de asma, lo que puede ser consecuencia de los elevados niveles de contaminación del aire característicos de muchos centros de reciclaje de RAEE.

Los niños y las mujeres embarazadas son especialmente vulnerables a las sustancias peligrosas liberadas a través de las actividades informales de reciclaje de RAEE. Las sustancias químicas tóxicas como el mercurio pueden atravesar la placenta y contaminar la leche materna. Los fetos y los niños pequeños son más vulnerables que los adultos a muchos de los contaminantes liberados a través del reciclaje de RAEE debido al rápido desarrollo de su cuerpo, especialmente sus sistemas respiratorio, inmunológico y nervioso central. Los RAEE contienen varios neurotóxicos conocidos, como el plomo y el mercurio, que pueden alterar el desarrollo del sistema nervioso central durante el embarazo, la infancia, la niñez y la adolescencia. Algunos tóxicos nocivos de los RAEE también pueden afectar el desarrollo estructural y la función de los pulmones. Los cambios en los sistemas en desarrollo de los niños pueden causar daños irreparables y afectarlos por el resto de sus vidas.

Prevención y gestión

Es esencial que se adopten medidas a nivel nacional e internacional para proteger a las comunidades de las actividades deficientes de reciclaje de RAEE. A continuación, se enumeran algunas de las medidas que se pueden adoptar:

- 1) suscribir y aplicar de acuerdos internacionales de alto nivel;
- 2) formular y aplicar leyes nacionales sobre la gestión de los RAEE que protejan la salud pública;
- 3) incorporar medidas de protección de la salud en la legislación nacional;
- 4) vigilar los centros de tratamiento de RAEE y las comunidades vecinas;
- 5) aplicar y llevar un seguimiento de intervenciones que mejoren las actividades informales de reciclaje de RAEE, protejan la salud pública y garanticen fuentes vitales de ingresos para las comunidades;

⁵⁵ Organización Internacional del Trabajo (OIT). [Trabajo infantil: Estimaciones mundiales 2020, tendencias y el camino a seguir](#). 2021.

- 6) informar a los trabajadores de la salud en todos los niveles sobre los problemas de salud infantil relacionados con los RAEE; y
- 7) erradicar el trabajo infantil.

Acuerdos internacionales

El Convenio de Basilea gobierna los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Se trata de un acuerdo integral en materia de medio ambiente que busca hacer frente a los problemas asociados con la gestión de residuos peligrosos, incluidos los RAEE. En 2019 entró en vigor la Enmienda sobre la Prohibición del Convenio de Basilea, que prohíbe los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos, incluidos los RAEE, de los países miembros de la OCDE, los países miembros de la Comisión Europea y el Principado de Liechtenstein a otros Estados que sean parte en el Convenio. En el marco del Convenio de Basilea se organizan programas y talleres para formular e impartir orientaciones sobre la gestión ambientalmente racional de los RAEE. Asimismo, se ofrecen directrices a los Estados sobre cómo distinguir los objetos que son residuos de aquellos que no lo son y sobre el movimiento transfronterizo de RAEE. También existen acuerdos regionales, como la Convención de Bamako y la Convención de Waigani, los cuales se formularon en respuesta al Convenio de Basilea y tienen por objeto restringir todavía más el movimiento de desechos peligrosos, incluidos los RAEE, en los países de África y del Pacífico Sur.

Capítulo 6 – Medidas adoptadas para hacer frente a los desafíos que plantean los procesos y procedimientos relacionados con los residuos electrónicos

En respuesta los desafíos antes expuestos, la UIT puso en marcha un programa integral destinado a mejorar la gestión de los residuos electrónicos en el mundo. La iniciativa de la UIT tiene por objeto incrementar hasta el 30% el índice mundial de reciclaje de residuos electrónicos para 2023 y extender la legislación sobre los residuos electrónicos a 50 países⁵⁶. Este programa comprende proyectos piloto en países en desarrollo sobre la recogida, el desmontaje, el reacondicionamiento y el reciclaje de residuos electrónicos. Además, es esencial llevar a cabo una labor de mitigación, por ejemplo, mediante campañas de concienciación dirigidas a interesados clave y la otorgación de créditos de carbono a cambio de reducir las emisiones, para promover una gestión sostenible de los residuos electrónicos.

Para abordar el problema de los residuos electrónicos se necesitan medidas colectivas destinadas a crear conciencia y aplicar estrategias eficaces para fomentar el reciclaje y reducir los daños ambientales. Si integramos estas medidas, podremos mitigar los efectos que los residuos electrónicos tienen tanto en el medio ambiente como en la salud humana. A continuación, se detallan algunos estudios de caso de la labor realizada al respecto por determinadas organizaciones y algunos Estados Miembros de la UIT.

La gestión de los residuos electrónicos ha cobrado una importancia crucial en la República de Camerún⁵⁷, que ha adoptado medidas destinadas a mejorar su tratamiento y reciclaje. Pese a disponer de marcos jurídicos, las dificultades para aplicarlos y la falta de recursos han ralentizado los avances.

Camerún cuenta con normas en las que se especifica la responsabilidad de los usuarios en relación con la eliminación de los residuos electrónicos, pero estas apenas se han aplicado en la práctica. Todavía no se ha creado un centro exclusivamente dedicado al tratamiento de residuos electrónicos. Pese a ello, gracias a una serie de iniciativas recientes se ha creado un centro de tratamiento de residuos electrónicos en Duala. Este proyecto, que está respaldado por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial, tiene por objeto dar respuesta a desafíos como las limitaciones financieras y las carencias tecnológicas. El centro centralizará el tratamiento de los residuos electrónicos, lo que comprende el desmontaje, el almacenamiento y el aprovechamiento de materiales valiosos, lo cual contribuirá a la labor del país en materia de sostenibilidad.

El proyecto de gestión de residuos electrónicos de Camerún constituye un paso importante en su estrategia de protección del medio ambiente y desarrollo sostenible, pues se centra en

⁵⁶ Documento [2/45](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por Côte d'Ivoire.

⁵⁷ Documento [2/38](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por Camerún.

la recuperación de recursos y en dar respuesta a los principales desafíos en lo que se refiere a los residuos electrónicos.

La Práctica Global de Desarrollo Digital del Banco Mundial⁵⁸ opera en más de 100 países con el objetivo de fomentar economías digitales prósperas. Su labor, apoyada por la Corporación Financiera Internacional y el Organismo Multilateral de Garantía de Inversiones, engloba servicios de financiación, asesoramiento y conocimientos técnicos.

El Banco Mundial se centra en ámbitos clave como la ampliación de la conectividad de banda ancha, la promoción de las industrias digitales, el uso de las herramientas digitales para aumentar la resiliencia ante el clima y el fortalecimiento de la ciberseguridad. Sus iniciativas emblemáticas, como la Alianza para el Desarrollo Digital y la iniciativa de Identificación para el Desarrollo, tienen como objetivo acelerar la digitalización inclusiva y mejorar el acceso a las soluciones digitales en sectores como la educación, la atención de la salud y la gobernanza. El Banco Mundial también apoya a las regiones frágiles promoviendo el uso de las TIC en favor del desarrollo sostenible y la gestión de desastres, en el marco de lo cual trabaja para armonizar las iniciativas con los objetivos mundiales en relación con el clima.

La colaboración entre los servicios de reciclaje del sector formal y los trabajadores informales es esencial para mejorar la gestión de los residuos electrónicos⁵⁹. Si se combinan las capacidades de recogida de residuos del sector informal con la eficiencia de tratamiento del sector formal, ambos sectores pueden aumentar los índices de reciclaje y reducir los daños ambientales. La inversión en infraestructura, por ejemplo, en instalaciones de tratamiento especializadas, es fundamental para garantizar la manipulación responsable de los residuos electrónicos. La formalización del sector informal mediante normas y formación es crucial para crear una economía circular, aumentar la seguridad de los trabajadores y promover prácticas sostenibles.

En la República de Indonesia⁶⁰, la gestión de los residuos electrónicos se rige por normas sobre desechos peligrosos y se lleva a cabo bajo la supervisión del Ministerio de Medio Ambiente y Silvicultura y el Ministerio de Comunicaciones e Informática. Sin embargo, el país carece de una reglamentación específica de los residuos electrónicos.

En Indonesia, los residuos electrónicos están clasificados como desechos peligrosos y, por lo tanto, se deben gestionar con cuidado para mitigar sus efectos nocivos en el medio ambiente y la salud. El Ministerio de Comunicaciones e Informática de Indonesia ha puesto en marcha varias iniciativas para mejorar la gestión de los residuos electrónicos en el sector de las telecomunicaciones, entre las que cabe mencionar la elaboración de un plan estratégico nacional, proyectos piloto y políticas sobre eliminación responsable de residuos y reciclaje. De este modo, Indonesia se esfuerza por abordar mejor los residuos electrónicos y reducir los riesgos para el medio ambiente y la salud.

En todo el mundo se están redoblando los esfuerzos para hacer frente al problema de los residuos electrónicos y promover una economía circular. En el *Observatorio internacional sobre residuos electrónicos 2024*⁶¹ ofreció información actualizada sobre las tendencias mundiales relativas a los residuos electrónicos, centrándose en los desafíos y las estadísticas. La UIT, en asociación con el UNITAR, brinda apoyo a regiones como África Oriental y Meridional para

⁵⁸ Documento [2/74](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por el Banco Mundial.

⁵⁹ Documento [2/111](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por la India.

⁶⁰ Documento [2/184](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por Indonesia.

⁶¹ UNITAR, UIT y Fundación Carmignac. [Observatorio internacional sobre residuos electrónicos 2024](#).

armonizar los datos sobre los residuos electrónicos, y países como Burundi y Kenya ya se han beneficiado de los estudios de referencia⁶².

Los gobiernos también han empezado a aprobar políticas y normas al respecto⁶³. Por ejemplo, la República Dominicana presentó sus normas nacionales sobre residuos electrónicos en octubre de 2023, tras la celebración de amplias consultas. Además, la UIT presta apoyo a países como la República de Randa, la República de Zambia y Paraguay para la formulación de normas nacionales sobre los residuos electrónicos conforme al principio de EPR.

En Burundi se han realizado progresos considerables en lo referente a la gestión de los RAEE. En 2022, (*Great Laques Initiatives for Communities Empowerment*), una organización clave en este ámbito, recogió y trató 32,6 toneladas métricas de residuos electrónicos, lo que demuestra los esfuerzos del país por resolver el creciente problema de los residuos electrónicos.

Los datos correspondientes a 2022⁶⁴ revelan las cifras de recogida mensuales, y los meses en los que se trataron las mayores cantidades de residuos electrónicos fueron abril (5,09 toneladas métricas), febrero (4,05 toneladas métricas) y septiembre (3,73 toneladas métricas). Estos esfuerzos ponen de manifiesto los desafíos que persisten, pero también demuestran la determinación de Burundi de encarar el problema de los residuos electrónicos. Uno de los principales objetivos es reducir el volumen de RAEE imponiendo normas de calidad más estrictas para los productos. La puesta en marcha de iniciativas de fomento de la capacidad en los distintos sectores también es esencial para apoyar las actividades de gestión de los RAEE.

Pese a los persistentes desafíos, el hecho de que Burundi haya reconocido la necesidad de concienciar sobre la gestión inadecuada de los residuos y haya aplicado una política de "quien contamina paga" constituye un paso esencial para aumentar la participación en la recogida de residuos y mejorar la gestión de los residuos electrónicos en general.

En 2020, la República Dominicana, por conducto del Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones, solicitó asistencia técnica a la UIT para formular normas relativas a la gestión de los RAEE. Esta iniciativa se tradujo en una importante mejora de la gestión de los residuos electrónicos en el país.

En diciembre de 2021⁶⁵, el Instituto Dominicano de las Telecomunicaciones y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana suscribieron un acuerdo de cooperación interinstitucional para centrarse en el desarrollo sostenible. Este acuerdo de colaboración ponía el acento en la recuperación, el almacenamiento, el transporte y el reciclaje de los RAEE con el objetivo de disminuir la generación de residuos. Como resultado, en virtud del Decreto núm. 253-23, se aprobó un reglamento por el que se establecía un marco nacional para la gestión integral de los RAEE. Este reglamento impone el principio de EPR y garantiza una gestión ambientalmente racional de los RAEE con el objetivo de aprovechar materias primas valiosas.

La implantación de este reglamento representa un hito importante para la mejora de la gestión de los RAEE en la fase posterior al consumo en la República Dominicana. Demuestra la adhesión del país a una gestión de los residuos electrónicos y una labor de recuperación de recursos responsables desde el punto de vista ambiental.

⁶² Documento [2/195](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por la BDT de la UIT.

⁶³ Documento [SG2RGQ/78](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por la BDT de la UIT.

⁶⁴ Documento [SG2RGQ/126](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por Burundi.

⁶⁵ Documento [SG2RGQ/142](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por la República Dominicana.

Zambia ha realizado grandes avances en la promoción de la sostenibilidad y en la lucha contra el cambio climático a través de la adopción de medidas que están en consonancia con los objetivos mundiales de sostenibilidad ambiental. Estos esfuerzos están estrechamente vinculados con la labor de promoción de los ODS de las Naciones Unidas y dan testimonio de la determinación del país por mejorar la gestión y el reciclaje de los residuos electrónicos.

Las iniciativas en Zambia⁶⁶ cabe mencionar la sustitución de las tarjetas prepago rascables por sistemas electrónicos de recarga, en colaboración con la Asociación del Sistema Global para Comunicaciones Móviles de Zambia y los operadores de redes móviles, con la que se busca reducir los residuos para 2024. Gracias a la alianza entre la autoridad reguladora de Zambia y la empresa E-Tech Recycling fomenta una gestión de residuos respetuosa con el medio ambiente por medio de dos programas clave: la Campaña de Recogida de Residuos Electrónicos y la campaña escolar "Mi medio ambiente". Zambia también colabora con la UIT, con el apoyo del Organismo de Gestión Ambiental de Zambia y el Organismo de Tecnologías de la Información y la Comunicación de, para establecer normas en materia de EPR, en virtud de las cuales se obligará a los productores de aparatos electrónicos a garantizar la gestión responsable de dichos productos al final de su vida útil.

Estas iniciativas en curso demuestran la entrega de Zambia a la sostenibilidad y la gestión de los residuos electrónicos, lo que sienta las bases para garantizar la salud ambiental a largo plazo y contribuir a los objetivos de sostenibilidad mundiales.

Rwanda ha realizado notables progresos en la gestión de residuos electrónicos desde 2018⁶⁷, y la Autoridad de Reglamentación de los Servicios Públicos de Rwanda ha establecido reglamentos para abordar los RAEE. Una iniciativa política clave en este esfuerzo es la implementación del sistema de EPR, cuyo objetivo es garantizar la gestión sostenible de los residuos electrónicos a través de un enfoque de economía circular.

Rwanda genera aproximadamente 7 000 toneladas métricas de residuos electrónicos al año. La implantación del sistema de EPR extiende la responsabilidad de los productores más allá de la venta de los productos a fin de incluir la gestión de los residuos una vez que dichos productos llegan al final de su vida útil. El sistema se enmarca en una iniciativa más amplia del país para lograr una economía circular, la cual se expone en el Plan Nacional de Acción sobre la Economía Circular. La UIT, en colaboración con asociados como el PNUMA y la GIZ, ha proporcionado apoyo técnico y financiero a esta iniciativa. La segunda fase de asistencia, para el periodo comprendido entre 2023 y 2025, cuenta con el apoyo de la Comisión de las Comunicaciones, el Espacio y las Tecnología del Reino de Arabia Saudita.

La labor de Rwanda para gestionar los residuos electrónicos mediante el principio de EPR está en consonancia con sus objetivos de sostenibilidad y cuenta con el apoyo de asociados internacionales. Esta iniciativa tiene por objeto fomentar una economía circular y hace frente a los riesgos tanto para la salud como para el medio ambiente que se asocian a los residuos electrónicos.

En conclusión, para resolver el problema de los residuos electrónicos se necesita un enfoque multidimensional que abarque la innovación, los marcos normativos y las alianzas público-privadas. Entre las principales medidas en este sentido cabe destacar la Directiva RAEE de la UE, la implantación del principio de EPR, los avances en las tecnologías de reciclaje y la educación

⁶⁶ Documento [SG2RGO/146](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por Zambia.

⁶⁷ Documento [SG2RGO/217](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por Rwanda.

de los consumidores. La colaboración internacional, en particular en los países en desarrollo, es fundamental para proporcionar la infraestructura y las tecnologías necesarias para una gestión segura de los residuos electrónicos. Mediante la armonización de las políticas, la tecnología y la educación, la comunidad mundial puede reducir los efectos de los residuos electrónicos en el medio ambiente, lo que promoverá una economía más sostenible y circular para el futuro.

6.1 Formas y mecanismos para reducir y reutilizar los residuos electrónicos

Como se ha visto anteriormente, la transformación digital, a pesar de sus innegables beneficios para las economías emergentes, plantea un reto para la sociedad en forma de residuos electrónicos. La proliferación de dispositivos, la fabricación a gran escala, las actualizaciones frecuentes y un enfoque a menudo descuidado e irregular en el tratamiento de los residuos electrónicos son la causa de los principales peligros para el medio ambiente y la salud a los que se enfrentan países de todo el mundo. En la mayoría de las economías emergentes, el sector informal representa casi el 90% de la industria de residuos electrónicos, y sólo una fracción de los residuos electrónicos son gestionados por operadores autorizados.

El sector informal domina no sólo la recogida de residuos electrónicos, sino también su desmantelamiento en partes constitutivas, que a menudo se lleva a cabo de una manera tan burda y acientífica que daña no sólo el medio ambiente, al contaminar las aguas subterráneas y crear gases tóxicos que empeoran la contaminación del aire, sino también a los propios trabajadores, que corren el riesgo de sufrir graves enfermedades cutáneas y pulmonares.

La innovación en este ámbito reorientará este flujo de recogida y reciclaje de residuos electrónicos pasará a manos del sector formal, creando nuevas oportunidades de empleo para los recolectores de residuos y mejorará su calidad de vida.

En la India, las políticas gubernamentales y los esfuerzos persistentes⁶⁸ tienen por objeto fomentar la gestión científica de los residuos electrónicos. El Gobierno está elaborando políticas favorables al consumidor con la participación del público y la industria, las capacidades para la eliminación científica de los residuos electrónicos se están integrando en proyectos de ciudades inteligentes y, gracias a la transferencia innovadora de tecnologías, se están mejorando las capacidades del sector informal.

Gracias a que el Gobierno ha fomentado el despliegue de tecnologías ecológicas *Make in India* (fabricar en la India), las partes interesadas han transferido tecnologías para permitir la eliminación y gestión seguras de los residuos electrónicos a través de la innovación. Esto no solo ayuda a reciclar y recuperar recursos naturales escasos, sino que también disminuye en gran medida las emisiones de carbono y garantiza la generación de empleo, la mejora de las calificaciones y la autosuficiencia, al tiempo que logra la visión de una economía circular para el país de manera sostenible.

Las políticas de EPR responsabilizan a los productores de todo el ciclo vital de sus productos, prestando especial atención a la gestión de los residuos electrónicos. Este enfoque alienta a los fabricantes a diseñar sus productos con la vista puesta en el proceso de eliminación al final de su vida útil, lo que promueve prácticas de reciclaje y eliminación responsables con el

⁶⁸ Documento [2/81](#) de la CE 2 del UIT-D presentado por la India.

medio ambiente. Los fabricantes deberían estar obligados⁶⁹ a establecer instalaciones para el intercambio de residuos electrónicos a fin de facilitar su recogida y reciclaje y a asignar a los mayoristas de productos electrónicos el cometido explícito de garantizar la eliminación de sus productos de una manera segura y conforme a criterios científicos. Debería ser responsabilidad del fabricante recoger y garantizar el reciclaje o eliminación de los residuos electrónicos que se generen durante el proceso de fabricación. Solo debería estar permitido importar y comercializar AEE nuevos que cumplan la reglamentación gubernamental, y los gobiernos deberían incentivar la innovación en este ámbito. Se necesitan más normas e iniciativas innovadoras para disminuir la generación de residuos electrónicos, por ejemplo, estableciendo normas para que los usuarios puedan usar un solo cargador para distintos dispositivos y no necesiten contar con múltiples cargadores y cables que, de otro modo, terminarían convirtiéndose en residuos electrónicos. La adopción de la conexión USB-C como estándar universal para los cargadores en la UE contribuye a minimizar los residuos electrónicos. Por sí sola, esta simple medida estaba dirigida a reducir en 11 000 toneladas métricas anuales la cantidad de residuos electrónicos y a generar un ahorro a los consumidores de hasta 250 millones EUR al reducir la necesidad de contar con múltiples cargadores⁷⁰.

La UIT⁷¹ ha contribuido de manera decisiva a promover los principios de EPR, especialmente en el ámbito de la gestión de los residuos electrónicos. Sobre la base de ese principio, la UIT ha elaborado directrices para la gestión sostenible de los residuos electrónicos, que figuran en la norma L.1021 de la UIT. Estas directrices ayudan a los gobiernos a formular políticas y reglamentos eficaces sobre los residuos electrónicos, de modo que promueven una economía circular para los AEE.

Según el *Observatorio internacional sobre residuos electrónicos 2024*⁷², de los 81 países que disponen de políticas nacionales sobre los residuos electrónicos, 67 han adoptado los principios de EPR, lo que demuestra la existencia de un cambio mundial hacia un sistema en el que se deposita en los productores la responsabilidad de gestionar los residuos electrónicos. Por medio de estas iniciativas, la UIT pone de relieve la importancia de la EPR en la gestión de los residuos electrónicos, la promoción de prácticas sostenibles y el fomento de la colaboración entre las partes interesadas para hacer frente a los desafíos mundiales que plantean los residuos.

6.2 Acciones de los consumidores para reducir la generación de residuos electrónicos^{73 74}

El desconocimiento y la falta de implicación de los consumidores son obstáculos importantes para el reciclaje eficaz de los residuos electrónicos. Muchas personas siguen sin ser conscientes de los efectos que los residuos electrónicos tienen en el medio ambiente o desconocen la manera adecuada de deshacerse de sus aparatos electrónicos. Las empresas pueden desempeñar un papel esencial en este sentido informando a sus clientes y empleados de la importancia de reciclar los residuos electrónicos y de la manera en que pueden hacerlo.

⁶⁹ <https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Pages/Publications/The-Global-E-waste-Monitor-2024.aspx>

⁷⁰ <https://www.europarl.europa.eu/news/es/press-room/20220603IPR32196/deal-on-common-charger-reducing-hassle-for-consumers-and-curbing-e-waste>

⁷¹ <https://www.itu.int/en/mediacentre/backgrounders/Pages/e-waste.aspx#/es>

⁷² <https://www.itu.int/en/ITU-D/Environment/Pages/Publications/The-Global-E-waste-Monitor-2024.aspx>

⁷³ <https://safetyculture.com/topics/circular-economy/e-waste-recycling/>

⁷⁴ <https://resources.ironmountain.com/es-es/blogs-and-articles/t/the-circular-economy-and-e-waste-achieving-a-more-sustainable-future>

Tanto los consumidores y particulares como las organizaciones tienen una serie de responsabilidades y desempeñan un papel determinante en la reducción de los residuos electrónicos. La toma de decisiones conscientes nos puede ayudar a avanzar hacia la adopción de un enfoque circular respecto del ciclo de vida de los aparatos electrónicos para lograr un futuro nuevo más sostenible.

Los consumidores deben tomar medidas específicas para contribuir a reducir los residuos electrónicos, entre las que se pueden citar las siguientes.

Extender la vida útil de los aparatos

Para esto se necesita un cambio en el comportamiento de los consumidores hacerse más responsable:

- Antes de comprar algo conviene preguntarse: ¿De verdad necesito un nuevo aparato? ¿Podría obtener el mismo producto adquiriendo uno usado o reacondicionado? ¿Cuán duradero es el producto? ¿Existen opciones de reparación en caso necesario? A la hora de adquirir el producto, conviene considerar proveedores que ofrecen un programa de recogida o un sistema para reciclar los aparatos viejos.
- Reparar es mejor que reemplazar: antes de adquirir un aparato nuevo, conviene plantearse la posibilidad de reparar el que se tenga. Puede que sea la opción menos costosa, lo que solucionaría varios problemas a la vez.
- Cuidado y mantenimiento: conviene mantenerse al día en lo que se refiere a mantenimiento (limpieza, actualizaciones) y tener cuidado a la hora de utilizar el aparato, pues esto puede extender considerablemente su vida útil.

Elegir productor con una larga vida útil

Los consumidores concienciados adquieren productos duraderos. Hay algunas cosas que se pueden hacer antes de adquirir un AEE.

- Elijanse productos con un diseño sólido y duradero y fabricados con materiales de buena calidad.
- Adquirir un producto barato y fabricado en masa puede ser una elección menos acertada que comprar un producto de mayor calidad.
- Verifíquese cuál es el periodo de garantía y cuáles son las condiciones que se aplican en caso de necesitar reparar el producto.
- Elijanse productos con un embalaje minimalista y reciclable.

Hacer todo lo posible para reciclar los RAEE

Los consumidores pueden contribuir al reciclaje de los RAEE antes, durante y después de la fase de reciclaje. He aquí algunas recomendaciones:

- Llévense los AEE usados a un centro de reciclaje en lugar de abandonarlos o eliminarlos con los residuos ordinarios. Algunas empresas han reconocido la utilidad de reciclar los residuos electrónicos y se ofrecen a comprar esos aparatos.
- Clasifíquense los aparatos antes de llevarlos al punto de reciclaje (baterías, cables, etc.).
- Piénsese en alternativas respetuosas con el medio ambiente: los equipos que aún funcionan podrían ser reutilizados por un miembro de la familia o donados a una organización benéfica. En este mismo sentido, se debe alentar a los gobiernos a crear alianzas con empresas que extraigan valor de los RAEE.

Entre las iniciativas a corto plazo que Camerún ha puesto en marcha para gestionar los RAEE, se encuentra la adopción de normas específicas sobre la gestión de los RAEE procedentes de las empresas y organizaciones haciéndolas responsables de recogerlos y eliminarlos, a menos que se haya acordado otra cosa con el proveedor.

La mayoría de los RAEE son generados por los hogares y por consumidores comerciales. Estos tienen la responsabilidad de separar los RAEE de los demás residuos y de devolver al vendedor los aparatos que hayan llegado al final de su vida útil. Los consumidores también sufragan el coste de la gestión de los RAEE, ya sea de manera indirecta, mediante el pago de una tasa de reciclaje en el punto de venta, o directa, cuando se entrega el aparato para su reciclaje. Aun así, conviene señalar la necesidad de concienciar a los consumidores de sus responsabilidades y de las repercusiones de los RAEE en el medio ambiente y la salud humana.

Otro ejemplo es el barrio de Seelampur, en Delhi (India), que, para hacer frente a los problemas para la salud y el medio ambiente causados por la proliferación de RAEE, a través de campañas en el sector informal, que cumple una función esencial en la gestión de los RAEE de la ciudad. En ocasiones, los trabajadores se ven expuestos a peligros para la salud por la falta de normas y sistemas de seguridad, por lo que se está trabajando para formalizar el sector y aumentar la colaboración entre los servicios de reciclaje oficiales e informales a fin de lograr mejores resultados en lo que se refiere a la salud, la seguridad y el medio ambiente y, al mismo tiempo, crear nuevos puestos de trabajo. Los representantes gubernamentales deben respaldar la transición para el insostenible modelo económico lineal al sector formal, que ofrece a los trabajadores informales programas de formación y equipos adecuados, así como apoyo estatal oficial para financiar los programas de seguridad social. Este apoyo puede mejorar el bienestar económico y social de los trabajadores del sector informal y promover prácticas sostenibles para la gestión de los residuos electrónicos.

En resumen, a fin de reducir la generación de residuos electrónicos, es esencial fijar la sostenibilidad, la reparación y el reciclaje como metas. Cada gesto cuenta y contribuye a conservar el medio ambiente.

6.3 Incorporación de los residuos electrónicos en los planes nacionales de acción sobre la economía circular

La inclusión de los RAEE en los planes nacionales de acción para el logro de una economía circular se ha convertido en una necesidad absoluta habida cuenta de los riesgos para la salud y el medio ambiente que plantea la gestión inadecuada de los residuos y del potencial económico que esconden los materiales valiosos que componen los aparatos defectuosos o los residuos de estos equipos.

La conciencia ambiental crece a pasos agigantados, en particular entre los gobiernos, bajo la influencia de la presión internacional que imponen los tratados y acuerdos internacionales en los que los países son parte, en particular el Convenio de Basilea y las normas regionales sobre los RAEE. Gracias a estos acuerdos, los países se sienten motivados para establecer normas a nivel nacional.

Es innegable que la gestión incorrecta de los RAEE puede causar problemas de salud pública, sobre todo entre los trabajadores del sector informal, y es nuestra responsabilidad dejar un medio ambiente saludable y bien protegido para las generaciones futuras.

Diversos estudios han demostrado que los RAEE contienen numerosas sustancias peligrosas, como plomo, mercurio y cadmio. Si no se gestionan correctamente, estas sustancias pueden contaminar el suelo, el agua y el aire y poner en peligro los ecosistemas y la salud humana.

En este contexto, la India, con su programa para la gestión de los residuos electrónicos mediante un enfoque basado en la economía circular y la innovación, ha observado que, aunque la revolución digital y en el ámbito de las TIC ha transformado vidas y estimulado a las economías emergentes, también ha generado riesgos para el medio ambiente y la salud humana, derivados de la gestión inadecuada de los RAEE.

A fin de tomar el control de la gestión de los RAEE y aprovechar su potencial, las autoridades han aprobado políticas y trabajado para fomentar una gestión de los residuos electrónicos que sea conforme a los criterios científicos y adopte un enfoque favorable para los consumidores y han incluido la eliminación de los residuos electrónicos en sus planes relativos a las ciudades inteligentes. El Gobierno está apoyando los planes que se enmarcan en la iniciativa *Green Maque in India* y a las transferencias de tecnología para la eliminación segura de los residuos electrónicos con el objetivo de reciclar recursos, reducir la huella de carbono, crear empleo, mejorar las competencias y lograr una economía circular sostenible.

La rápida evolución de las políticas relativas al medio ambiente ha situado la cuestión de la gestión de los residuos electrónicos en un lugar central en muchos exámenes que se llevan a cabo en el ámbito internacional, y el potencial económico de estos residuos está ampliamente reconocido. Por consiguiente, los países se esfuerzan por reforzar sus marcos normativos nacionales a fin de dejar atrás las políticas que tratan meramente sobre la gestión de los RAEE y trabajar en pos de una economía circular, a fin de adoptar un enfoque más integral en relación con la gestión de los RAEE.

En este contexto, en 2011, Australia aprobó una ley sobre la gestión responsable de los productos, en virtud de la cual se estableció el Programa Nacional de Reciclaje de Televisores y Computadoras (Esta ley ofrece una guía sobre la evolución y los efectos de la gestión responsable de los productos en Australia).

Este documento constituye un paso adelante en materia de normativa, enmarcado en un proceso que comenzó con la aprobación de una política nacional sobre residuos en 2009, destinada a mejorar la gestión de los efectos de los productos en el medio ambiente, la salud y la seguridad, y culminó con la aprobación de una ley sobre la economía circular. Australia es un ejemplo de cómo se puede mejorar un marco normativo, pues el país cuenta desde 2012 con una ley sobre la economía circular que le ha permitido reducir los residuos que terminan en los vertederos, en particular los residuos electrónicos peligrosos, y aumentar el grado de aprovechamiento de las sustancias reutilizables.

La Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT) de la UIT proporciona apoyo técnico y financiero a los países que desean formular políticas nacionales sobre la economía circular. En este contexto, el Programa *Observatorio internacional sobre residuos electrónicos 2024*⁷⁵, publicado el 20 de marzo de 2024, es una fuente de referencia clave para los responsables de la toma de decisiones tanto del mundo político como de la industria. En él se indica que en 2022 se generaron 62 000 millones de kg de residuos electrónicos en todo el mundo, el mayor valor alcanzado hasta entonces, y que solo el 22,3% de ellos fueron reciclados oficialmente. El

⁷⁵ UNITAR, UIT y Fundación Carmignac. [Observatorio internacional sobre residuos electrónicos 2024](#).

informe abarca 81 países, de los cuales 67 han implantado el principio de EPR, 46 han fijado metas nacionales sobre la recogida de residuos electrónicos y 36 han establecido metas en materia de reciclaje. El informe está financiado por la UIT y asociados como el Programa de Ciclos Sostenibles) del UNITAR y la Fundación Carmignac. También se ha publicado un informe regional sobre los Balcanes Occidentales que contiene seis recomendaciones para la gestión sostenible de los residuos electrónicos.

6.4 Incorporación de las TIC en los planes nacionales de acción sobre la economía circular

Habida cuenta de los desafíos que presenta el desarrollo sostenible, en particular en relación con el medio ambiente, es más importante que nunca que los Estados formulen y aprueben planes nacionales sobre la economía circular que incorporen las telecomunicaciones/TIC. Esos planes proporcionan un marco estratégico para la transición a un modelo económico más sostenible y capaz de conciliar el crecimiento económico con la conservación de los recursos naturales gracias a telecomunicaciones/TIC.

Para que los planes nacionales y estatales alcancen su pleno potencial, es esencial que incorporen las TIC.

Las telecomunicaciones/TIC propician transformaciones digitales que pueden promover la economía circular al facilitar la trazabilidad de los productos reciclados y apoyar planes de reutilización de las partes usadas.

Su importancia quedó demostrada con el desarrollo de un ecosistema de baterías ecológicas para certificar la esperanza de vida residual de las baterías de los vehículos eléctricos. Se demostró que el creciente valor económico y medioambiental de una economía circular de las baterías está relacionado con la gestión de las baterías de los vehículos eléctricos, incluida su reutilización y reciclaje. Se estima que el mercado de reciclaje de baterías de vehículos eléctricos crecerá hasta alcanzar los 57 395 millones USD en 2040.

La incorporación de las TIC en los planes nacionales de acción ayuda a optimizar los procesos. Los datos recopilados pueden contribuir a detectar cuellos de botella y optimizar los procesos de fabricación y distribución y, de ese modo, reducir los residuos.

Los gobiernos también deberían incluir las TIC en sus planes nacionales de acción a fin de aprovechar al máximo las ventajas de la economía circular. Uno de esos posibles beneficios es la posibilidad de dejar atrás los modelos basados en la propiedad para adoptar uno basado en el uso, lo que crearía oportunidades para el surgimiento de nuevos modelos de negocio basados en el alquiler, la suscripción o la compartición, entre otras posibles soluciones.

Por último, las TIC pueden dar un gran impulso a cada una de las etapas clave de la economía circular, en especial las relativas a la reparación, la valorización y el reciclaje, lo que propicia la creación de nuevos puestos de trabajo.

Dada la considerable cantidad de RAEE que genera, la TIC tienen mucho que ganar con la economía circular, al igual que otros sectores como el manufacturero o el agrícola, por ejemplo. Por lo tanto, existen motivos para afirmar que la economía circular es una cuestión importante para el sector de las TIC. El alargamiento de la vida útil de los aparatos y su reutilización y reciclaje son, en consecuencia, esenciales para reducir la huella ambiental del sector.

Estas son algunas de las consideraciones que subyacen al apoyo que la UIT presta para la formulación de planes nacionales e instrumentos normativos estatales sobre la economía circular, para lo que pone a disposición de los países sus conocimientos especializados sobre la cuestión y los ayuda a conseguir financiación para llevar a cabo los estudios necesarios.

Capítulo 7 – Conclusiones y labor futura

7.1 Cambio climático

El 28.º periodo de sesiones de la COP de la CMNUCC, celebrado en 2023, representó un importante punto de inflexión, pues se suscribieron acuerdos que trataban sobre el principio del fin de la dependencia de los combustibles fósiles y en los que se expresaba apoyo a una transición justa y equitativa con grandes reducciones de las emisiones y una mayor financiación para el clima⁷⁶.

Según el conjunto de datos de la quinta generación del European Reanalysis (ERA5)⁷⁷, enero de 2025 fue el mes de enero más cálido jamás registrado en el mundo, con una temperatura del aire en superficie de 13,23 °C, esto es, 0,79 °C superior a la media registrada para ese mes entre 1991 y 2020. Además, fue 1,75 °C más cálido que los meses de enero que eran habituales antes de la industrialización (1850-1900). La temperatura mundial media del aire en superficie superó la barrera de los 1,5 °C por encima de los niveles preindustriales por 18.º mes consecutivo en un periodo de 19 meses. De esos 18 meses, 12 (entre septiembre de 2023 y abril de 2024 y entre octubre de 2024 y enero de 2025) registraron temperaturas que superaron considerablemente el umbral de los 1,5 °C, pues oscilaron entre los 1,58 °C y los 1,78 °C. Las temperaturas de julio y agosto de 2023 y de mayo, junio, agosto y septiembre de 2024 se situaron en torno al umbral de los 1,5 °C, concretamente entre 1,50 °C y 1,54 °C.

La integración de las telecomunicaciones/TIC en la acción climática se ha convertido en una estrategia primordial. En 2022, la Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente señaló la transformación digital como un elemento crucial para reducir los efectos del sector de las TIC en el medio ambiente y fijó el objetivo de eliminar gradualmente el 80% del uso de combustibles fósiles y crear una economía con un nivel de desechos próximo a cero de aquí a 2050. Las telecomunicaciones/TIC, en particular la observación de la Tierra, la IoT y los centros de datos, pueden contribuir a monitorear el medio ambiente, hacer un seguimiento de las emisiones y optimizar el consumo de energía. No obstante, estas tecnologías también contribuyen a aumentar la demanda de materias primas como el litio y el cobalto, lo que pone de manifiesto la necesidad de una transformación digital sostenible a fin de reducir el consumo de energía y las emisiones, y mitigar los impactos ambientales.

Se estima que la contribución del sector de las TIC a las emisiones mundiales de carbono oscila entre el 1,5% y el 4%. Los dispositivos de los usuarios contribuyen a casi la mitad de esta huella de carbono, que proviene tanto del uso como de los ciclos de vida de los productos. Con el auge de la IoT, se espera que las emisiones del sector aumenten significativamente. A tal efecto, la industria de las TIC se está centrando en la eficiencia energética y la gestión de los residuos electrónicos como soluciones fundamentales⁷⁸.

⁷⁶ La CMNUCC sobre los resultados de la COP 28.

⁷⁷ <https://climate.copernicus.eu/surface-air-temperature-january-2025>

⁷⁸ K. Rajaraman. India. [Developing green ICT policies for climate change mitigation: Indian perspective](#). Taller del UIT-D sobre las TIC ecológicas y las tecnologías emergentes para la mitigación del cambio climático, Ginebra, 29 de mayo de 2023.

Tecnologías punteras como la observación de la Tierra son esenciales para llevar un seguimiento y un control de los cambios ambientales, maximizar el uso de la energía y reducir las emisiones de carbono en diversos sectores. Si combinamos estas tecnologías con hábitos sostenibles, podremos reducir considerablemente los efectos del cambio climático y promover la sostenibilidad ambiental a largo plazo. La acción climática se centra en reducir en un 50% las emisiones mundiales de GEI de aquí a 2030 y en lograr el cero neto en emisiones para 2050. Esto implica llevar a cabo una transición a fuentes de energía con bajas emisiones de carbono, adoptar tecnologías instrumentales, establecer reglamentación y normativa más estrictas y combatir los efectos de las emisiones de CO₂. La mitigación, la adaptación y la resiliencia son los tres pilares de la acción climática.

Los gobiernos y las empresas deberían fomentar la compra de equipos de energía verde por medio de incentivos y apoyo a la I+D en el ámbito de la energía verde. El aumento del uso de las tecnologías punteras de captura, utilización y almacenamiento de carbono puede reducir las emisiones de CO₂ y transformar el CO₂ en productos útiles. Es fundamental reducir las emisiones de carbono adoptando medidas de ahorro energético, como la utilización de pilas de combustible, sistemas de calefacción, ventilación y climatización, baterías de iones de litio con bajas emisiones, energía solar, materiales de construcción y otras estrategias.

Es de suma importancia estudiar la utilización de sistemas de pilas de combustible basadas en el hidrógeno, los híbridos solares eólicos a pequeña escala, los generadores de gas natural basados en cilindros, los generadores que utilizan biodiesel y los generadores de combustible a base de aluminio para reducir o eliminar el uso de diésel en el sector de las TIC. Además, mejorar la disponibilidad de energía en las instalaciones de telecomunicaciones y reducir la dependencia del diésel u otras soluciones fuera de la red basadas en combustibles fósiles puede reducir el consumo de combustible y fomentar la adopción de fuentes de energía alternativas.

Los gobiernos también pueden ayudar a los operadores de redes de telecomunicaciones y a los proveedores de servicios a superar diversos retos, entre ellos los elevados gastos de capital y de explotación; la sustitución de las fuentes de energía convencionales; el uso de baterías de iones de litio, paneles solares y dispositivos de bajo consumo; el espacio adicional necesario para la instalación de paneles solares; y el alto costo de producir energía verde.

Las restricciones de espacio, como la imposibilidad de instalar equipos de energía verde (paneles solares, etc.) junto a las torres de telecomunicaciones, son una limitación importante para el uso de fuentes de energía verde para las TIC.

Las limitaciones geográficas, como el terreno, las condiciones climáticas, la viabilidad y la excesiva complejidad de los permisos municipales también pueden dificultar el proceso. Otras limitaciones importantes para el sector de las telecomunicaciones son las importantes dificultades para conseguir espacio, viabilidad, acuerdos de propietario, edificios con la resistencia estructural adecuada y ubicaciones con orientación apropiada para los emplazamientos en azoteas. Los electrodomésticos de bajo consumo y la producción nacional de baterías de iones de litio son las demandas del momento.

La tecnología de energía ecológica también es increíblemente costosa de operar y mantener. Las barreras financieras pueden frenar o reducir el interés de la industria de las telecomunicaciones por utilizarlas.

7.2 Residuos electrónicos

En la mayoría de las economías emergentes, el sector informal cumple un papel fundamental en la gestión de los residuos electrónicos, sector que emplea a, entre otras, personas que se dedican a recoger residuos electrónicos y a rebuscar entre la basura para recolectar y clasificar los dispositivos electrónicos desechados. Por otro lado, el sector formal, conformado por municipios y empresas de gestión de residuos electrónicos, se encarga del tratamiento y reciclaje de los residuos electrónicos. Cada vez existe una mayor necesidad de integrar el sector informal en el sistema formal de gestión de residuos electrónicos a fin de aumentar la eficiencia y reducir los efectos nocivos para el medio ambiente asociados a la incorrecta manipulación de los residuos electrónicos.

La clave para mejorar la gestión de los residuos electrónicos reside en reforzar la colaboración entre los sectores formal e informal. Es posible aumentar sustancialmente la eficiencia del sector informal para la recogida de residuos si las personas que se dedican a recolectar residuos electrónicos obtienen acceso a las instalaciones oficiales de recogida y tratamiento y reciben la formación y equipos adecuados. Trabajando juntas, las personas que se dedican a recolectar residuos y las organizaciones oficiales de reciclaje pueden separar mejor los materiales reciclables de aquellos que no lo son y, de este modo, reducir la cantidad de residuos electrónicos que terminan en los vertederos.

El sector formal puede invertir en el desarrollo de la infraestructura de reciclaje, por ejemplo, estableciendo instalaciones de reciclaje y creando sistemas de eliminación de residuos. Esto permitiría al sector informal acceder a los recursos necesarios para manipular y tratar los residuos electrónicos de una manera más adecuada. Además, la promoción de técnicas de separación de los residuos electrónicos en el sector informal podría incentivar a los trabajadores a separar los productos reciclables y aumentar la cantidad de materiales que se pueden reciclar o reutilizar.

La transición de una economía lineal a una circular es otro paso decisivo para mejorar la gestión de los residuos electrónicos. El modelo económico lineal actual, que es insostenible y vulnerable a las perturbaciones, se puede transformar por medio de tecnologías digitales que aumentan la eficiencia, la rendición de cuentas y la transparencia de los sistemas de gestión de residuos. La transformación digital, que abarca los sistemas de gestión de datos y las tecnologías de reciclaje, puede facilitar el reciclaje y la reutilización de los materiales y componentes extraídos de los residuos electrónicos y, de ese modo, contribuir a la transición hacia una economía circular más sostenible.

La implicación del sector privado es esencial para establecer prácticas sostenibles de gestión de los residuos electrónicos. Por medio de alianzas estratégicas con los fabricantes y las organizaciones que aplican el principio de EPR, los proveedores de servicios de recogida de residuos electrónicos que operan en el sector informal pueden acceder a grandes volúmenes de residuos electrónicos y asegurarse así un flujo de ingresos estable. Además, la normativa debería incentivar a los proveedores de servicios de reciclaje del sector informal a adoptar prácticas sostenibles que estén en consonancia con las normas vigentes en materia de seguridad y salud.

Los gobiernos también cumplen un papel fundamental a la hora de apoyar la formalización del sector informal. Las intervenciones en materia de políticas, como la concesión de asistencia financiera, subsidios, préstamos y microfinanciación, pueden ayudar a los trabajadores informales a mejorar sus prácticas y a acceder a los recursos necesarios. Además, ofrecer oportunidades formativas y educativas, como educación en materia empresarial y formación profesional, puede aumentar la eficiencia y las competencias de los trabajadores del sector informal. El acceso a la seguridad social, lo que incluye la atención de la salud, las prestaciones de desempleo y los planes de jubilación, también aumentaría los medios de vida de los trabajadores del sector informal.

La formalización del sector de los residuos electrónicos informal en las economías emergentes es esencial para la gestión sostenible de los residuos electrónicos. Mediante el fomento de la colaboración entre los sectores formal e informal, la mejora de la infraestructura de reciclaje y la implantación de soluciones digitales es posible aumentar sustancialmente la eficiencia del proceso de recogida, separación y reciclaje de los residuos electrónicos. El apoyo gubernamental, a través de incentivos financieros, formación y programas de protección social, será fundamental para integrar a los trabajadores informales en el sistema formal de gestión de residuos electrónicos. Con estas medidas, las economías emergentes podrán llevar a cabo la transición hacia una economía circular e incrementar tanto la sostenibilidad ambiental como los medios de vida de los trabajadores informales.

La reducción de los efectos de los residuos electrónicos en el medio ambiente y el fomento del reciclaje deberían ser los principales objetivos de las políticas relativas a los residuos electrónicos. La EPR es una herramienta que los gobiernos pueden usar para traspasar a los productores la responsabilidad de reciclar y eliminar los productos que fabrican. La existencia de normas más estrictas sobre la gestión segura de los residuos electrónicos impedirá la contaminación del medio ambiente con sustancias peligrosas. Es esencial aumentar el conocimiento de la población sobre las prácticas adecuadas de eliminación de los residuos y el consumo responsable. A fin de alargar la vida útil de los aparatos electrónicos, las políticas también deberían fomentar su reparación, reutilización y reacondicionamiento. El fomento de un diseño de productos sostenible puede contribuir a reducir los residuos electrónicos en el futuro, mientras que el establecimiento de lugares específicos para la recogida de los residuos electrónicos y la colaboración con las empresas de reciclaje garantizará su correcta manipulación.

Las iniciativas mundiales para mejorar la gestión de los residuos electrónicos están ganando cada vez más impulso. De los 81 países que disponen de políticas nacionales sobre los residuos electrónicos, 67 han aprobado normas en materia de EPR, que traspasan a los productores la responsabilidad de gestionar los residuos generados cuando sus productos llegan al final de su vida útil. Además, 46 países han fijado metas nacionales sobre la recogida de residuos electrónicos y 36 han establecido metas en relación con el reciclaje. Estos datos son un reflejo del creciente nivel de concienciación y acción mundiales al respecto, pero también ponen de manifiesto la necesidad de contar con sistemas más amplios para gestionar la enorme cantidad de residuos electrónicos que se generan.

Annex – List of contributions and liaison statements received on Question 6/2

Contributions on Question 6/2

Web	Received	Source	Title
2/401	2025-04-22	United Kingdom	UK comments on draft Q6/2 final report
2/390	2025-04-21	Réseau International Femmes Expertes du Numérique	When machines paint: unpacking the environmental costs and ethical-intellectual property implications of AI-generated art
2/389	2025-04-21	Burundi	Management of waste electrical and electronic equipment in Burundi and the countries of the East African Community: strategies, policy, challenges and prospects
2/377	2025-04-16	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
2/363 (Rev.1)	2025-05-09	Rapporteur for Question 6/2	Draft Output Report on Question 6/2
2/356	2025-03-13	Rwanda	Implementation of the Extended Producer Responsibility (EPR) principle for the management of electrical and electronic waste in Rwanda
2/334	2024-10-30	Côte d'Ivoire	Integrated National Strategy for the Promotion of the Circular Economy (SNIPEC) 2023-2027
2/324	2024-10-29	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
2/302	2024-10-26	China	Signalling push technology: insights and perspectives
2/295 (Rev.1) +Ann.1	2024-10-22	China	AI for Good, bridge the AI divide
2/293 +Ann.1-2	2024-10-21	GSM Association	2024 Mobile Industry Impact Report: Sustainable Development Goals
2/285	2024-10-03	Republic of the Congo	Consumer protection against the risks of waste electrical and electronic equipment in the CEMAC zone
2/282	2024-10-31	Rapporteur for Question 6/2	Draft Output Report on ITU-D Question 6/2

(continuación)

Web	Received	Source	Title
2/265	2024-09-25	Association for Progressive Communications	Building common agendas towards ICT for environmental justice
2/263	2024-09-24	Chad	Initiatives to promote going paperless in public authorities and management of waste electrical and electronic equipment
2/262	2024-09-24	Burundi	Collection of waste electrical and electronic equipment in Burundi: issues, challenges and perspectives
2/236	2024-09-04	India	Reducing disaster risk by using emerging technologies
2/232	2024-10-02	Rapporteur for Question 6/2	Annual progress report for Question 6/2 for November 2024 meeting
RGQ2/217	2024-04-26	Rwanda	Implementation of the extended producer responsibility principle for the management of electrical and electronic waste in Rwanda
RGQ2/196	2024-04-16	Republic of Korea	Innovative approaches for sustainable mobile phone collection and recycling
RGQ2/195	2024-04-16	Republic of Korea	Harnessing AI for climate action: balancing benefits and environmental impact
RGQ2/190 +Ann.1	2024-04-15	United Kingdom	Telecoms towards Net Zero?: An excerpt from Ofcom's Connected Nations report
RGQ2/185	2024-04-15	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
RGQ2/171	2024-04-04	Russian Federation	The digital twin of the Ob-Irtysh River basin
RGQ2/146	2024-03-14	Zambia	Employing demand side e-waste management practices in the absence of a legal framework
RGQ2/142 +Ann.1	2024-03-12	Dominican Republic	Implementation of the regulation for integrated management of waste electrical and electronic equipment in the Dominican Republic and extended producer responsibility
RGQ2/135	2024-03-07	Cameroon	Responsibility of producers and consumers in a circular economy of electrical and electronic equipment
RGQ2/126	2024-02-29	Burundi	Initiatives for the management of waste electrical and electronic equipment in Burundi
RGQ2/119	2024-02-29	Haiti	Proposed text for the Final Report: Chapter 2, Section "Challenges faced by emerging economies due to the digital divide to combat harmful effects and assessment of climate change"

(continuación)

Web	Received	Source	Title
RGQ2/118	2024-02-29	Haiti	Proposed text for the Final Report: Chapter 5, Section "Action to be undertaken by consumers to reduce the generation of e-waste"
RGQ2/109	2024-02-17	India	Proposed texts for the output report of Question 6/2
2/195	2023-10-17	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
2/184	2023-10-16	Indonesia	Country experience: e-waste management challenges in Indonesia
2/183	2023-10-16	Australia	Regulatory approach to e-waste products in Australia
2/138	2023-09-22	Madagascar	Adoption of eSIM to protect the environment
2/128	2023-09-08	Burundi	Policy, challenges, opportunities and implications of WEEE management in Burundi
2/126 (Rev.1)	2023-09-14	Rapporteur for Question 6/2	Annual progress report for Question 6/2 for October-November 2023 meeting
2/111	2023-08-31	India	E-waste in emerging economies: towards formalizing the unorganized sector
2/107	2023-08-28	Kenya	Approaches that the Kenyan ICT sector regulator has adopted to manage e waste
RGQ2/78	2023-05-09	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment
RGQ2/27	2023-03-30	Haiti	Incentives in favour of dematerialization and online services
RGQ2/21 (Rev.1)	2023-03-23	India	Earth observation: role, prediction and relief in India
RGQ2/14	2023-03-16	Burundi	Issues associated with the collection and recycling of electrical and electronic waste in Burundi
2/TD/8 (Rev.1)	2022-12-07	Rapporteur for Question 6/2	Proposed work plan, table of contents and roles and responsibilities for Question 6/2
2/81	2022-11-25	India	E-waste management through circular economy and innovation in India
2/74	2022-11-18	World Bank	World Bank Study Group 2 Submission: Digital transformation
2/70	2022-11-23	BDT Focal Point for Question 6/2	ITU-D activities on ICTs and the environment

(continuación)

Web	Received	Source	Title
<u>2/46</u>	2022-10-17	Inter-Sector Coordination Group	Mapping of ITU-D Questions to ITU-T Questions and ITU-R Working Parties
<u>2/45</u>	2022-10-14	Côte d'Ivoire	WEEE management in sub-Saharan Africa
<u>2/38</u>	2022-10-13	Cameroon	Near-term initiatives planned by Cameroon relating to the management of waste electrical and electronic equipment
<u>2/32</u>	2022-10-11	Haiti	Positive impact of dematerialization and online services on the environment
<u>2/29</u>	2022-09-08	Burundi	National policy for the management of waste electrical and electronic equipment in Burundi

Incoming liaison statements for Question 6/2

Web	Received	Source	Title
RGQ2/103	2023-12-20	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 6/2 on information on new work items related to ITU databases on GHG emissions
2/106	2023-07-31	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 6/2 on new Question 6/2 and collaboration
RGQ2/6	2023-02-17	ITU-T Study Group 20	Liaison statement from ITU-T Study Group 20 to ITU-D Study Group 2 Question 6/2 (reply to ITU-D Q6/2-2/91)
2/52	2022-11-08	ITU-T Study Group 5	Liaison statement from ITU-T Study Group 5 to ITU-D Study Group 2 Question 6/2 on ITU-T Study Group 5 activities
2/41	2022-10-18	ITU-R Study Group 6	Liaison statement from ITU-R Study Group 6 to ITU-D Study Groups 1 and 2 on Opinion ITU-R 104
2/19	2022-06-14	ITU-R Study Group 6	Liaison statement from ITU-R Study Group 6 to ITU-D Study Groups 1 and 2 on new Question ITU-R 147/6 (Energy Aware Broadcasting Systems)
2/14	2022-03-14	ITU-R Working Party 6C	Liaison statement from ITU-R Working Party 6C to ITU-D Study Groups 1 and 2, ITU-T Study Groups 5, 9 and 16, ISO and IEC on Energy Aware Broadcasting Systems
2/4	2021-10-27	ITU-R Working Party 6A	Reply liaison statement from ITU-R Working Party 6A to ITU-T Study Group 5 on work related to environment energy efficiency and the circular economy and new areas of study

Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT)
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones (BDT)
Oficina del Director
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza
Correo-e: bdtdirector@itu.int
Tel.: +41 22 730 5035/5435
Fax: +41 22 730 5484

Director Adjunto y Jefe del Departamento de Administración y Coordinación de las Operaciones (DDR)
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza

Correo-e: bdtdeputydir@itu.int
Tel.: +41 22 730 5131
Fax: +41 22 730 5484

Departamento de Redes y Sociedad Digitales (DNS)
Correo-e: bdt-dns@itu.int
Tel.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

Departamento del Centro de Conocimientos Digitales (DKH)
Correo-e: bdt-dkh@itu.int
Tel.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

Departamento de Asociaciones para el Desarrollo Digital (PDD)
Correo-e: bdt-pdd@itu.int
Tel.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

África

Etiopía
International Telecommunication Union (ITU)
Oficina Regional
Gambia Road
Leghar Ethio Telecom Bldg. 3rd floor
P.O. Box 60 005
Adis Abeba
Ethiopia

Correo-e: itu-ro-africa@itu.int
Tel.: +251 11 551 4977
Tel.: +251 11 551 4855
Tel.: +251 11 551 8328
Fax: +251 11 551 7299

Camerún
Union internationale des télécommunications (UIT)
Oficina de Zona
Immeuble CAMPOST, 3^e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé
Camerún

Correo-e: itu-yaounde@itu.int
Tel.: +237 22 22 9292
Tel.: +237 22 22 9291
Fax: +237 22 22 9297

Senegal
Union internationale des télécommunications (UIT)
Oficina de Zona
8, Route du Méridien Président
Immeuble Rokhaya, 3^e étage
Boîte postale 29471
Dakar – Yoff
Senegal

Correo-e: itu-dakar@itu.int
Tel.: +221 33 859 7010
Tel.: +221 33 859 7021
Fax: +221 33 868 6386

Zimbabwe
International Telecommunication Union (ITU)
Oficina de Zona
USAF POTRAZ Building
877 Endeavour Crescent
Mount Pleasant Business Park
Harare
Zimbabwe

Correo-e: itu-harare@itu.int
Tel.: +263 242 369015
Tel.: +263 242 369016

Américas

Brasil
União Internacional de Telecomunicações (UIT)
Oficina Regional
SAUS Quadra 6
Ed. Luis Eduardo Magalhães,
Bloco "E", 10^o andar, Ala Sul
(Anatel)
CEP 70070-940 Brasília – DF
Brasil
Correo-e: itubrasilia@itu.int
Tel.: +55 61 2312 2730-1
Tel.: +55 61 2312 2733-5
Fax: +55 61 2312 2738

Barbados
International Telecommunication Union (ITU)
Oficina de Zona
United Nations House
Marine Gardens
Hastings, Christ Church
P.O. Box 1047
Bridgetown
Barbados
Correo-e: itubridgetown@itu.int
Tel.: +1 246 431 0343
Fax: +1 246 437 7403

Chile
Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)
Oficina de Representación de Área
Merced 753, Piso 4
Santiago de Chile
Chile

Correo-e: itusantiago@itu.int
Tel.: +56 2 632 6134/6147
Fax: +56 2 632 6154

Honduras
Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT)
Oficina de Representación de Área
Colonia Altos de Miramontes
Calle principal, Edificio No. 1583
Frente a Santos y Cía
Apartado Postal 976
Tegucigalpa
Honduras
Correo-e: itutegucigalpa@itu.int
Tel.: +504 2235 5470
Fax: +504 2235 5471

Estados Árabes

Egipto
International Telecommunication Union (ITU)
Oficina Regional
Smart Village,
Building B 147, 3rd floor
Km 28 Cairo
Alexandria Desert Road
Giza Governorate
El Cairo
Egipto
Correo-e: itu-ro-arabstates@itu.int
Tel.: +202 3537 1777
Fax: +202 3537 1888

Asia-Pacífico

Tailandia
International Telecommunication Union (ITU)
Oficina Regional
4th Floor NBTC Region 1 Building
101 Chaengwattana Road, Laksi
Bangkok 10210
Tailandia
Correo-e: itu-ro-asiapacific@itu.int
Tel.: +66 2 574 9326 – 8
+66 2 575 0055

Indonesia
International Telecommunication Union (ITU)
Oficina de Zona
Gedung Sapta Pesona, 13th Floor
Jl. Merdeka Barat no 17
Jakarta 10110
Indonesia
Correo-e: bd-ao-jakarta@itu.int
Tel.: +62 21 380 2322

India
International Telecommunication Union (ITU) Area Office and Innovation Center
C-DOT Campus
Mandi Road
Chhatarpur, Mehrauli
New Delhi 110030
India
Correo-e:
Oficina regional: itu-ao-southasia@itu.int
Innovation Center: itu-ic-southasia@itu.int
Sitio web: [ITU Innovation Centre in New Delhi, India](http://ITUInnovationCentre.in)

Países de la CEI

Federación de Rusia
International Telecommunication Union (ITU) Oficina Regional
4, Building 1
Sergiy Radonezhsky Str.
Moscú 105120
Federación de Rusia
Correo-e: itu-ro-cis@itu.int
Tel.: +7 495 926 6070

Europa

Suiza
Unión Internacional de las Telecomunicaciones (UIT)
Oficina Regional
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza
Correo-e: euregion@itu.int
Tel.: +41 22 730 5467
Fax: +41 22 730 5484

Unión Internacional de Telecomunicaciones
Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones
Place des Nations
CH-1211 Ginebra 20
Suiza

ISBN 978-92-61-41143-5



9 789261 411435

Publicado en Suiza
Ginebra, 2025

Créditos de las fotos: Adobe Stock