

ENERGÍAS RENOVABLES EN EL DESARROLLO Y FUTURO DE LA SOCIEDAD¹⁵³

RENEWABLE ENERGIES IN THE DEVELOPMENT AND FUTURE OF SOCIETY

Israel Barrutia Barreto ¹⁵⁴

Renzo Antonio Seminario Córdova ¹⁵⁵

Lupita Esmeralda Arocutipa Huanacuni ¹⁵⁶

Ismael Chuquiya Flores ¹⁵⁷

Vanessa Martínez Rojas ¹⁵⁸

Pares evaluadores: Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad - REDIEES.¹⁵⁹

¹⁵³ Derivado del proyecto de investigación: Energías renovables en el desarrollo y futuro de la sociedad

¹⁵⁴ Licenciado en administración de cooperativas, Universidad Nacional Federico Villareal, Doctor en Administración, Pontificia Universidad Católica del Perú, Ocupación (Gerente general), Innova Scientific, correo electrónico: ibarrutia2021@gmail.com

¹⁵⁵ Biólogo, Universidad Nacional de Piura, Magister en biodiversidad, paisaje y gestión sostenible, Universidad de Navarra, Ocupación (Gerente de Innovación y desarrollo), Innova Scientific, correo electrónico: rseminario@alumni.unav.es

¹⁵⁶ Licenciada en educación, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Doctora en Ciencias de la educación, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Ocupación (docente), Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, correo electrónico: lupitaesmeraldaarocutipa@gmail.com.

¹⁵⁷ Ingeniero Industrial, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Doctor en ciencias e ingenierías ambiental, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Ocupación (docente), Universidad Nacional de Juliaca, correo electrónico: chuquijafloresismael@gmail.com.

¹⁵⁸ Licenciada en física, Universidad Nacional de Ingeniería, Maestra en Ciencias con mención en Energías Renovables y Eficiencia Energética, Universidad Nacional de Ingeniería, Ocupación (Investigadora), Innova Scientific, correo electrónico: vmartinez@innovascientific.com.

¹⁵⁹ Red de Investigación en Educación, Empresa y Sociedad – REDIEES. www.rediees.org

La Investigación como Eje de Desarrollo ISBN: 978-958-53472-6-7

DOI: <https://doi.org/10.34893/qd1p-0r09>

15. ENERGÍAS RENOVABLES EN EL DESARROLLO Y FUTURO DE LA SOCIEDAD¹⁶⁰

Israel Barrutia Barreto¹⁶¹, Renzo Antonio Seminario Córdova¹⁶², Lupita Esmeralda Arocutipa Huanacuni¹⁶³, Ismael Chuquija Flores¹⁶⁴, Vanessa Martínez Rojas¹⁶⁵

RESUMEN

El presente capítulo de libro aborda los conceptos básicos de las energías renovables en el progreso y futuro de la sociedad. Para ello, se hizo una búsqueda bibliográfica, además de búsquedas en la página de *The Global Goals*. Las energías renovables se encuentran dentro del ítem 2 del objetivo 7: Energía asequible y no contaminante, es decir, aumentar sustancialmente la intervención de energías renovables en la producción energética mundial; y en el objetivo 13: Acción por el clima de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030. El valor estimado de las energías renovables en la producción mundial eléctrica es del 27.3 %; del cual, 15,9 % corresponde a la energía hidroeléctrica; el 5,9 % a energía eólica, 2,8 % a energía solar fotovoltaica, el 2,2 % de bioenergía, y solamente 0,4 % de energía geotérmica y mareomotriz. Una nueva perspectiva guía hacia la energía hidrocínética obtenida del flujo de los ríos sin necesidad de construir presas, utilizando estructuras submarinas convirtiéndolo en energía mecánica. Se espera que, en el futuro próximo, el aprovechamiento de energía a través de fuentes renovables y usando tecnologías eficientes, juegue un rol importante al servicio de la humanidad. En este sentido, es preciso que cada gobierno explore nuevas fuentes de energía y establezca actuales planes económicos con la finalidad de alcanzar lo más cercano a cero emisiones de carbono.

¹⁶⁰ Derivado del proyecto de investigación: Energías renovables en el desarrollo y futuro de la sociedad

¹⁶¹ Licenciado en administración de cooperativas, Universidad Nacional Federico Villareal, Doctor en Administración, Pontificia Universidad Católica del Perú, Ocupación (Gerente general), Innova Scientific, correo electrónico: ibarrutia2021@gmail.com

¹⁶² Biólogo, Universidad Nacional de Piura, Magister en biodiversidad, paisaje y gestión sostenible, Universidad de Navarra, Ocupación (Gerente de Innovación y desarrollo), Innova Scientific, correo electrónico: rseminario@alumni.unav.es

¹⁶³ Licenciada en educación, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Doctora en Ciencias de la educación, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Ocupación (docente), Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, correo electrónico: lupitaesmeraldaarocutipa@gmail.com

¹⁶⁴ Ingeniero Industrial, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Doctor en ciencias e ingenierías ambiental, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Ocupación (docente), Universidad Nacional de Juliaca, correo electrónico: chuquijafloresismael@gmail.com

¹⁶⁵ Licenciada en física, Universidad Nacional de Ingeniería, Maestra en Ciencias con mención en Energías Renovables y Eficiencia Energética, Universidad Nacional de Ingeniería, Ocupación (Investigadora), Innova Scientific, correo electrónico: vmartinez@innovascientific.com

La Investigación como Eje de Desarrollo ISBN: 978-958-53472-6-7

DOI: <https://doi.org/10.34893/qd1p-0r09>

ABSTRACT

This book chapter addresses the basic concepts of renewable energy in the development and future of society. For this, a search of the scientific literature was carried out, also on the page of The Global Goals. Renewable energies are within item 2 of objective 7: Affordable and clean energy, that is, to substantially increase the share of renewable energies in world energy production; and in goal 13: Climate action of the Sustainable Development Goals (ODs) of the 2030 Agenda. The estimated value of renewable energies in world electricity production is 27.3 %; of which 15.9 % corresponds to hydroelectric energy; 5.9 % to wind energy, 2.8 % to photovoltaic solar energy, 2.2 % to bioenergy, and only 0.4 % to geothermal and tidal energy. A new perspective guides towards the hydrokinetic energy obtained from the flow of rivers without the need to build dams, using underwater structures converting it into mechanical energy. It is expected that, in the near future, the use of energy through renewable sources and using efficient technologies will play an important role in the service of humanity. In this sense, it is necessary for each government to explore new sources of energy and establish current economic plans in order to achieve the closest thing to zero carbon emissions.

PALABRAS CLAVE: Energía renovable, cambio climático, seguridad energética, Agenda 2030, objetivos de desarrollo sustentable.

Keywords: Renewable energy, climate change, energy security, 2030 Agenda, sustainable development goals.

INTRODUCCIÓN

La llamada “crisis del petróleo”, que se dio en el año 1973, genera un interés en los científicos del mundo en buscar nuevas formas de energías alternativas; en este contexto aparecen las energías renovables, que sobresalen en la industria por ser recursos abundantes, inagotables, limpios y amigables con el medio ambiente. Por tanto, las energías renovables tienen el reto de resolver una de las preocupaciones más urgentes que la humanidad afronta: el cambio climático (Nordhaus, 2019), la seguridad energética (IEA, 2014) y la aproximación a los modernos sistemas de energía; lo que implicaría poner en marcha políticas de apoyo eficaz en un amplio número de países en esta década.

Por ello, la asamblea general de la Organización de las Naciones Unidas en el 2015 aprobó la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible, un programa de intervención que beneficia a la Tierra y sus habitantes. Esta agenda esboza 17 objetivos con 169 metas que comprenden la esfera social, ambiental y económica. Las energías renovables están dentro de los objetivos 7 “energía asequible y no contaminante” y 13 “acción por el clima”. El primero tiene entre sus metas aumentar considerablemente la proporción de energías renovables en la matriz energética mundial, mientras que el segundo busca acelerar la descarbonización y la generación de empleos verdes (PNUD, 2015).

Este capítulo de libro muestra el concepto de energías renovables; el consumo per cápita de energía que necesita el mundo; el aporte de la energía eléctrica a la sociedad; los tipos de energías renovables desde la hidroeléctrica, pasando por la mareomotriz hasta obtener energía de la biomasa; la situación actual y el horizonte de las energías alternativas; y por último, la actual situación de las emisiones de anhídrido carbónico (CO₂), y el cumplimiento de la agenda 2030 en los objetivos 8, 9 y 11 principalmente y repercutiendo de alguna forma en los objetivos 1, 3, 10, 12 y 17 (PNUD, 2015).

DESARROLLO

Las energías renovables existen desde que apareció el Sol, ya que es la fuerza impulsora de la vida en la Tierra desde que los primeros microorganismos desarrollaron la capacidad de fotosíntesis hace unos 3 600 millones de años. La energía solar fue captada y

*La Investigación como Eje de Desarrollo ISBN: 978-958-53472-6-7
DOI: <https://doi.org/10.34893/qd1p-0r09>*

almacenada por plantas y luego utilizada por otros sistemas biológicos para convertirse en formas de vida complejas, evolucionando y dando origen al hombre y especies actuales (Cardona, 2018).

Historiadores ambientales han dividido la cronología de la historia humana en dos eras: la era de la energía solar y la era de los combustibles fósiles. La primera abarca desde los orígenes hasta el año 1800, iniciándose con la etapa de actividad de cazadores-recolectores y el dominio de fuego; posteriormente, comprende el inicio de comunidades agrícolas, y a su vez el desarrollo e intensificación de la agricultura (Rindos, 2013). La segunda era comprende la Revolución Industrial, desde 1800 hasta el presente, en la cual se descubrieron y explotaron los combustibles fósiles, en sus inicios el carbón y el vapor; luego el petróleo y el gas natural; así, de este auge llega el período post industrial, aproximadamente desde 1945 hasta la actualidad (Kovalchuk, 2020; Vlachogianni & Valavanidis, 2013).

Energías Renovables

Las energías renovables se derivan de medios naturales que se restauran constantemente de forma natural, como la energía proveniente del sol, de los vientos, de los caudales de ríos, la biomasa y la termoenergía almacenada en la superficie de la tierra (Badii, Guillen & Abreu, 2016; Twidell & Weir, 2015). Estas energías son capaces de satisfacer las necesidades energéticas del hombre, y disminuir el impacto medioambiental que se genera por el uso de combustibles fósiles (Edenhofer *et al.*, 2015; Xu, Ramanathan & Victor, 2018).

Hoy en día, la sociedad humana se encuentra en una encrucijada, una gran preocupación por el medio ambiente, originada por el calentamiento global (Xu *et al.*, 2018) que se aceleró con el uso excesivo de los combustibles fósiles. Sin embargo, crece la necesidad de uso de energías en el mundo debido al aumento de la población, lo que origina el urgente desarrollo tecnológico a partir de energías sostenibles.

Para el Banco Mundial, por sus siglas en inglés *The World Bank*, la obtención de energía eléctrica a partir de medios permutables (%) es la proporción de electricidad generada por energía geotérmica, solar fotovoltaica, solar térmica, mareas, eólica, residuos industriales, residuos municipales, biocombustibles sólidos primarios, biogás, biodiésel,

La Investigación como Eje de Desarrollo ISBN: 978-958-53472-6-7
DOI: <https://doi.org/10.34893/qd1p-0r09>

biogasolina, otros biocombustibles líquidos, biocombustibles primarios no especificados y residuos, y carbón vegetal en la producción total de electricidad, que es el número total en 10^6 kWh generados por centrales, separadas en centrales eléctricas y plantas de cogeneración, incluyendo la energía hidroeléctrica (The World Bank, 2021).

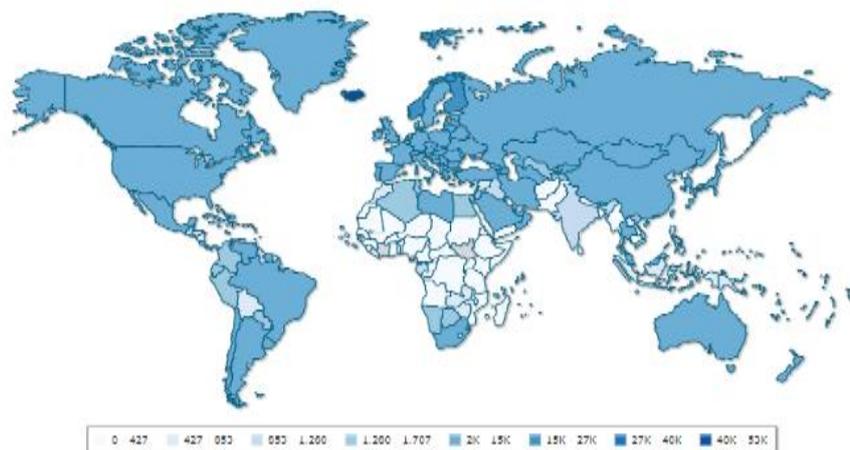
¿Qué Cantidad de Energía Necesita el Mundo?

El aumento de la población mundial, así como el desarrollo económico y social son factores determinantes en el aumento del consumo energético. Además, el aumento de la población asociado a un aumento del consumo de energía es debido esencialmente a los crecientes avances en la tecnología e industrialización, así como al crecimiento de los países en desarrollo, ya que el acceso a la electricidad está siempre asociado a la mejora de las condiciones de vida (Clerici & Alimonti, 2015).

Consumo energético per capita

Es un factor que permite realizar una aproximación a la demanda energética de un país o de una región en particular. Entre los países que presentan mayor consumo energético se encuentran los del hemisferio norte, como se observa en la Figura 1. En el mapa se observa cómo el consumo de electricidad per cápita cambia dependiendo del país. El tono de color coincide con el rango del indicador. Cuanto más oscuro sea el tono de color, mayor será la magnitud (Index Mundi, 2021).

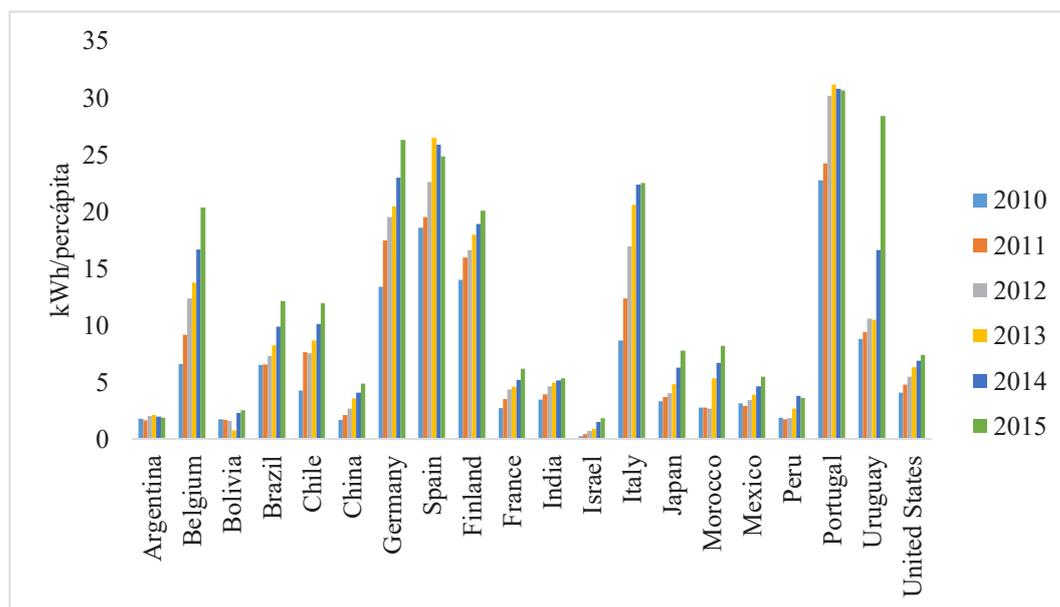
Figura 1. Mapa comparativo de países. Consumo de electricidad per cápita, 2020. Recuperado de Index Mundi (2021)



Cabe mencionar que Perú al 2020 tiene un consumo de electricidad per cápita de 1,398 kWh/hab/año, por encima de Ecuador y Bolivia (Index Mundi, 2021).

La industria eléctrica —a través de medios renovables— en el mundo, incluyendo hidroeléctricas (kWh), desde el 2003 hasta el 2015 manifiesta un crecimiento gradual, pero a partir del 2015 hasta el 2021 no hay mayor información de dicho crecimiento. En la Figura 2 se presenta el consumo de energías renovables en algunos países, desde el 2010 hasta el 2015 según el Banco Mundial. En el Perú se observa el incremento de uso de energías renovables de 1,90 % en el 2010 a 3,59 % en el 2015 representando casi un 50 % de aumento (REN21, 2020; The World Bank, 2021).

Figura 2. Desarrollo del consumo energético de Perú frente a principales países del mundo. Recuperado de The World Bank (2020)



Tomando en cuenta el plan de los países y las políticas de eficiencia energética, se puede observar que Alemania ha aumentado considerablemente el consumo de energías renovables el 2015, así también Brasil, Chile, Bélgica y Uruguay; solo España muestra una disminución que se debe a la crisis económica que tuvo.

Contribución de las Energías Renovables a la Sociedad

El aporte de este tipo de energías a la sociedad es bastante amplio, varía desde métodos de conversión simples o rústicos hasta tecnologías complejas, también varía dependiendo del tipo de fuente a utilizar. En la Tabla 1, se observan las principales formas de energía renovable, opciones de conversión y sus usos.

Tabla 1. Fuentes de energía renovable y su uso

Fuentes de energía	Opciones de conversión y uso de energía
Hidroeléctrica	Generación de energía
Biomasa moderna	Generación de calor y energía, gasificación, pirólisis, digestión

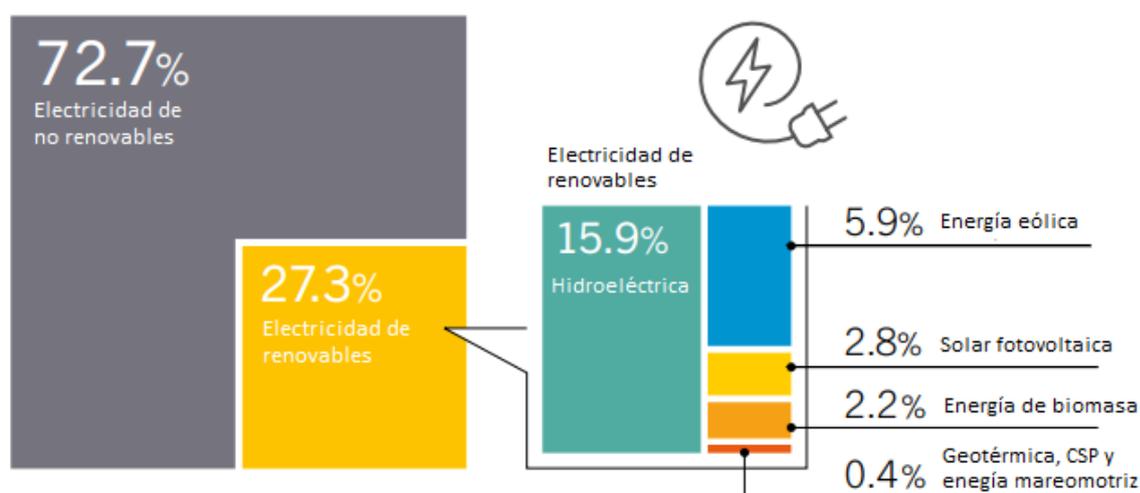
La Investigación como Eje de Desarrollo ISBN: 978-958-53472-6-7
DOI: <https://doi.org/10.34893/qd1p-0r09>

Geotérmica	Calefacción urbana, hidrotermal, generación de energía
Solar	Secadores solares, cocinas solares, calentadores de agua, fotovoltaica, generación de energía térmica
Eólica	Aerogeneradores, molinos de viento, bomba de agua
Del océano	Presas, barreras de marea, turbinas de corriente, ósmosis

Fuente: Adaptado de Panwar, Kaushik y Kothari. (2011).

Las energías renovables participan en un menor porcentaje de la matriz energética global (REN21, 2020), ya que la mayor parte de energía eléctrica producida procede de combustibles fósiles. A finales del 2019 la producción mundial de energía eléctrica fue cerca del 72.7 % utilizando combustibles fósiles y energía nuclear; y 27.3 % por fuentes de origen renovable (Figura 3), en los últimos años este último porcentaje ha ido en aumento, con la finalidad de aminorar la huella de carbono. Asimismo, de la energía producida por medios naturales, el que tiene mayor producción es la energía obtenida por medios hidroeléctricos con 15,9 %, le sigue la energía eólica con 5,9 %; la energía solar con 2,8 %, luego 2,2 % de bioenergía y solo el 0,4 % de energía geotérmica, concentradores solares térmicos (CSP) y mareomotriz (REN21, 2020).

Figura 3. Valor estimado de energías renovables en la producción mundial de electricidad, a finales del 2019. Nota. Adaptado de REN21 (2020)



La Investigación como Eje de Desarrollo ISBN: 978-958-53472-6-7
DOI: <https://doi.org/10.34893/qd1p-0r09>

Energía solar

Es energía proveniente del Sol, obtenida por medio de la radiación electromagnética que llega a la Tierra (menos de 1 %), y se puede utilizar a través de diversos captadores, como celdas fotovoltaicas, colectores térmicos o heliostatos, que permiten su transformación en energía térmica o eléctrica. El uso de la energía solar está en un crecimiento asombroso, por lo que se espera que, para la segunda mitad del presente siglo, llegue a ser uno de los principales recursos de energía (Kabir, Kumar, Kumar, Adelodun & Kim, 2018).

Esta energía puede ser usada de dos formas: (i) directamente en una variedad de aplicaciones térmicas, como calentamiento de agua o aire, secado, destilación y cocción (los fluidos calentados pueden ser usados para aplicaciones como generación de energía o refrigeración); y (ii) de uso directo a través del efecto fotovoltaico, la cual es convertida en energía eléctrica mediante celdas solares fotovoltaicas (Martinez, 2019; Rathore *et al.* 2019). En este sentido, la energía útil puede ser usada con propósitos comerciales y no comerciales a través de todas estas fuentes de energías renovables (Sukhatme & Nayak, 2017).

Energía eólica

Esta energía es producto del movimiento del viento debido a gradientes de presión atmosférica. El viento fluye de regiones de mayor presión a menor presión; entonces, si hay mayor gradiente de presión atmosférica, hay mayor velocidad del viento; y por tanto la mayor energía eólica puede ser capturada, ya sea con turbinas ubicadas en tierra (*onshore*) o en alta mar (*offshore*) para producir electricidad (Nelson & Starcher, 2018). Trae consigo el beneficio medioambiental, por los valores de dispersión de gases de efecto invernadero (GEI) evitados, en contraste con los emitidos en centrales termoeléctricas, que son responsables del 29 % de las emisiones de anhídrido carbónico del planeta (Caminada, 2016).

Desde 1980, los avances en la aerodinámica, dinámica estructural y micrometeorología han contribuido a un aumento anual del 5 % en el rendimiento energético de las turbinas. Se han logrado diversos avances en el diseño de la energía eólica debido al desarrollo tecnológico moderno. Investigaciones actuales están produciendo palas más

fuerres, ligeras y eficientes para las turbinas, disminuyendo el ruido que hacen. Asimismo, la producción anual de energía de la turbina ha aumentado considerablemente (Wagner, 2017).

Bioenergía

La energía de biomasa es una fuente de energía derivada de medios biológicos que incluyen leña, residuos de ganado y agricultura, plantaciones de bosques de corta rotación, cultivos energéticos, los componentes orgánicos de residuos sólidos municipales, y residuos de la industria agroalimentaria (Pedraza-Guevara *et al.*, 2021; Vásquez, Tamayo y Salvador, 2017). A través de una variedad de procesos, estas materias primas pueden ser usadas directamente para producir electricidad o calor, o pueden ser usados para producir combustibles gaseosos, líquidos o sólidos (Rosillo-Calle, 2016).

Una ventaja de la electricidad basada en energía de biomasa es la producción de combustible, el cual es un subproducto, residuo o producto de desecho de las fuentes anteriores; significativamente, no crea una competencia entre la tierra por alimento y la tierra por combustible. La biomasa tiene un gran potencial, que cumple con la finalidad de reducir los GEI y podría asegurar el suministro de combustible a futuro; por ello, se están realizando investigaciones con el fin de cuantificar la tecnología de biomasa global (Mao, Huang, Chen & Wang, 2018).

Energía hidroeléctrica

Es una fuente de energía proveniente de caudales de ríos, que aprovecha el movimiento y la fuerza gravitacional del agua, que cae o fluye de niveles de elevación más altos a más bajos, principalmente para hacer girar turbinas y generar electricidad (Bagher, Vahid, Mohsen & Parvin., 2015; Vásquez *et al.*, 2017). La energía potencial del agua almacenada es la masa del agua, el factor de gravedad ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) y la altura definida como la disimilitud entre el nivel de la presa y la cota del embalse; asimismo, el nivel del depósito cambia en cierta medida hacia abajo cuando se libera agua y se produce la electricidad (Owusu & Asumadu-Sarkodie, 2016). La operación de los embalses

hidroeléctricos a menudo refleja sus múltiples usos, por ejemplo, el control de inundaciones y sequías, riego, agua potable y navegación (Edenhofer *et al.*, 2011).

Energías del océano

Las fuentes oceánicas de energía ofrecen una serie de posibilidades para la generación de energía eléctrica. Actualmente se cuentan con cinco tecnologías diferentes para aprovechar las energías del océano: (i) corrientes marinas, (ii) mareas o mareomotriz, (iii) oleaje o undimotriz, (iv) gradientes térmicos, y (v) gradientes salinos (Melikoglu, 2018).

La energía obtenida de las corrientes oceánicas, reside en la captación de la energía cinética incluida en estas. El procedimiento de obtención es a través de convertidores de energía cinética parecidos a los aerogeneradores llamados turbinas de corrientes, empleando instalaciones submarinas en este caso (IDAE, 2020).

Por otro lado, la energía mareomotriz es disipada por los movimientos de las mareas, que se deriva directamente de la fuerza gravitacional y centrífuga entre la Tierra, su satélite y el Sol (Rourke, Boyle & Reynolds, 2010). Las instalaciones usadas se llaman barreras de marea, que se construyen a lo largo de un río, estuario o bahía, y utilizan la energía potencial de las mareas (Greaves & Iglesias, 2018).

Respecto a la energía undimotriz, esta se obtiene a través del viento que corre sobre la superficie del océano que crea olas, además, en varias zonas del mundo el viento corre con suficiente fuerza y consistencia para generar olas continuas, que contienen un enorme potencial energético. Esta energía de las olas se puede extraer directamente de las ondas superficiales o de las fluctuaciones de presión debajo de la superficie (Melikoglu, 2018).

La energía térmica o de gradientes térmicos, se basa en el aprovechamiento de las diferencias térmicas entre el agua de mar superficial cálida y el agua de mar profunda fría, empleando un sistema para generar energía eléctrica que utilice la diferencia de temperaturas. La energía térmica del océano es pequeña, con un rango de temperaturas de 10 a 25 °C, y la eficiencia térmica del ciclo está en el rango de 3 a 5 %; por lo tanto, la mejora del rendimiento

del sistema es de mucha importancia para su uso comercial (Ikegami, Yasunaga & Morisaki, 2018).

Y la energía de gradientes salinos, es la energía captada por la desigualdad de la concentración de sal entre el agua de los ríos y del mar mediante ósmosis (IDAE, 2020). La tecnología de energía de gradientes salinos (*SGE* por sus siglas en inglés) se encuentra en etapa piloto de desarrollo, actualmente no existe una evaluación completa publicada de sus impactos ambientales. Se han desarrollado dos tecnologías *SGE* a escala piloto y se están considerando para aplicaciones comerciales e industriales: electrodiálisis inversa (RED) y ósmosis retardada por presión (PRO) (Seyfried, Palko & Dubs, 2019).

Energía geotérmica

Es energía térmica que se obtiene de manera natural de la parte interna de la Tierra. El gradiente geotérmico tiene un promedio de 30 °C/km, lo que involucra que haya áreas del interior de la Tierra a las que se puede acceder mediante perforación y donde el gradiente está muy por encima del gradiente promedio (Edenhofer *et al.*, 2011). El calor se extrae de los reservorios geotérmicos utilizando pozos.

De esta manera, los reservorios que de manera natural están adecuadamente calientes y permeables se denominan reservorios hidrotermales, mientras que los reservorios calientes pero que se mejoran con estimulación hidráulica se denominan sistemas geotérmicos mejorados. Una vez extraídos a la superficie, los fluidos de varias temperaturas se pueden usar para generar electricidad y otros propósitos que requieran el uso de energía térmica.

Seguridad Energética y Energías Renovables

La Agencia Internacional de Energía (*IEA* por sus siglas en inglés) entiende por seguridad energética a la disponibilidad continua de fuentes de energía a un precio accesible (Lopez-Bassols, 2018). Dada la interdependencia del crecimiento económico y el consumo de energía, el acceso a un suministro energético estable es de suma importancia para el mundo, y un desafío técnico y monetario, tanto para los estados desarrollados como en

proceso de desarrollo, ya que las interferencias prolongadas generarían serias dificultades económicas y de funcionalidad básica para la mayoría de las sociedades.

Otro atributo de las energías renovables es que se distribuyen uniformemente en todo el mundo en comparación con las fuentes de origen fósil y, en general, se comercializan menos en el mercado. Por tanto, las energías renovables reducen las importaciones de energía y contribuyen a la diversificación del suministro energético; asimismo, reduce la vulnerabilidad de una economía a la volatilidad de los precios. Además, la introducción de energías renovables puede contribuir en el aumento de la fiabilidad de los servicios energéticos, para ser específicos, en áreas que sufren de un acceso insuficiente a la red. Entonces, una matriz diversa de fuentes de energía junto con una buena gestión y diseño del sistema pueden ayudar a mejorar la seguridad energética de un país (NREL, 2018).

Un Horizonte para las Energías Alternativas

Bajo el panorama actual y cumpliendo con algunas de las metas de los objetivos 7 y 13 de la Agenda 2030, se espera reducir la presencia mayoritaria de los combustibles fósiles en la producción energética mundial; actualmente varios países están estableciendo políticas y logrando metas para su transición energética. De esta manera, los 5 países con mayor porcentaje de energías renovables en producción energética son: Costa Rica con 99 %, seguido por Liberia con 73,8 %, luego Noruega con 72,8 %, continúa Gabón con 60,1 %, y Suecia con 56,4 % (REN21, 2020); y así muchos países están realizando esfuerzos notables por aumentar su generación de energía partiendo de fuentes renovables.

Cambio Climático y Energías Renovables

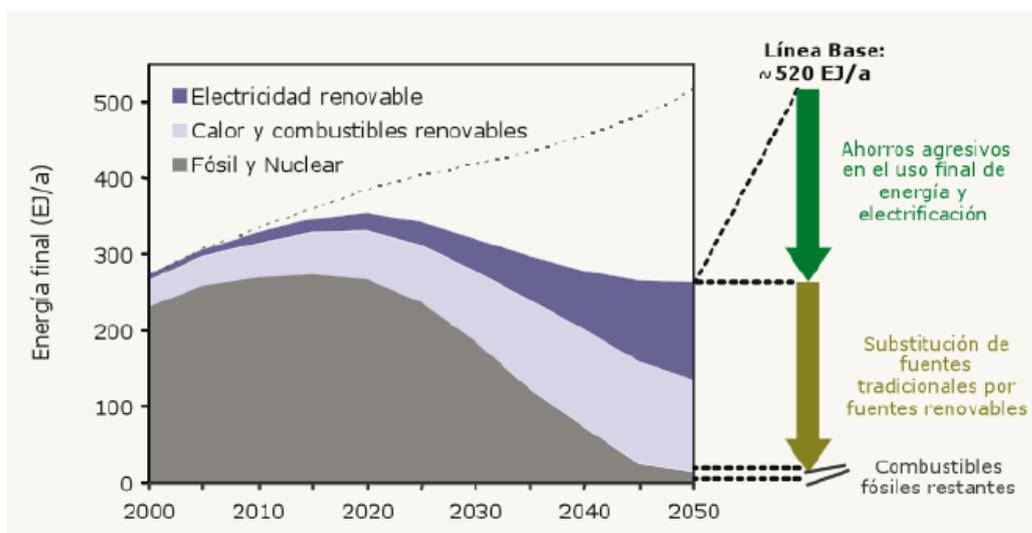
Según el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (*IPCC* por sus siglas en inglés), el cambio climático ocurre debido a cambios internos dentro del sistema climático, en la interacción entre sus componentes, o debido a cambios de fuerza externa, ya sea por razones naturales o por actividades humanas (Edenhofer *et al.*, 2011).

Ya se había previsto al 2020 una reducción drástica de la energía fósil y nuclear de 250 EJ/a, hasta casi desaparecer al 2050; aumentando la energía por calor y combustible renovable (aproximadamente 150 EJ/a) y un notable incremento en oferta de electricidad

La Investigación como Eje de Desarrollo ISBN: 978-958-53472-6-7
DOI: <https://doi.org/10.34893/qd1p-0r09>

renovable en torno de 100 EJ/a. Por tal motivo, es necesario afirmar que, si la inclinación de crecimiento de la oferta de energía final continúa aumentando, lo pronosticado para el 2050 sería solo la mitad, pero se recomienda aplicar una serie de ahorros agresivos en el uso final de energía y electrificación, logrando que la cifra de energía se equilibre a la del año 2000 (Figura 4) (Suárez, 2017).

Figura 4. Evolución y ópticas de la oferta de energía, 2000–2050. Nota. Tomado de Suárez (2017)



Situación actual de las emisiones de CO₂

En la actualidad, el cambio climático es de gran interés para el mundo en general, tanto en debates científicos como políticos. El clima ha ido cambiando, pero lo alarmante es la velocidad del cambio en los últimos años, y es una de las amenazas a las que se enfrenta la Tierra (Fräss-Ehrfeld, 2009; Nordhaus, 2019). Un punto crítico es el aumento irreversible de las temperaturas medias de la atmósfera. Esta tendencia está impulsada por el aumento de concentraciones de emisiones de GEI, principalmente emisiones de CO₂, que se generan por la combustión de combustibles fósiles, produciendo grandes consecuencias para el clima mundial (Edenhofer *et al.*, 2015; Xu *et al.*, 2018).

La abundancia del CO₂ ha aumentado en un promedio de 1,84 ppm/año en los últimos 40 años (1979-2019). Este aumento se está acelerando; mientras que el promedio fue alrededor de 1,6 ppm/año en la década de los 80 y 1,5 ppm/año en la década de los 90. Así, el aumento anual de CO₂ desde el 1 de enero de 2019 al 1 de enero de 2020 ha sido de 2,64 ± 0,08 ppm, mucho más alto que el promedio de las dos décadas anteriores (Earth System Research Laboratories, 2020).

Del mismo modo, los edificios contribuyen considerablemente al calentamiento global. Esto debido a que, a nivel mundial, los edificios usan del 30 al 40 % de toda la energía producida y se atribuyen porcentajes iguales de todas las emisiones de CO₂ (UN Environment Programme, 2020); como resultado, las concentraciones globales de CO₂ actuales son de un aproximado de 416 ppm y sigue incrementándose (Earth System Research Laboratories, 2021). Dada esta situación, los seres humanos tienen la obligación de reducir las emisiones de GEI en alrededor de un 15 % (350 ppm) como mínimo para estabilizar su concentración atmosférica (Laitner, Ehrhardt-Martinez & Knight, 2009).

Análisis Situacional y Perspectivas de las Energías Renovables

Hoy en día, los recientes avances tecnológicos posibilitan, por vez primera, proyectar y construir edificios que generan su propia energía a partir de energía solar, eólica, los desechos forestales y agrícolas, la basura, las mareas y olas del océano, la energía geotérmica e hidroeléctrica; lo que permite cambiar la concepción de los edificios como “centrales eléctricas” (Grazieschi, Gori, Lombardi & Asdrubali, 2020). Las consecuencias económicas y comerciales son vastas y de gran importancia para la industria inmobiliaria y el mundo. Ya que se contará con energía suficiente para satisfacer sus propias necesidades de energía, así como un excedente que se pueda compartir (Rifkin, 2016).

Sin embargo, la inclusión de las energías renovables en construcciones que hagan de centrales eléctricas requiere la inserción paralela de un elemento capaz de almacenar esa energía. Y para maximizar el uso de las energías renovables y minimizar los costos, será preciso desplegar técnicas de acopio que posibiliten la transformación de recursos discontinuos de estas fuentes energéticas en activos confiables. El bombeo de agua

diferenciado, las baterías, y otras técnicas brindan un espacio de reserva reducido; no obstante, existe un recurso de almacenamiento que está ampliamente disponible y es bastante eficaz: el hidrógeno (El-Shafie, Kambara & Hayakawa, 2019; Rifkin, 2019).

El medio que acopia las formas de energía renovable es el hidrógeno, que puede asegurar un abastecimiento constante, confiable y disponible para la producción de energía y para el transporte (Rifkin, 2008). Asimismo, el hidrógeno se extrae de forma directa de cultivos energéticos, desechos forestales y animales, la denominada biomasa, sin pasar por electrólisis (Clark & Rifkin, 2006; El-Shafie *et al.*, 2019).

Además, una forma de contrarrestar los efectos del cambio climático, son las energías renovables, ya que brindan una oportunidad excepcional para mitigar las emisiones de GEI y reducir el calentamiento global por medio de la sustitución de fuentes de energía convencionales (Nadimi & Tokimatsu, 2018; Sanaeepur, Sanaeepur, Kargari & Habibi, 2014; Thellufsen & Lund, 2016). Debido a que son fuentes limpias de energía y el uso óptimo de estos recursos disminuye los impactos ambientales, producen un mínimo de residuos secundarios y son sostenibles en función de las exigencias sociales y económicas, de la actualidad y del futuro.

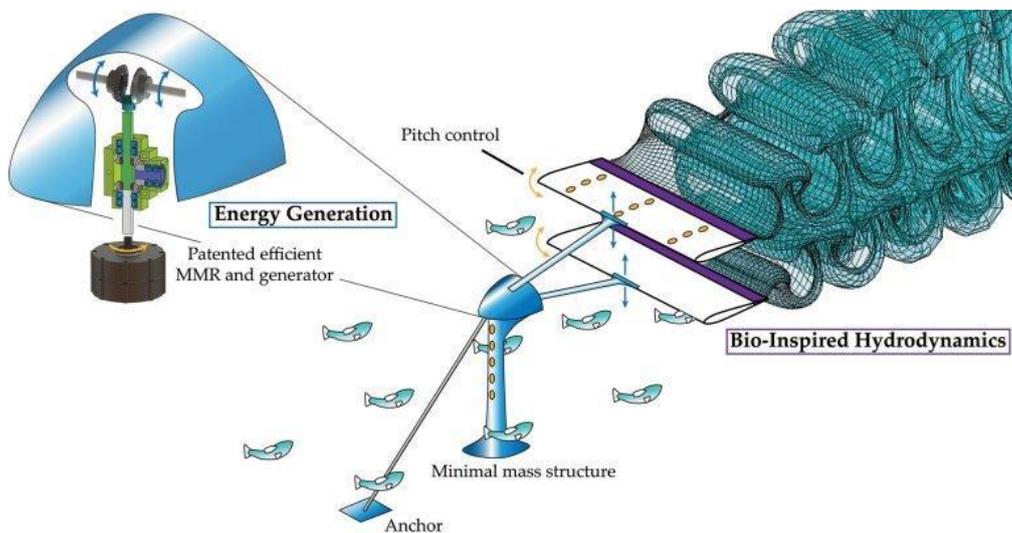
A partir del Acuerdo de París sobre el cambio climático (Lucas, 2017), los países se han comprometido en reducir sus emisiones de carbono para el año 2050 hasta su neutralidad. Un cambio completo a vehículos eléctricos, alimentado por energía renovable, ayudará a reducir considerablemente la polución del aire en las principales urbes del mundo. Asimismo, los transportes eléctricos se están convirtiendo velozmente en medios más económicos y eficientes, y varios países han trazado objetivos para suprimir progresivamente la demanda de automóviles impulsados por combustibles fósiles. Del mismo modo, la energía renovable ahora es más limpia, y usualmente es más económica que los combustibles fósiles (ONU, 2020).

En este sentido, muchos países vienen invirtiendo cada vez más en implementar y desarrollar estas tecnologías. Como muestra de ello, en el 2019 la inversión total en energías renovables ascendió un 2 % en comparación con el 2018, del mismo modo, los costos

continuaron disminuyendo, alcanzando unos \$ 302 mil millones de inversión en todo el mundo; las energías eólica y solar representaron casi la totalidad de dichas inversiones (REN21, 2020). Así, la implementación de estas tecnologías aporta como uno de las metas de la Agenda 2030, la generación de puestos de trabajo (objetivo 8) “trabajo decente y crecimiento económico” (PNUD, 2015).

Tal es el caso de los Estados Unidos, que ha lanzado el proyecto ecológicamente correcto y económicamente viable “Hidrocinética”. La idea de los ingenieros de *Lehigh University*, es explorar la hidroelectricidad sin necesidad de construir presas, utilizando hidro alas inspiradas en las aletas de peces y ballenas para generar electricidad aprovechando la corriente de los ríos. Las hidroaletas son estructuras submarinas que se mueven hacia arriba y hacia abajo con el flujo del agua; este movimiento imita la acción de la aleta caudal de peces y cetáceos, o las aletas de un buceador. El equipo está diseñando un sistema que convierte mecánicamente esta oscilación en movimiento rotatorio, que a su vez impulsa un generador, convirtiendo la energía mecánica del flujo del río en electricidad (Figura 5) (Inovação Tecnológica, 2021).

Figura 5. Sistema de energía hidrocinética bioinspirada. Nota. Recuperado de Inovação Tecnológica (2021).



DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La energía es un requisito en nuestra vida cotidiana y es un medio para mejorar el desarrollo humano que conduce al crecimiento económico y a la productividad. Sin embargo, estudios señalan que también depende del tipo de fuentes de energía del que proviene. El acceso a energía limpia tiene un impacto positivo en las sociedades, mientras que la extracción excesiva de combustibles fósiles junto con el crecimiento de la población, ha generado al mundo serios problemas (Nadimi & Tokimatsu, 2018; Xu *et al.*, 2018). Por ello es necesario una transición energética a fuentes de energías renovables, que por sus características juegan un rol importante en la recuperación del planeta, enmarcándose directamente en el objetivo 7 y 13 de la Agenda 2030, “energía asequible y no contaminante” y “acción por el clima” (PNUD, 2015).

El retorno a las energías renovables no solo ayuda a mitigar el cambio climático, también genera seguridad energética, ya que permite realizar inversiones oportunas para suministrar energía en concordancia con la evolución económica y las necesidades medioambientales sostenibles (Lopez-Bassols, 2018); y además genera nuevos puestos de trabajo asociado (REN21, 2020), contribuyendo así a alcanzar los objetivos 8 y 9 de la Agenda 2030 “trabajo decente y crecimiento económico” e “industria, innovación e infraestructura” (PNUD, 2015).

Sin embargo, se debe destacar que un mundo de energías renovables es factible siempre que parte de esa energía se pueda almacenar; y la manera más adecuada es en forma de hidrógeno, ya que este tipo de energía es irregular; esto es, el sol no brilla constantemente, el viento no siempre corre, el agua discurre en menor cantidad cuando hay sequía, los rendimientos agrícolas varían... (Sukhatme & Nayak, 2017). De esta manera, si no se dispone de energía, no se puede producir electricidad y la economía se paraliza; pero, si una fracción de la electricidad que se produce mientras la energía renovable es abundante, esta se puede utilizar para obtener hidrógeno a partir del agua, y almacenar para su posterior uso, así el mundo tendría un abastecimiento constante de energía (El-Shafie *et al.*, 2019; Rifkin, 2011, 2016). Logrando esta infraestructura se aportaría a los objetivos 9 y 11 de la Agenda

2030 “industria, innovación e infraestructura” y “ciudades y comunidades sostenibles” (PNUD, 2015).

La Investigación como Eje de Desarrollo ISBN: 978-958-53472-6-7
DOI: <https://doi.org/10.34893/qd1p-0r09>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Badii, M., Guillen, A. y Abreu, J. (2016). Energías Renovables y Conservación de Energía (Renewable Energies and Energy Conservation). *Daena: International Journal of Good Conscience*, 11(1), 141-155. Recuperado de <https://bit.ly/3pZKSEC>

Bagher, A., Vahid, M., Mohsen, M. y Parvin, D. (2015). Hydroelectric energy advantages and disadvantages. *American Journal of Energy Science*, 2(2), 17-20. Recuperado de <https://bit.ly/3zqkE2e>

Caminada, R. (2016). *Energías renovables: El desarrollo de la energía eólica en el Perú*. Lima: Universidad San Martín de Porres. Recuperado de <https://bit.ly/2Tyv9A0>

Cardona, T. (2018). Early archean origin of heterodimeric photosystem I. *Heliyon*, 4(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00548>

Clark, W. y Rifkin, J. (2006). A green hydrogen economy. *Energy Policy*, 34(17), 2630-2639. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.06.024>

Clerici, A., & Alimonti, G. (2015). World energy resources. *EPJ Web of Conferences*, 98, 01001. <https://doi.org/10.1051/epjconf/20159801001>

Earth System Research Laboratories. (2020, diciembre). NOAA/ESRL Global Monitoring Laboratory—The NOAA annual greenhouse gas index (AGGI). Consultado el 4 de mayo de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/2R7RC6c>

Earth System Research Laboratories. (2021, febrero). Trends in Atmospheric Carbon Dioxide. Consultado el 4 de mayo de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/3tFb6fx>

Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Minx, J., Farahani, E., Kadner, S., ... Zwickel, T. (2015). *Climate change 2014: Mitigation of climate change*. Cambridge University Press. Recuperado de <https://bit.ly/2TXDehR>

Edenhofer, O., Pichs-Madruga, R., Sokona, Y., Seyboth, K., Matschoss, P., Kadner, K., ... von Stechow, C. (2011). *IPCC Special Report on Renewable energy sources and climate change mitigation*. Cambridge University Press. Recuperado de <https://bit.ly/3gtza1y>

La Investigación como Eje de Desarrollo ISBN: 978-958-53472-6-7
DOI: <https://doi.org/10.34893/qd1p-0r09>

El-Shafie, M., Kambara, S. y Hayakawa, Y. (2019). Hydrogen Production Technologies Overview. *Journal of Power and Energy Engineering*, 7(1), 107-154. <https://doi.org/10.4236/jpee.2019.71007>

Fräss-Ehrfeld, C. (2009). *Renewable energy sources: A chance to combate climate change*. Kluwer Law International.

Grazieschi, G., Gori, P., Lombardi, L. y Asdrubali, F. (2020). Life cycle energy minimization of autonomous buildings. *Journal of Building Engineering*, 30, 101229. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101229>

Greaves, D., & Iglesias, G. (2018). *Wave and tidal energy*. Chichester: John Wiley & Sons. Recuperado de <https://bit.ly/3cL8ZkN>

IDAE. (2020). Energías del mar. Consultado el 2 de junio de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/34GzzHt>

IEA. (2014). Energy Supply Security: The Emergency Response of IEA Countries 2014 – Analysis. Consultado el 3 de mayo de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/33ujZ0P>

Ikegami, Y., Yasunaga, T. y Morisaki, T. (2018). Ocean Thermal Energy Conversion Using Double-Stage Rankine Cycle. *Journal of Marine Science and Engineering*, 6(1), 21. <https://doi.org/10.3390/jmse6010021>

Index Mundi. (2021). Consumo de electricidad per cápita por país—Mapa comparativo de países. Consultado el 4 de junio de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/3irkr92>

Inovação Tecnológica. (2021, junio 1). Energia hidrocínética gera energia sem represar os rios. Consultado el 4 de junio de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/2TziTPK>

Laitner, J., Ehrhardt-Martinez, K. y Knight, C. (2009). *The climate imperative and innovative behavior: Encouraging greater advances in the production of energy-efficient technologies and services*. Recuperado de <https://bit.ly/3eybDfa>

Kabir, E., Kumar, P., Kumar, S., Adelodun, A. y Kim, K. (2018). Solar energy: Potential and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 894-900. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.09.094>

Kovalchuk, J. (2020). Post-industrial modernization: Problems and prospects. En J. Kovalchuk (Ed.), *Post-industrial society: The choice between innovation and tradition* (pp. 1-14). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59739-9_1

Lopez-Bassols, C. (2018). *Energy security—Emergency response for oil in IEA countries*. Presentado en IEA for EU4Energy Policy Forum, Kyrgyzstan. Recuperado de <https://bit.ly/3uKZ7i2>

Lucas, A. (2017). Novedades del sistema de protección internacional de cambio climático: El Acuerdo de París. *Estudios internacionales (Santiago)*, 49(186), 137-167. Recuperado de <https://bit.ly/3iJrudh>

Mao, G., Huang, N., Chen, L. y Wang, H. (2018). Research on biomass energy and environment from the past to the future: A bibliometric analysis. *Science of The Total Environment*, 635, 1081-1090. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.173>

Martinez, V. (2019). Preparation of highly efficient carbon-based perovskite solar cells (C-based PSCs) by screen-printing. *Organic, Hybrid, and Perovskite Photovoltaics XX*, 11094, 110942L. International Society for Optics and Photonics. <https://doi.org/10.1117/12.2531624>

Melikoglu, M. (2018). Current status and future of ocean energy sources: A global review. *Ocean Engineering*, 148, 563-573. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2017.11.045>

Nadimi, R., & Tokimatsu, K. (2018). Energy use analysis in the presence of quality of life, poverty, health, and carbon dioxide emissions. *Energy*, 153, 671-684. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.03.150>

Nelson, V., & Starcher, K. (2018). *Wind Energy: Renewable energy and the environment*. CRC Press.

La Investigación como Eje de Desarrollo ISBN: 978-958-53472-6-7
DOI: <https://doi.org/10.34893/qd1p-0r09>

Nordhaus, W. (2019). Climate Change: The ultimate challenge for economics. *American Economic Review*, 109(6), 1991-2014. <https://doi.org/10.1257/aer.109.6.1991>

NREL. (2018). *Renewable energy to support energy security*. National Renewable Energy Laboratorie. <https://doi.org/10.7930/NCA4.2018.CH4>

ONU. (2020, diciembre 2). La carrera hacia las cero emisiones de gases de efecto invernadero, y por qué el planeta depende de ella. Consultado el 22 de mayo de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/3w67GV9>

Owusu, P. & Asumadu-Sarkodie, S. (2016). A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. *Cogent Engineering*, 3(1), 1167990. <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1167990>

Panwar, N. L., Kaushik, S. C., & Kothari, S. (2011). Role of renewable energy sources in environmental protection: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), 1513-1524. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.037>

Pedraza-Guevara, S., do Nascimento, R., Canteri, M., Muñoz-Almagro, N., Villamiel, M., Fernández-Ponce, M. T., ... Ibañez, E. (2021). Valorization of unripe papaya for pectin recovery by conventional extraction and compressed fluids. *The Journal of Supercritical Fluids*, 171, 105133. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2020.105133>

PNUD. (2015). La asamblea general adopta la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible. Recuperado 22 de mayo de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/3yu7mkJ>

Rathore, N., Panwar, N., Yettou, F. y Gama, A. (2019). A comprehensive review of different types of solar photovoltaic cells and their applications. *International Journal of Ambient Energy*, 0(0), 1-18. <https://doi.org/10.1080/01430750.2019.1592774>

REN21. (2020). *Renewables 2020 Global Status Report*. Paris. Recuperado de <https://bit.ly/3tBoGRk>

Rifkin, J. (2008). *Leading the way to the Third Industrial Revolution and a new distributed social vision for the world in the 21st century*. Foundation on Economic Trends. Recuperado de <https://bit.ly/3gzCbwr>

Rifkin, J. (2011). *The Third Industrial Revolution: How lateral power is transforming energy, the economy, and the world*. Palgrave Macmillan. Recuperado de <https://bit.ly/3gFcLxv>

Rifkin, J. (2016). How the Third Industrial Revolution will create a green economy. *New Perspectives Quarterly*, 33(1), 6-10. <https://doi.org/10.1111/npqu.12017>

Rifkin, J. (2019). *El Green New Deal global: Por qué la civilización de los combustibles fósiles colapsará en torno a 2028 y el audaz plan económico para salvar la vida en la tierra*. Grupo Planeta. Recuperado de <https://bit.ly/3gzCwiH>

Rindos, D. (2013). *The origins of agriculture: An evolutionary perspective*. San Diego: Academic Press.

Rosillo-Calle, F. (2016). A review of biomass energy - shortcomings and concerns. *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*, 91(7), 1933-1945. <https://doi.org/10.1002/jctb.4918>

Rourke, F., Boyle, F. y Reynolds, A. (2010). Tidal energy update 2009. *Applied energy*, 87(2), 398-409. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.08.014>

Sanaeepur, S., Sanaeepur, H., Kargari, A. y Habibi, M. (2014). Renewable energies: Climate-change mitigation and international climate policy. *International Journal of Sustainable Energy*, 33(1), 203-212. <https://doi.org/10.1080/14786451.2012.755978>

Seyfried, C., Palko, H. y Dubbs, L. (2019). Potential local environmental impacts of salinity gradient energy: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 102, 111-120. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.003>

Suárez, E. (2017). *Dependencia energética y energía undimotriz en España: El gran potencial del mar*. España: Universidad de Cantabria. Recuperado de <https://bit.ly/3pjuCxO>

Sukhatme, S. y Nayak, J. (2017). *Solar Energy*. McGraw-Hill Education. Recuperado de <https://bit.ly/3xnNCOj>

The World Bank. (2021). World Bank open data. Recuperado 2 de junio de 2021, de Indicadores. Energía y minería: Consumo energía eléctrica (kWh per cápita). Recuperado de <https://bit.ly/3puye00>

Thellufsen, J. y Lund, H. (2016). Roles of local and national energy systems in the integration of renewable energy. *Applied Energy*, 183, 419-429. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.09.005>

Twidell, J. y Weir, T. (2015). *Renewable energy resources (third edition)*. Routledge, 1-30. Recuperado de <https://bit.ly/3q8OC6R>

UN Environment Programme. (2020, diciembre 16). Building sector emissions hit record high, but low-carbon pandemic recovery can help transform sector – UN report. Consultado el 5 de mayo de 2021. Recuperado de <https://bit.ly/3xWoKP3>

Vásquez, A., Tamayo, J. y Salvador, J. (2017). *La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático*. Osinergmin. Recuperado de <https://bit.ly/3xpHXHy>

Vlachogianni, T. y Valavanidis, A. (2013). Energy and Environmental Impact on the Biosphere Energy Flow, Storage and Conversion in Human Civilization. *American Journal of Educational Research*, 1(3), 68-78. <https://doi.org/10.12691/education-1-3-2>

Wagner, H. (2017). Introduction to wind energy systems. *EPJ Web of Conferences*, 148, 00011. <https://doi.org/10.1051/epjconf/201714800011>

Xu, Y., Ramanathan, V. y Victor, D. (2018). Global warming will happen faster than we think. *Nature*, 564(7734), 30-32. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-07586-5>