



Organización  
de las Naciones Unidas  
para la Educación,  
la Ciencia y la Cultura

RESUMEN

# Ingeniería para el desarrollo sostenible



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization

联合国教育、  
科学及文化组织

ICEE

International Centre for  
Engineering Education  
under the auspices of UNESCO

国际工程教育中心  
联合国教科文组织支持



中央编译出版社  
Central Compilation & Translation Press

# Ingeniería para el desarrollo sostenible

Cumpliendo los objetivos de desarrollo sostenible

## RESUMEN CORTO

### Diseñando los ODS

El informe destaca el papel crucial de la ingeniería para el logro de cada uno de los 17 ODS. Muestra cómo la igualdad de oportunidades para todos es clave para garantizar una profesión inclusiva y con participación equilibrada de géneros que pueda responder de mejor manera a la escasez de ingenieros para la implementación de los ODS. Brinda una imagen de las innovaciones de la ingeniería que están dándole forma a nuestro mundo, especialmente las tecnologías emergentes como los macrodatos y la IA, que son cruciales para abordar los apremiantes desafíos que enfrenta la humanidad y el planeta. Analiza la transformación de la educación en ingeniería y el desarrollo de capacidad en los albores de la Cuarta Revolución Industrial que permitirá que los ingenieros afronten los retos futuros. Destaca el esfuerzo mundial que se necesita para abordar las disparidades regionales específicas, a la vez que resume las tendencias de la ingeniería a través de las diferentes regiones del mundo.

Con la presentación de estudios de casos y enfoques, así como posibles soluciones, el informe revela por qué la ingeniería es crucial para el desarrollo sostenible y por qué el papel de los ingenieros es vital para el abordaje de las necesidades humanas básicas como el alivio de la pobreza, el suministro de agua limpia y energía, la respuesta a desastres naturales, la construcción de infraestructura resiliente y la reducción de las brechas del desarrollo entre muchos otros factores, sin dejar a nadie atrás.

Se espera que el informe sirva como referencia para los gobiernos, organizaciones de ingeniería, la academia y las instituciones educativas, y la industria para forjar alianzas globales y catalizar la colaboración en la ingeniería para cumplir con los ODS.

Es esencial que más jóvenes, especialmente **chicas**, consideren **la ingeniería** como una profesión



*“Puesto que las guerras nacen en la mente de los hombres y mujeres, es en la mente de los hombres y mujeres que deben erigirse los baluartes de la paz.”*





# Un nuevo informe de ingeniería

La ingeniería trata del conocimiento y práctica de la solución de problemas. Los profesionales de la ingeniería juegan un papel vital en el abordaje de las necesidades humanas básicas, el alivio de la pobreza, la promoción del desarrollo seguro y sostenible, la respuesta a situaciones de emergencias, la reconstrucción de infraestructura, la reducción de las brechas de conocimientos y la promoción de la colaboración intercultural. Conectan las necesidades sociales con las innovaciones tecnológicas y las aplicaciones comerciales apropiadas. Así, la ingeniería es un factor importante para el desarrollo socioeconómico



sostenible. Ha contribuido a nuestra capacidad para sobrevivir a desastres y desafíos de salud pública, a garantizar los alimentos y el agua, la comunicación y el transporte y a innovar y crear nuevos productos y servicios. Donde sea que ocurra un problema, existe la necesidad de soluciones de ingeniería.

¿Por qué la necesidad de un segundo Informe de ingeniería de la UNESCO? Ha transcurrido una década desde la publicación del primer informe histórico, que fue ampliamente reconocido como uno de los documentos más importantes disponibles sobre ingeniería, destacando la importancia de la profesión de la ingeniería y cómo los ingenieros construyen un mundo mejor. Despertó un considerable interés público y se convirtió en uno de los informes más descargados en el sitio web de la UNESCO. Mientras todavía permanecen algunas características fundamentales de la misión y responsabilidad de los ingenieros, los tiempos han cambiado notablemente en los diez años desde su publicación.

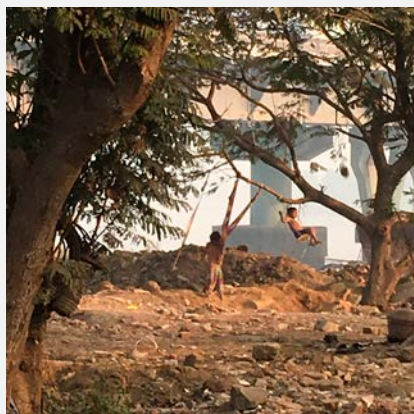
La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible presenta un plan de acción, y los ingenieros están ahora a la cabeza para cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible utilizando su conocimiento científico y experiencia para convertir las ideas innovadoras en proyectos de sostenibilidad para el beneficio de todos. La situación sin precedentes presentada por la pandemia del COVID-19 ha revelado la naturaleza interconectada de las sociedades y cómo las innovaciones científicas, a través de la implementación efectiva de la ingeniería, puede aumentar la resiliencia. Al mismo tiempo, las tecnologías evolucionan rápidamente, ofreciendo perspectivas prometedoras, pero también se deben evaluar en vista de los nuevos riesgos presentados desde un punto de vista ético.

En última instancia, la profesión de la ingeniería misma debe ser reformada con el fin de abordar los temas apremiantes de hoy en día y promover un sentido de responsabilidad global hacia el logro de las innovaciones necesarias. Este nuevo informe intenta brindar una visión importantísima de los nuevos desafíos de la profesión, así como las innovaciones de vanguardia de algunas áreas tecnológicas claves de la ingeniería.

Otro desafío clave es elevar la conciencia entre los gobiernos y la sociedad civil del rol importante de la ingeniería para el desarrollo económico y para promover la Agenda 2030. Ahora, el Día Mundial de la Ingeniería se celebra anualmente el 4 de marzo y brinda la oportunidad de conmemorar los logros de los ingenieros y las contribuciones de la ingeniería para hacer un mundo mejor.

## La ingeniería y los objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas (ODS)

### ODS 1



La ingeniería puede ayudar a resolver la pobreza urbana extrema. © Marlene Kanga

#### Como la ingeniería lo hace posible

La ingeniería impulsa el crecimiento económico y alivia la pobreza a través de infraestructura básica como carreteras, vías férreas y telecomunicaciones. Sin embargo, se debe hacer mucho trabajo de ingeniería para desarrollar tecnologías que mejoren el acceso a los servicios básicos como agua limpia y saneamiento, energía confiable y combustibles no contaminantes para cocinar. Grandes poblaciones en países de bajos ingresos están demandando el acceso a las tecnologías más recientes para comunicación, educación y salud. La innovación frugal posibilita el desarrollo de tecnologías asequibles y confiables que sean accesibles para todos.



### ODS 2



Mecanización diseñada de la agricultura para la producción de alimentos en India. © Marlene Kanga

#### Como la ingeniería lo hace posible

Los ingenieros agrícolas, mecánicos y químicos, han diseñado la mecanización de la agricultura para la producción de alimentos, y aumentado la productividad a través del uso de fertilizantes y pesticidas. Las innovaciones continuas por parte de ingenieros electrónicos y agrícolas incluyen sensores para la humedad y monitoreo de la condición del suelo que optimizan la entrega de agua escasa y fertilizantes. Otras innovaciones incluyen la robótica para la aplicación de pesticidas y fertilizantes, deshierbe y plantación y tecnología de las comunicaciones para el monitoreo del clima, predicción y alerta de desastres naturales, todos los cuales son cruciales para lograr la seguridad alimenticia global.



### ODS 3



Visión de cámara de inteligencia artificial para detección de fiebre de COVID-19 en multitudes. © Marlene Kanga

#### Como la ingeniería lo hace posible

La ingeniería ha sido crucial durante la pandemia de COVID-19 con tecnologías avanzadas desplegadas, por ejemplo, en búsqueda de una vacuna, a través de procesos avanzados de fabricación, logística y sistemas de transporte, y en impresión 3D para equipo de protección personal. La ingeniería ha erradicado enfermedades como la tifoidea y el cólera a través de agua limpia y saneamiento. La ingeniería biomédica ha desarrollado dispositivos médicos para extremidades, y se han hecho mejoras en el funcionamiento de la audición, salud cardíaca y cerebro. La robótica, la visión por computador y la inteligencia artificial están revolucionando el diagnóstico, detección y procedimientos quirúrgicos, y mejorando el acceso para países de bajos ingresos.



## ODS 4



Mujeres jóvenes aprenden sobre el desarrollo sostenible. © WFEO

### Como la ingeniería lo hace posible

Los ingenieros facilitan la entrega de educación en los niveles de primaria, secundaria y terciaria mediante el empleo de nuevas tecnologías, como herramientas de aprendizaje en línea y sistemas de comunicación rápida. Estos mejoran la accesibilidad y reducen los costos para los estudiantes. El Wi-Fi está implementado en más de 40 mil millones de dispositivos en todo el mundo, apuntalando los avances en educación y permitiendo otras aplicaciones. Los ingenieros de software y telecomunicación están expandiendo de manera rápida el acceso a la internet a través de satélites de bajo costo y otros dispositivos aéreos para entregar información y servicios a comunidades remotas y de bajos ingresos.

4 EDUCACIÓN DE CALIDAD



## ODS 5



Mujeres ingenieras trabajando en sistemas eléctricos de alto voltaje. © Sociedad China para la Ingeniería Eléctrica

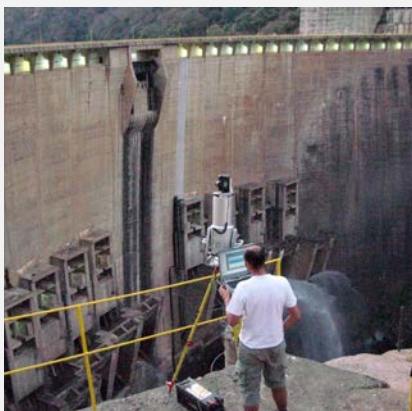
### Como la ingeniería lo hace posible

Garantizar el acceso de las mujeres a la tecnología e ingeniería cerrará muchas brechas de género, garantizando así que las mujeres se beneficien de y participen en la revolución tecnológica, que es crucial para alcanzar los ODS. La diversidad de ideas es vital para la innovación y el desarrollo de soluciones que reflejen los estándares, valores y aspiraciones de la comunidad. Las nuevas tecnologías desarrolladas por los ingenieros están empoderando cada vez más a los usuarios femeninos en el trabajo y el espíritu emprendedor, incluidas las comunicaciones móviles y la internet, facilitando el acceso de las mujeres a los servicios bancarios y financieros y de información.

5 IGUALDAD DE GÉNERO



## ODS 6



Tecnologías avanzadas de ingeniería utilizando escaneo láser para el monitoreo de la represa de Cahora Bassa, Mozambique, una de las más grandes del mundo. © Antonio Berberan, Eliane Portela y João Boavida

### Como la ingeniería lo hace posible

Los ingenieros civiles y ambientales han salvado millones de vidas a través del agua limpia y sistemas de tratamiento de aguas residuales, erradicando las enfermedades transmitidas por el agua como el cólera y la tifoidea. Cada día, los ingenieros eléctricos y mecánicos garantizan operaciones de sistemas confiables. Las innovaciones en el tratamiento y el reciclaje del agua garantizan agua limpia para todos incluso en zonas áridas. A pesar de estos avances, más de mil millones de personas carecen de acceso a agua limpia y dos mil millones todavía carecen de acceso a saneamiento básico. Se necesita una acción urgente, incluso por parte de los ingenieros, para abordar este desafío.

6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO





## ODS 7



Los ingenieros son esenciales para el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructura eléctrica. © Sociedad China para la Ingeniería Eléctrica

### Como la ingeniería lo hace posible

La ingeniería ha sido esencial para la generación y suministro de electricidad, que es vital para el crecimiento económico y mejores estándares de vida. Casi cerca de 1000 millones de personas, predominantemente en África Subsahariana y el sur de Asia, todavía carecen de acceso a una fuente confiable de electricidad, cuyo suministro es una tarea clave para los ingenieros. Los ingenieros eléctricos, mecánicos y ambientales han sido fundamentales para el desarrollo de soluciones de energía de bajo costo, de cero emisiones de carbono y renovable, incluida la eólica, solar, mareomotriz y geotérmica, logrando que la energía sea accesible en regiones remotas, a la vez que se mitigan los impactos del cambio climático.

7 ENERGÍA ASEQUIBLE Y NO CONTAMINANTE



## ODS 8



La ingeniería de transporte es esencial para el crecimiento económico y ciudades sostenibles. © Marlene Kanga

### Como la ingeniería lo hace posible

Ahora se reconoce que la ingeniería es un factor clave del crecimiento económico, evidenciado por la relación positiva entre el crecimiento económico y la cantidad de ingenieros en un país. Carreteras, líneas férreas, aeropuertos, telecomunicaciones y el suministro de agua y electricidad son infraestructura esencial que apunala a todas las economías. Esta infraestructura es diseñada, desarrollada y mantenida por ingenieros civiles, mecánicos, eléctricos y ambientales. Los ingenieros también son responsables de servicios básicos como agua limpia, energía y vivienda, que permite que los ciudadanos mantengan vidas saludables y por tanto productivas, y que participen en trabajo decente.

8 TRABAJO DECENTE Y CRECIMIENTO ECONÓMICO



## ODS 9



Estudiantes desarrollando innovaciones en ingeniería de procesos químicos. © Technische Hochschule Georg Agricola (THGA)

### Como la ingeniería lo hace posible

Una economía moderna no puede existir sin la ingeniería. Los ingenieros diseñan, construyen y mantienen la infraestructura. Las carreteras, puertos, líneas férreas, comunicaciones, el suministro de agua y sistemas de energía son obra de los ingenieros civiles, mecánicos y eléctricos. La industria necesita ingenieros en sectores como la minería, petróleo, productos químicos y procesamiento de alimentos, y toda la fabricación es apuntalada por ingenieros mecánicos, eléctricos, químicos y ambientales. Las innovaciones de la ingeniería en la IA, robótica, computación en la nube y macrodatos impulsarán el crecimiento económico futuro y el empleo.

9 INDUSTRIA, INNOVACIÓN E INFRAESTRUCTURA



## ODS 10



La ingeniería genera trabajo e ingresos. © Ingénieurs et Scientifiques de France

### Como la ingeniería lo hace posible

A través de infraestructura sostenible y nuevas tecnologías e innovaciones, los ingenieros y la ingeniería crean trabajos y oportunidades, posibilitando el acceso a la vivienda, alimentos, salud y una vida decente, lo que es crucial para la reducción de las desigualdades. También es esencial garantizar el acceso a las comunicaciones de bajo costo y teléfonos móviles, información y educación, diagnósticos y tratamiento médicos, especialmente en países de bajos ingresos, para abordar las necesidades básicas. Los ingenieros están desarrollando tecnologías que empoderan a las mujeres para aumentar su participación en la fuerza laboral y que abordan las desigualdades económicas crónicas basadas en el género.



## ODS 11



La infraestructura de ingeniería como este túnel del metro subterráneo, es esencial para el desarrollo sostenible. © Mr Pung Chun Nok, Institución de Ingenieros de Hong Kong

### Como la ingeniería lo hace posible

Los ingenieros civiles, estructurales, eléctricos, mecánicos, ambientales, de software y telecomunicaciones están contribuyendo a la creación de ciudades seguras, inclusivas y resilientes, lo que facilita el acceso a vivienda asequible y transporte público, aire limpio, agua y energía, así como la protección del patrimonio natural y cultural y una mayor resiliencia contra los desastres naturales. Las tecnologías avanzadas de ingeniería son utilizadas en edificios eficientes en términos de energía y recursos, iluminación inteligente de ciudades, sistemas eficientes de transporte, fuentes de energía renovable, gestión integrada de recursos de agua, ingeniería geoespacial, Modelado de Información para la Construcción y análisis de datos, haciendo que las ciudades sean más habitables y sostenibles.



## ODS 12



Biogás de aguas residuales utilizado para generar electricidad en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de North Head, Sidney, Australia.

© Marlene Kanga

### Como la ingeniería lo hace posible

Los ingenieros de minas, civiles, mecánicos, eléctricos y ambientales juegan papeles críticos en la gestión eficiente de los recursos de la Tierra a través del procesamiento de minerales esenciales, generación de energía a partir de recursos renovables, utilización de recursos de agua de manera sostenible, apoyo a la producción agrícola y gestión de la diversidad. Las innovaciones de ingeniería apoyan la gestión de recursos y el consumo responsable a través de la "economía circular" donde los resultados y productos pueden volverse insumos en otros procesos y productos. Los ingenieros de materiales y químicos están desarrollando innovaciones para reciclar y reutilizar materiales de desecho, incluidos los plásticos.





## ODS 13



Bruma de humo de incendios de arbustos, producto del cambio climático, contamina la ciudad de Sidney, enero de 2020. © Marlene Kanga

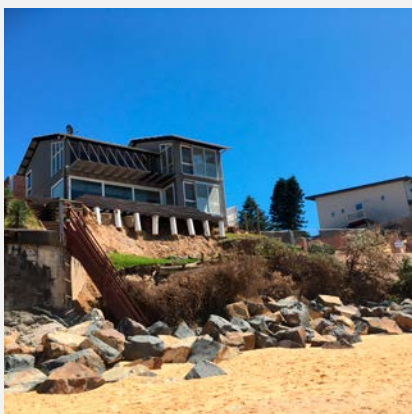
### Como la ingeniería lo hace posible

La ingeniería brinda la posibilidad de tomar acción con el cambio climático. Las fuentes de energía renovable diseñadas con cero emisiones de carbono incluyen la hidroeléctrica, la solar, eólica y mareomotriz, con hidrógeno biológico que facilita el almacenamiento de energía a bajo costo. La infraestructura resiliente aborda los impactos crecientes de los desastres naturales incluidos los ciclones y las inundaciones. Las reducciones de gases de invernadero a través de la captura de carbono, la transformación de biosólidos de desechos en energía, y la construcción con madera de bosques de rápido crecimiento y otras acciones establecidas. Otras tecnologías en rápida evolución para absorber el dióxido de carbono incluyen el procesamiento químico del carbono del aire para reutilizarlo como materia prima química y el uso de materiales de construcción de bajo contenido de carbono para vivienda.

13 ACCIÓN POR EL CLIMA



## ODS 14



La ingeniería se necesita para proteger contra la elevación del nivel del mar y el aumento de la erosión de playas en comunidades costeras. © Marlene Kanga

### Como la ingeniería lo hace posible

Los ingenieros tienen un papel vital en la preservación y protección de los océanos y mares, y la vida dentro de ellos. Los ingenieros marítimos están trabajando con científicos y otras disciplinas de la ingeniería para enfrentar la degradación de las pesquerías, la contaminación de nuestros océanos y el uso de recursos, incluida la energía mareomotriz. Los ingenieros están abordando soluciones como la contaminación de plásticos en los océanos y gestionando los bienes del océano como la Gran Barrera de Coral amenazada por los impactos del cambio climático.

14 VIDA SUBMARINA



## ODS 15



La innovación de geotecnología es esencial para descubrir y proteger los recursos de la Tierra. © Technische Hochschule Georg Agricola (THGA)

### Como la ingeniería lo hace posible

Los ingenieros ambientales están gestionando la biodiversidad a través del uso responsable de los recursos forestales y la preservación de hábitats. Las tecnologías innovadoras mapean la superficie de la Tierra para brindar información geoespacial para el monitoreo de la agricultura y diseño de infraestructura, y para predecir desastres naturales como terremotos. Estas tecnologías están ayudando a los grupos indígenas y desfavorecidos para mejorar su capacidad para mapear, analizar y negociar para el desarrollo sostenible a la vez que se protegen los bosques naturales. Las tecnologías de sensores y drones pueden mapear los bosques e identificar la disminución de las poblaciones de animales. La secuenciación del ADN y microchips son utilizados para rastrear especies en peligro.

15 VIDA DE ECOSISTEMAS TERRESTRES



## ODS 16



Reuniones de la Alianza Internacional de Ingeniería, Hong Kong, 2019. © Marlene Kanga

### Como la ingeniería lo hace posible

La práctica de la ingeniería que sea diversa e inclusiva, sostenible y ética es esencial para el progreso de los ODS. Los ingenieros se están asociando para desarrollar instituciones fuertes para educación en ingeniería, acreditación y regulación que son esenciales para garantizar altos estándares de educación en ingeniería y la competencia de los ingenieros en todas partes. El Código de Ética Modelo de la WFEO para ingenieros está guiando a otras instituciones profesionales de ingeniería. Los ingenieros también están mejorando los estándares para abordar la corrupción en la ingeniería para maximizar el beneficio de las inversiones en infraestructura que apoyan el desarrollo sostenible para todos.



## ODS 17



Estados Miembros de la UNESCO discuten la declaración del 4 de marzo como Día Mundial de la Ingeniería para el Desarrollo Sostenible.

© Marlene Kanga

### Como la ingeniería lo hace posible

Las asociaciones en ingeniería son esenciales para promover los objetivos de desarrollo sostenible, ya sea dentro de disciplinas de la ingeniería como a través de instituciones nacionales e internacionales de ingeniería, que involucran a gobiernos, industria y universidades. Estas asociaciones están desarrollando soluciones y hojas de ruta para implementar tecnologías, desarrollar capacidad y mecanismos de transferencia de conocimiento y para establecer enfoques inclusivos al desarrollo sostenible. El Día Mundial de la Ingeniería para el Desarrollo Sostenible, celebrado anualmente el 4 de marzo, es un esfuerzo internacional de colaboración para reunir a la ingeniería y la comunidad para alcanzar estos objetivos.



# La ingeniería siempre ha transformado el mundo para mejor. Es tan relevante y urgente como nunca, y se necesitan más ingenieros con las destrezas adecuadas

1



El problema principal que enfrenta el mundo hoy en día es cómo reconciliar el desarrollo humano con la preservación del planeta. En este contexto, la ingeniería tiene un rol central que jugar en “La construcción de un mundo más sostenible”, como se describe en el Capítulo 1. Este capítulo describe el papel clave que la ingeniería y los ingenieros juegan en la promoción de cada uno de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Se refleja en cómo los ingenieros han transformado nuestro mundo durante milenios, desde la invención de las primeras herramientas de piedra y dispositivos simples, como la polea y la palanca en la antigüedad, hasta el desarrollo de la máquina de vapor que llevó a la Primera Revolución Industrial, y los grandes cambios que están ocurriendo ahora en los albores de la Cuarta Revolución Industrial, incluida la aplicación de la inteligencia artificial (AI) avanzada y la tecnología de ingeniería biomédica para mejorar la vida de la gente y los procesos de producción.

El Capítulo 1 también destaca las brechas entre la capacidad actual de la ingeniería y los requisitos para lograr los ODS, y llama a una colaboración más estrecha entre los gobiernos,

la industria, la educación y los institutos de investigación, la sociedad civil y la comunidad de ingeniería, para garantizar que más ingenieros tengan las destrezas adecuadas para responder a la llamada para un mundo más sostenible. La demanda de ingenieros alrededor del mundo es alta, sea en los países desarrollados en los campos de alta tecnología, software, IA y telecomunicaciones, o en países en desarrollo que, además, requieren infraestructura básica, sistemas de transporte, y energía y redes de suministro de agua. También es crucial que la educación en ingeniería satisfaga las necesidades actuales y futuras de los empleadores, especialmente para mantener la paz con las tecnologías en rápida evolución y el surgimiento de nuevas disciplinas. El gobierno, los educadores en ingeniería y las instituciones profesionales de ingeniería deben trabajar juntos para garantizar que los estándares de la educación en ingeniería aborden los ODS y que más gente joven, especialmente chicas, consideren a la ingeniería como una profesión.



## La ingeniería misma necesita transformarse para ser más innovadora, inclusiva, colaboradora y responsable

2



La esencia de la sostenibilidad es no dejar a nadie atrás. Por lo tanto, los ingenieros deben reevaluar su práctica profesional y las normas sociales con el fin de brindar “Igualdad de oportunidades para todos”, el tema del Capítulo 2, que es fundamental para resolver los problemas de la insostenibilidad y para transformar nuestro mundo para mejor.

El Capítulo 2, presenta la importancia de la diversidad y la inclusión en la ingeniería para garantizar que suficiente cantidad de ingenieros, que representen puntos de vista y experiencias diferentes, resulten atraídos a la profesión. Una fuerza laboral diversa de ingeniería puede abordar de manera más efectiva los ODS proporcionando soluciones creativas relevantes, inclusivas, y que eviten el sesgo y la discriminación, y que al mismo tiempo no se deje a nadie atrás. Este capítulo brinda una visión integral de este asunto con énfasis en las mujeres e ingenieros jóvenes. Gracias a los esfuerzos conjuntos de las organizaciones de ingeniería, los gobiernos y las instituciones educativas, entre otros, se ha logrado un progreso significativo, pero el proceso sigue desequilibrado. Se necesita hacer mucho más para

mejorar aún más la diversidad y la inclusión en la profesión de la ingeniería, que exige un enfoque más interdisciplinario y una mentalidad más inclusiva para hacer realidad esta ambición. La comunidad ingeniera debe fortalecer su colaboración con muchos sectores de la sociedad para enfrentar los desafíos de los ODS de manera más equilibrada y holística, garantizado a la vez que el progreso hecho contra una meta se equilibre simultáneamente con respecto a los otros objetivos.

## Las innovaciones de la ingeniería son cruciales para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible

3



A pesar de que las innovaciones de ingeniería son vastas, el Capítulo 3 proporciona algunas áreas seleccionadas de ingeniería que muestran cómo las innovaciones asociadas con las tecnologías emergentes pueden enfrentar los desafíos clave y ayudar a lograr los ODS. Las áreas de trabajo incluyen la pandemia del COVID-19, agua limpia y saneamiento, así como asuntos relacionados con la ingeniería hidráulica, emergencia climática, y desastres naturales, energía limpia e ingeniería de minas, y el aprovechamiento de tecnologías emergentes como los macrodatos (big data), la IA y ciudades inteligentes para un desarrollo sostenible. Estas soluciones de ingeniería no conciernen exclusivamente a los medios tecnológicos, también están vinculadas a códigos éticos, normas y estándares para garantizar que las prácticas de ingeniería se lleven a cabo de una manera responsable. También cabe señalar que el Programa de Ingeniería de la UNESCO y los Centros de Categoría 1 y 2 bajo los auspicios de la UNESCO, como el Centro Internacional para la Educación en Ingeniería (ICEE, por sus siglas en inglés),<sup>1</sup> el Centro Internacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

(ISTIC, por sus siglas en inglés),<sup>2</sup> el Centro UICEE para el Aprendizaje Basado en Problemas (UCPBL, por sus siglas en inglés)<sup>3</sup> y otros, juegan un papel particularmente vital en la promoción de las innovaciones de ingeniería para los ODS.

### La ingeniería para el combate del COVID-19 y la mejora de la atención médica

Los ingenieros participan activamente en la lucha contra el COVID-19 a través del uso de tecnologías avanzadas, que incluyen dispositivos médicos de diagnóstico y terapéuticos, tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), Internet de las Cosas Médicas (IdCM), IA, robótica y fabricación aditiva. Estos esfuerzos han acelerado la capacidad de detectar de forma rápida y precisa la infección viral y han puesto a disposición una cantidad de dispositivos de soporte vital complejos, como ventiladores, y dispositivos de imágenes y monitorización, así

<sup>1</sup> International Centre of Engineering Education, Tsinghua University, China.  
<sup>2</sup> The International Science, Technology and Innovation Centre, Malaysia.  
<sup>3</sup> The UICEE Centre for Problem-Based Learning, Aalborg University, Denmark.



como aislamiento eficiente, rastreo de contactos y el análisis de macrodatos, que ofrecen asistencia oportuna dentro del ecosistema de la atención médica. Muchos ingenieros biomédicos están actualmente enfocados en la mitigación de la pandemia, mientras la meta global es mejorar la atención médica para alcanzar los ODS mediante la implementación de avances tecnológicos para ayudar al diagnóstico rápido, el tratamiento y la rehabilitación de pacientes, mientras se alcanza una mayor precisión a costo más bajo para el bienestar de todos.

## La ingeniería del agua para el desarrollo sostenible

El agua, como un prerrequisito para la vida, reviste una importancia especial en términos del desarrollo sostenible. Los problemas mundiales del agua, incluidas las sequías e inundaciones, la contaminación ocasionada por eventos naturales y antropogénicos como lluvias extremas, elevación del nivel del mar y ríos, incendios forestales y efluentes domésticos e industriales no tratados, son desafíos globales clave que requieren una gestión adecuada y eficiente con el fin de satisfacer la creciente demanda de agua limpia.

La estrecha relación entre la salud humana y el bienestar de las comunidades con acceso a agua limpia es un factor determinante para el desarrollo económico y social de la sociedad. A pesar del hecho que el derecho a agua potable segura y limpia y al saneamiento fue reconocido como un derecho humano por las Naciones Unidas en el 2010, todavía hay desafíos importantes para garantizar la implementación plena, especialmente en los países menos desarrollados. Hoy, el agua limpia ha ganado atención sin precedentes en la política pública en un esfuerzo por contener la propagación del COVID-19. Históricamente, los ingenieros civiles y ambientales han jugado un papel prominente en el diseño y construcción de grandes proyectos de infraestructura que proporcionaron

agua limpia y sistemas de saneamiento adecuados. El progreso significativo en ingeniería del agua y ambiental en las décadas pasadas condujo al desarrollo de tecnologías de agua nuevas y más eficientes, como la oxidación avanzada, adsorción, ósmosis inversa y nanofiltración y de ultrafiltración por membrana utilizadas para eliminar sustancias prioritarias en el tratamiento avanzado del agua. Además, las innovaciones en disciplinas de la ingeniería, como la aeroespacial, satelital, electrónica e ingeniería de computación, y tecnologías de sensores remotos, contribuyen a la identificación de tendencias en el ciclo del agua que son de primordial importancia para la evaluación integral de los impactos cuantitativos y cualitativos del cambio climático relacionados con el agua.

Los cambios hidrológicos inducidos por el cambio climático presentarán desafíos a la gestión sostenible de los recursos del agua. Tales recursos ya están bajo presión severa en muchas regiones del mundo, y estos desafíos agravarán aún más la situación en regiones que ya experimentan escasez de agua y generarán escasez de agua en regiones donde los recursos del agua todavía son abundantes. La ciencia de la hidrología brinda conocimiento práctico e información acerca de los flujos, transporte y gestión del agua, que están intrínsecamente vinculados a las aplicaciones de ingeniería. Desde 1930, el desarrollo de la ciencia hidrológica como un campo separado de la investigación científica coincidió con un enorme aumento en el desarrollo de infraestructura de ingeniería hidráulica durante las siguientes cuatro décadas. Además, el rápido aumento en el desarrollo de infraestructura hídrica desencadenó aplicaciones de ingeniería a través del mundo, lo que supone que la hidrología y la ingeniería se desarrollan esencialmente de manera conjunta.

## La ingeniería para emergencias climáticas y reducción del riesgo de desastres

El diseño, la construcción y la gestión de infraestructura deben adaptarse para abordar los desafíos relacionados con el clima y apoyar la implementación de acciones de adaptación o correctivas. La actualización de códigos, normas y directrices nacionales y la mejora de los servicios del clima brindan la ruta para que los ingenieros aborden los riesgos de la infraestructura asociados con el cambio climático.

Los países pueden identificar, comprender y gestionar los riesgos del cambio climático priorizando la planificación y acciones de adaptación, incluidos los procedimientos de implementación operativa y mantenimiento que amplíen la vida de las infraestructuras que se encuentran en riesgo crítico de falla. La UNESCO juega un papel vital en el desarrollo de una cultura global de resiliencia, operando en la interfaz entre las ciencias naturales y sociales, la educación, la cultura y la comunicación, y ayudando a países a desarrollar capacidades para la gestión de desastres y el riesgo climático.



Kurniawan Rizqi/Shutterstock.com

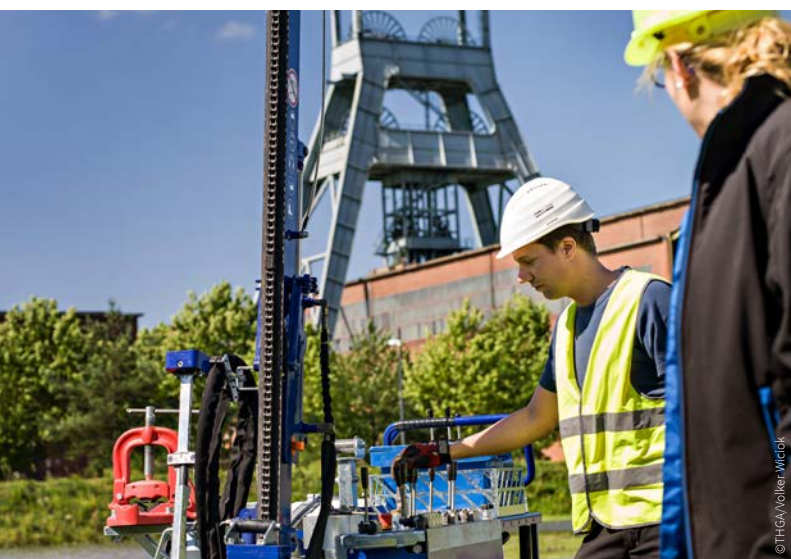


## La ingeniería para energía limpia y asequible

La energía sostenible es esencial para enfrentar los desafíos planteados por el cambio climático y el desarrollo sostenible. La energía está inextricablemente vinculada con transiciones en nuestras sociedades y economías, sea en términos de estilo de vida, alimentos y transporte, y también es el corazón de la transformación de los sistemas de producción que incluye el desarrollo de fuentes de energía de baja emisión de carbono. En este sentido, la pandemia de COVID-19 ha puesto el centro de atención en la importancia de los sistemas de energía inclusivos y resilientes.

## Tecnologías sostenibles de minería para el futuro

La minería puede contribuir de manera positiva a la realización de los 17 ODS, pero para lograr esto, la industria tiene que reinventarse. Durante los últimos 30 años, se ha desarrollado una amplia variedad de visiones, objetivos, métodos, tecnologías, procesos y otras medidas para mejorar la aplicación de actividades sostenibles de minería.



## Macrodatos, inteligencia artificial y ciudades inteligentes

La disponibilidad de grandes cantidades de datos heterogéneos de múltiples fuentes ha crecido en una forma exponencial, lo que hace imperativo formular estrategias y desarrollar procesos y algoritmos, como la IA, para analizar de forma eficiente grandes conjuntos de datos, abriendo nuevas oportunidades para los investigadores, ingenieros y emprendedores a través de una amplia variedad de campos. Los sistemas de macrodatos incorporan muchas tecnologías en evolución y habilidades que incluyen conocimiento del dominio, análisis de datos,



conocimiento estadístico y destrezas avanzadas de visualización de datos. Se ha aceptado ampliamente el potencial transformador de los macrodatos en la atención médica, la administración del sector público, venta al menudeo y la vida diaria.

Para los ingenieros, los resultados del análisis de macrodatos serán especialmente relevantes en campos como el mantenimiento predictivo y preventivo, en diseño de productos y en diseño estructural, entre otras áreas, llevando a una gestión de proyectos más eficiente y mayor rentabilidad en el contexto del desarrollo sostenible. Sin embargo, el tremendo potencial de los macrodatos solo se puede desatar mediante tecnologías de IA relevantes. Estas constituyen el centro de la Cuarta Revolución Industrial, impactando a todos los aspectos del desarrollo económico y social, desde la fabricación avanzada, suministro de energía, transporte, atención médica y agricultura hasta clases diferentes de comercio, servicios sociales y funciones domésticas. La IA y los macrodatos pueden empoderar a la ingeniería para los ODS, pero también hay consecuencias negativas en términos de privacidad y seguridad, entre otras cosas. Es por lo tanto responsabilidad de los ingenieros ejercer una conducta responsable cuando se ocupen de la IA y los macrodatos para el beneficio de todas las personas y el planeta.

Los macrodatos y la IA deben trabajar de manera conjunta para ayudar a construir comunidades y ciudades más resilientes alrededor del mundo, que enfrenten los abrumadores desafíos de la creciente congestión, la degradación de la calidad del aire, la insuficiente disponibilidad del agua, la ausencia de la eliminación y gestión adecuadas de desechos, inquietudes en salud pública, mayores índices de delincuencia, y así sucesivamente. La aplicación de tecnologías inteligentes está cambiando la naturaleza y economía de la infraestructura requerida para hacer frente a estos desafíos urbanos. En cierto modo, esto abre también enormes oportunidades para que futuros ingenieros y tecnólogos creen nuevas ideas para implementar aplicaciones rentables en el amplio e integral desarrollo de ciudades, a la vez que se mejora la calidad de la vida urbana. *El Informe Global de Desarrollo Sostenible 2019* de las Naciones Unidas, también identifica el desarrollo urbano como un punto de entrada esencial para la implementación integrada de los ODS.

## Educación en ingeniería y desarrollo de capacidad como la clave para posibilitar que la ingeniería alcance los ODS

4



Gorodenkoff/Shutterstock.com

A pesar de la importancia social y económica de los ingenieros, existe una creciente preocupación que la disminución en las matrículas en estudios de ingeniería tendrá consecuencias para el desarrollo futuro. La Iniciativa de Ingeniería de la UNESCO está abordando esta inquietud a través de sus alianzas con sociedades profesionales de ingeniería como la Federación Mundial de Asociaciones de Ingeniería (WFEO, por sus siglas en inglés) y aquellas con un enfoque educativo, así como industrias y sociedades civiles para promover “La educación en ingeniería y el desarrollo de capacidades”, el tema del Capítulo 4. Este capítulo expone la necesidad de desarrollar un marco global de normas. Explica cómo el desarrollo de capacidades en ingeniería es un proceso continuo, comenzando en la escuela, continuando con el aprendizaje de nivel superior con programas formales, y luego a través de la carrera profesional completa de un ingeniero, tecnólogo o técnico desde la óptica del desarrollo profesional de toda la vida con el fin de mantener el ritmo con el rápido crecimiento en el conocimiento y destrezas conexas.

Formar ingenieros para la implementación de los ODS requiere no solo nuevas competencias, incluido el aprendizaje y pensamiento creativos, solución de problemas complejos, colaboración interdisciplinaria e internacional, y un código de ética, sino además un cambio en la educación en ingeniería misma. Se necesita un cambio de la ruta académica, técnica, centrada en el conocimiento de hoy en día a un enfoque interdisciplinario

mucho más amplio al aprendizaje, y de un enfoque centrado en el profesor a uno que sea más centrado en el estudiante y basado en problemas. Requerirá construir un enfoque estructurado, con su aseguramiento de la calidad y acreditación relacionados, para promover el aprendizaje de toda la vida y el desarrollo profesional.

Las revisiones periódicas de los atributos y competencias profesionales de los graduados que involucran a muchas partes interesadas ayudarán a guiar la educación en ingeniería para satisfacer las demandas cambiantes del desarrollo sostenible, a la vez que se necesita un sistema global de acreditación para ayudar a garantizar cantidades suficientes de ingenieros de alta calidad capacitados para llevar a cabo prácticas de ingeniería para implementar los ODS y ayudar a los ingenieros a trabajar más allá de las fronteras nacionales. El desarrollo profesional continuo puede jugar un papel fundamental en la adaptación de los ingenieros a las innovaciones tecnológicas y nuevos métodos de trabajo que respondan mejor al compromiso de los ingenieros con la sociedad. A este respecto, los sistemas de certificación profesional son de primordial importancia, que reconozcan las cualificaciones de ingeniería y las competencias profesionales en todo el mundo al establecer un conjunto de requisitos mínimos de conocimientos, destrezas y competencias para la profesión de ingeniería del futuro.



## Fomentando el desarrollo de la ingeniería en las regiones

5



Guiados por la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, los ingenieros en todo el mundo han dado grandes pasos para promover los ODS y mejorar la capacidad de la ingeniería para su logro. El Capítulo 5, “Tendencias regionales en la ingeniería”, brinda una visión de cómo la cooperación interregional ha facilitado el progreso hacia el logro de los ODS, y analiza las tendencias del desarrollo de la ingeniería dentro de los diferentes contextos regionales. Demuestra cómo la ingeniería es, en efecto, un propiciador del desarrollo regional.

Sin embargo, todavía permanecen brechas significativas entre el progreso alcanzado y los objetivos fijados por la Agenda 2030 con los que se han comprometido los Estados Miembros de la ONU. Al analizar estas brechas, resulta evidente que una causa importante es la ausencia de capacidad en ingeniería, así como la cooperación internacional, interdisciplinaria e intersectorial para el desarrollo de la ingeniería, entre muchas otras.

El mundo debe superar una gran cantidad de desafíos si se quiere cumplir con los ODS para el 2030, el más grave de dichos desafíos concierne al desequilibrio en el desarrollo entre las diferentes regiones. Esta situación enfatiza la necesidad de una mayor alianza mundial en el desarrollo de la capacidad en ingeniería, especialmente en los países en desarrollo. Este informe reconoce los desafíos para lograr el desarrollo equitativo de la ingeniería en todo el mundo a través de diferentes regiones, y destaca la importancia de la alianza interregional, como se indica en la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, para mejorar “la cooperación Norte-Sur, Sur-Sur y regional triangular e internacional sobre el acceso a la ciencia, la tecnología y la innovación”, “el intercambio de conocimientos sobre términos mutuamente acordados, incluso mediante la mejor coordinación entre mecanismos existentes”, y “el apoyo internacional para la implementación del desarrollo de capacidades efectivas y focalizadas en los países en desarrollo para apoyar planes nacionales y así implementar todos los objetivos de desarrollo sostenible”.

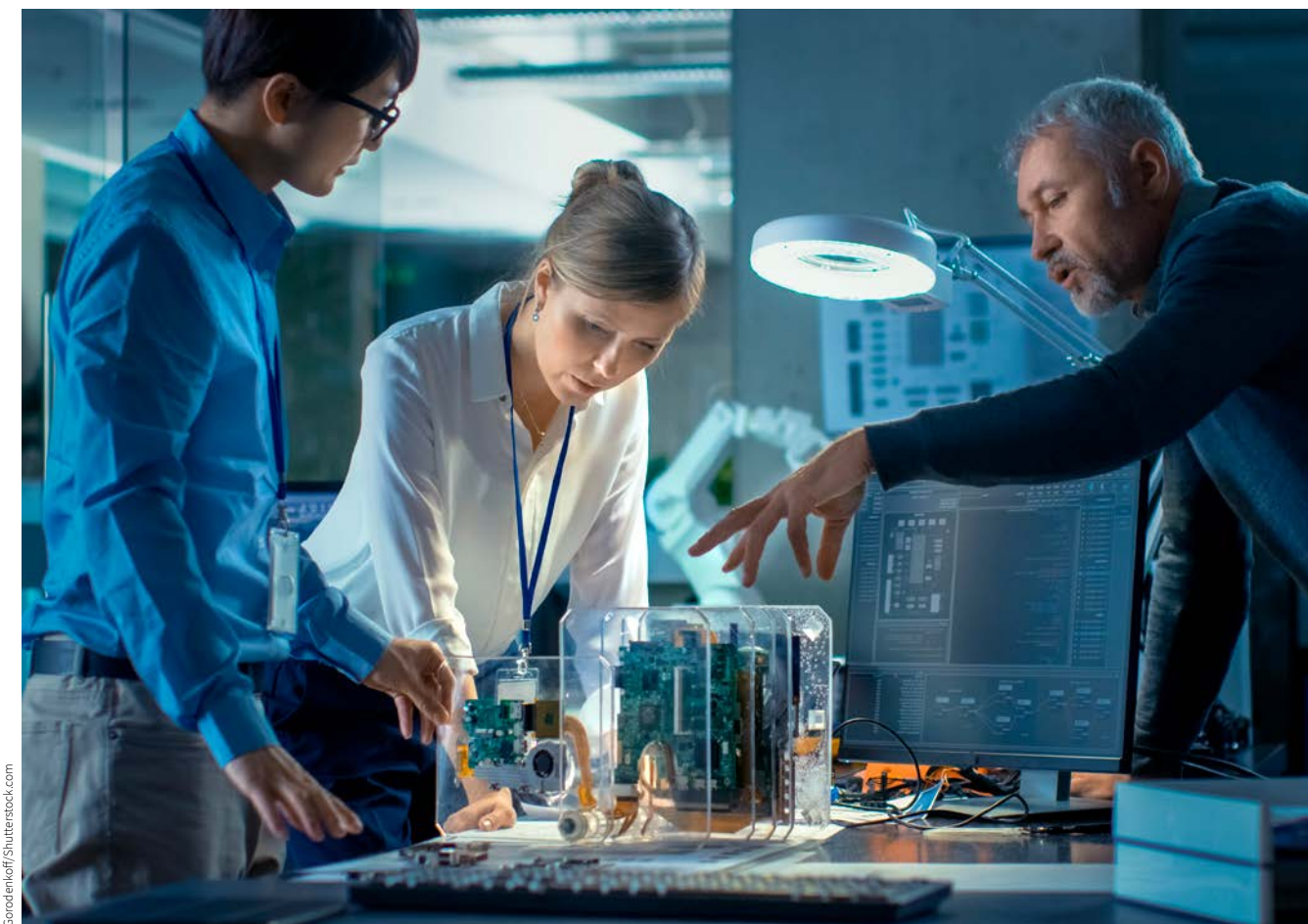


# Conclusión

Ya que el COVID-19 continúa propagándose en todo el mundo, la pandemia ha revelado la contribución polifacética de la ingeniería, y ha sacado a la luz las fallas de las desigualdades alrededor del mundo, siendo la principal falla la enorme y flagrante brecha científica, en ingeniería y digital entre países, particularmente perjudicial para la juventud.

Es a este respecto que este informe puede servir como un punto de referencia para los Estados Miembros. A través de sus programas científicos internacionales e intergubernamentales, las redes de Centros y Cátedras, sus alianzas con diversas organizaciones no gubernamentales, las corporaciones multinacionales e instituciones educativas de ingeniería alrededor del mundo en diferentes disciplinas, la UNESCO fomenta las alianzas interdisciplinarias e internacionales en ingeniería, que son la clave para acelerar la entrega de los ODS. Ninguna disciplina por sí sola puede presentar una solución

para alcanzar los ODS porque todos los objetivos “están integrados, son inseparables y equilibran las tres dimensiones del desarrollo sostenible: el económico, el social y el ambiental”, como se señaló en la Agenda 2030. Por lo tanto, se necesita con urgencia un nuevo paradigma para la ingeniería; uno que vaya más allá de la división tradicional de las disciplinas y que sea inter y multidisciplinario en su enfoque, permitiendo que la ingeniería aborde problemas tan complejos como el cambio climático. Además, los ingenieros deben entender y cumplir con su responsabilidad social mediante la construcción de un mundo más sostenible, resiliente y equitativo para toda la gente, sin dejar a nadie atrás. Los ingenieros deben pensar en una manera que considere cuidadosamente los impactos sociales, y al mismo tiempo estar atentos a los impactos ambientales para reiniciar la salud de nuestra naturaleza y planeta compartidos, y hacer que la ingeniería se convierta en un verdadero factor esencial, igualador y acelerador para la entrega de los ODS.



# Recomendaciones

**Cada capítulo del informe concluye con un conjunto de recomendaciones viables que puedan ser implementadas por los gobiernos, instituciones educativas, organizaciones de ingeniería, la sociedad civil o el sector privado, con la experiencia actualizada de la ingeniería y la comunidad científica. Algunas de las recomendaciones clave se describen a continuación.**

## **Comprender el papel de la ingeniería e ingenieros en el logro de los ODS**

1. El gobierno, los educadores de ingeniería, la industria y las instituciones profesionales de ingeniería deben promover una mayor comprensión del papel crucial que juegan los ingenieros y la ingeniería en la creación de un mundo más sostenible.

## **Igualdad de oportunidades y diversidad**

2. Los gobiernos y formuladores de políticas deben tomar acción urgente para animar a más jóvenes, especialmente chicas, a considerar la ingeniería como una carrera, con el fin de abordar el déficit en el número de ingenieros y para garantizar la diversidad de pensamiento y participación inclusiva esenciales para cumplir los objetivos de desarrollo sostenible.
3. El sector de ingeniería como un todo debe acoger los valores de “no dejar a nadie atrás” de los ODS y garantizar que las soluciones tecnológicas resuelvan las desigualdades actuales.

## **El agua como un problema de sostenibilidad global y estratégico**

4. Se deben abordar los desafíos mundiales esperados del agua relacionados con los impactos de la mayor contaminación del agua y el cambio climático, mientras se saca provecho de los avances de la ciencia, la tecnología y la innovación en áreas como los modelos hidro-ambientales, sistemas de apoyo a las decisiones, microelectrónica, nanotecnología, química fina, biotecnología y tecnología de la información.
5. La relevancia social y ambiental del agua limpia y la naturaleza holística de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible demanda un enfoque integrado y sistemático cuando se trata de las especificidades de cada uno de los 17 ODS que requieren análisis interdisciplinario intensivo y experiencia intersectorial en su implementación.

6. La infraestructura diseñada y basada en la naturaleza debe combinarse con un enfoque de gestión del agua que involucre la participación de las partes interesadas y una adaptación climática ascendente. Es necesario capacitar a los ingenieros en los avances más recientes en hidrología y su relación con la tecnología y las necesidades de la sociedad, con el fin de desarrollar enfoques para la implementación de los ODS y otros objetivos relacionados con el agua.

## **Concienciación sobre el cambio climático y resiliencia**

7. Los países pueden identificar, comprender y gestionar los riesgos del cambio climático al priorizar la planificación y acciones de adaptación, incluso la implementación de procedimientos operativos y de mantenimiento que prolongue la vida de las infraestructuras que: i) estén en riesgo crítico de fallar; ii) le den servicio a un alto nivel de demanda; iii) estén llegando al final de su ciclo de vida; o iv) superen el nivel de tolerancia al riesgo y requieran inversión significativa para la renovación y reemplazo.
8. Se debe prestar especial atención a los países en desarrollo vulnerables en el desarrollo de capacidades para entregar infraestructuras resilientes al clima, actualizando sus códigos, normas y directrices nacionales y desarrollando capacidad en sus servicios climáticos, capacidades de ingeniería y entrega. Se necesita el financiamiento público y privado para invertir en actividades de ingeniería para la prevención y reducción de riesgos de desastres, a través de medidas estructurales y no estructurales con el fin de fomentar la resiliencia. Se debe procurar la cooperación acoplada con la investigación de ingeniería para identificar y brindar soluciones innovadoras, incluidas soluciones basadas en la naturaleza.

## **Recursos naturales y energía sostenible**

9. Para ayudar a alcanzar los ODS, es esencial desarrollar sistemas de energía sostenibles y resilientes. Las políticas y desarrollos en esta área deben basarse en hechos rigurosos y evitar las preconcepciones. Para lograr estos objetivos, todas las opciones de energía están abiertas, dependiendo del contexto nacional. Es importante utilizar criterios económicos simples y transparentes como el costo por tonelada de CO<sub>2</sub> evitado.
10. Se deben implementar y desarrollar tecnologías adecuadas para lograr la sostenibilidad en la minería.

## Datos, IA y ciudades inteligentes

- 11.** Los gobiernos y los propietarios de datos deben hacer que los datos se puedan encontrar con facilidad, sean accesibles, interoperables y reutilizables en una manera ética. Se necesita desarrollar reglas y normas basadas en el consenso global para posibilitar la distribución eficaz de los datos y el intercambio de datos.
- 12.** La seguridad y privacidad de los datos han aumentado en relevancia y deben ser parte del proceso de diseño en todas las etapas del paradigma de los macrodatos. Se debe poner en ejecución la cooperación internacional e interdisciplinaria entre las instituciones académicas, universidades y la industria, así como la sociedad civil a través del mundo para potenciar la innovación de la IA y aplicaciones para la implementación de los ODS. Los gobiernos y la sociedad civil deben promover el diálogo internacional para alcanzar consenso global sobre la gobernanza de la IA, y adoptar principios, directrices y normas globales para la conducta responsable de la IA.
- 13.** Las tecnologías de ingeniería inteligente y las aplicaciones cambian la naturaleza y economía de la infraestructura. Comenzando con la nueva generación de transporte y centros de atención médica, para que la infraestructura resiliente, y las fuentes de energía de baja emisión de carbono, las ciudades inteligentes podrían ser vehículos de innovación basada en objetivos y bancos de pruebas para nuevas aplicaciones y soluciones.
- 15.** La mejora y fortalecimiento de la educación en Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés) en la escuela es la base de la educación superior en ingeniería y el aprendizaje de toda la vida. Además, el tema de “sostenibilidad” debe incluirse en el currículo de todos los establecimientos educativos, desde las escuelas y universidades hasta los departamentos de ingeniería y órganos de capacitación profesional.
- 16.** Los gobiernos deben aumentar su enfoque en los currículos interdisciplinarios, el desarrollo sostenible y las competencias profesionales, combinándolos con modelos de financiamiento que apoyen estas necesidades. Se deben formular criterios nacionales de acreditación y ser acompañados por incentivos y premios a instituciones que cumplan con estos requisitos.
- 17.** Los estudios se deben centrar en el aprendizaje interdisciplinario y de solución de problemas complejos, utilizando un enfoque de aprendizaje centrado en el estudiante, basado en problemas y en línea.
- 18.** Las instituciones de ingeniería, las industrias y la academia deben colaborar para desarrollar e implementar un sistema de certificación profesional de ingeniería para la promoción del desarrollo profesional continuo y el reconocimiento de las cualificaciones de ingeniería y las competencias profesionales en todo el mundo.

## Educación en ingeniería y desarrollo de capacidades para los ODS

- 14.** El gobierno, los educadores de ingeniería, la industria y las instituciones profesionales de ingeniería deben colaborar para financiar y apoyar las estrategias para aumentar el número de ingenieros, introducir un enfoque internacionalmente armonizado para atributos de los graduados en ingeniería y promover competencias profesionales permanentes para garantizar la alta calidad de los ingenieros y cumplir los objetivos de los ODS. Estas referencias deben ser reconocidas en todo el mundo y formar la base de los sistemas nacionales de educación en ingeniería para capacitar a ingenieros con las destrezas adecuadas.
- 20.** La ingeniería es un sector altamente diversificado tanto en entornos educativos como profesionales. Por tanto, se necesita un enfoque común para armonizar las definiciones y registro de datos, lo que también debe reflejar tendencias de diversidad en el sector de ingeniería. Las instituciones gubernamentales y las organizaciones de ingeniería deben reforzar su cooperación para armonizar aún más las normas de la profesión de la recolección y estudio de datos.





Publicado en el 2021 por la **Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura**, 7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France y el **Centro Internacional para la Educación en Ingeniería (ICEE)**, por sus siglas en inglés), bajo los auspicios de la UNESCO, Room 417, Wennan Building, Tsinghua University, Haidian District, Beijing 100084, P.R.China y la **Central Compilation and Translation Press (CCTP)**, Part B Hongru Building, #B-4 Chegongzhuang Street, Xicheng District, Beijing 100044, P.R.China.

© UNESCO 2021  
SC-PCB/2021/ERII/ES



Esta publicación está disponible en Open Access bajo la licencia de Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Al usar el contenido de esta publicación, los usuarios aceptan registrarse por los términos de uso del Repositorio de Acceso Abierto de la UNESCO (<http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en>).

Las designaciones empleadas y la presentación de material a lo largo de esta publicación no implican la expresión de ninguna opinión por parte de la UNESCO concerniente a la situación legal de ningún país, territorio, ciudad o área ni de sus autoridades, o concerniente a la delimitación de sus fronteras o límites.

Las ideas y opiniones expresadas en esta publicación son las de los autores; no son necesariamente las de la UNESCO y no comprometen a la Organización.

Diseño de portada: Abracadabra  
Diseño gráfico: Abracadabra y UNESCO  
Composición tipográfica: UNESCO/Corinne Hayworth  
Impreso en China y Francia