

Las patentes verdes como un eslabón para fomentar la innovación en las energías renovables

Green patents as a tool to promote innovation in renewable energies

DOI: <https://doi.org/10.17981/juridcuc.18.1.2022.18>

Fecha de Recepción: 2022/03/15. Fecha de Aceptación: 2022/06/07

Iván Vargas-Chaves 

Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá, D.C. (Colombia)
ivan.vargas@unimilitar.edu.co

Miriam Dermer-Wodnický 

Universidad La Gran Colombia. Bogotá, D.C. (Colombia)
miriam.dermer@ugc.edu.co

Para citar este artículo:

Vargas-Chaves, I. & Dermer-Wodnický, M. (2022). Las patentes verdes como un eslabón para fomentar la innovación en las energías renovables. *Jurídicas CUC*, 18(1), 447–476. DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/juridcuc.18.1.2022.18>

Resumen

El artículo caracteriza el panorama de las energías renovables en el mundo, destacando el papel de la investigación y el desarrollo apalancada en las patentes como una solución a tener muy en el ámbito de la innovación ambiental. Como objetivo propuesto, se busca caracterizar el rol de las patentes verdes como un factor determinante en el ámbito público y empresarial para fomentar la innovación y el desarrollo en el ámbito de las energías renovables. La metodología escogida es de análisis documental, apoyada en una interpretación sistemática de los hallazgos bibliográficos obtenidos luego de realizar una revisión sistemática de fuentes especializadas entre los años 2000 y 2021, tales como artículos, libros de investigación, informes, políticas y normas vigentes en la materia. Como resultados, se llevan a cabo una serie de reflexiones sobre las dificultades y oportunidades que estas aproximaciones y experiencias traen las patentes en materia de innovación ambiental y energías renovables. El aporte del artículo se da en el alcance de las reflexiones planteadas, las cuales se apoyan en aproximaciones teóricas y estudios, entre estos el Informe Awake sobre patentamiento de energías renovables en el mundo. Se concluye, por último, que, si en países en vías de desarrollo como Colombia se incentivan las patentes verdes en la investigación y el desarrollo en energías renovables, se logrará avanzar a grandes pasos hasta situarse a la par de países desarrollados.

Palabras clave: Patentes, patentes verdes; innovación ambiental; energías renovables; gestión ambiental

Abstract

This paper presents a contextualization of innovation in renewable energies in the world. As reflections, the patents are analyzed as a key tool to encourage the definitive transition to the sources of this type of clean energy. The research objective is to characterize the role of green patents as a determining factor in the public and business sphere, to promote innovation and development in the field of renewable energies. The methodology is documentary analysis, supported by a systematic interpretation of the bibliographic findings obtained from the systematic review of specialized sources between 2000 and 2021, such as articles, research books, reports, policies, and current regulations on the matter. As a result, the authors reflect on the difficulties and opportunities of the patents, in the fields of environmental innovation and renewable energy. The original contribution of the paper is presented in the reflections supported by theoretical approaches and reports, including the Awake Report on patenting renewable energies in the world. Finally, it is concluded that if in developing countries, such as Colombia, green patents are encouraged in the research and development of renewable energies, it will be possible to advance to the position of developed countries.

Keywords: Patents; green patents; environmental innovation; renewable energies; environmental management

INTRODUCCIÓN

El concepto de ‘patentes verdes’ es relativamente reciente ([Fabrzi, Guarini & Meliciani, 2018](#)). Contempla el mecanismo clásico de la patente, pero como incentivo a la Investigación, el Desarrollo y la Innovación (I+D+i) de productos, procesos y servicios los cuales impactan en el ambiente, o son por sí mismos, soluciones de sostenibilidad capaces de generar un valor compartido para el inversor e inventor, y para el ambiente y la sociedad como grupos de interés ([Vargas-Chaves, 2020](#)).

Son varios países industrializados los que han venido implementando medidas para fomentar estas innovaciones ambientales ([Bai et al., 2020](#); [Hizarci-Payne, İpek & Kurt, 2021](#)). Se destacan, entre otros, Reino Unido, Alemania, Estados Unidos o Japón, y recientemente, se han sumado economías emergentes, como Brasil o China; países que han venido orientando sus esfuerzos en esta dirección ([Altvater, 2014](#)).

Colombia, por su parte, es un país megadiverso y rico en recursos naturales, pero también gravemente afectado por las industrias y el aprovechamiento indiscriminado de recursos naturales ([Toro, Duarte, Requena y Zamorano, 2012](#)). Esto es un reto, y también una oportunidad para la implementación de iniciativas desde la innovación ambiental.

En el sector energético, desde inicios de la década del 2010 se proyecta un panorama favorable gracias a iniciativas regulatorios y políticas públicas que marcan un camino para la transición energética hacia energías renovables y limpias ([Rueda-Bayona et al., 2019](#)). Sin embargo, la investigación y el desarrollo de nuevos productos y procesos —reflejado en las solicitudes de patentes— no es un escenario muy alentador ([Weyermüller, Neubarth y Quilim, 2021](#)).

El presente artículo, tiene por objetivo caracterizar el rol de las patentes verdes como un factor determinante en el ámbito público y empresarial para fomentar la innovación y el desarrollo en el ámbito de las energías renovables.

Así, tras presentar un panorama del estado actual del patentamiento sobre energías renovables en el mundo, se llevan a cabo una serie de reflexiones sobre las dificultades y oportunidades que este mecanismo de propiedad intelectual ha tenido, tanto en el ámbito de los países desarrollados como en los países en desarrollo. Esto, gracias a la información recopilada por el [Informe Awake \(2019\)](#) sobre patentamiento de energías renovables.

La metodología escogida por los autores, se desarrolla a partir de un enfoque analítico documental basado en aproximaciones teóricas contemporáneas de la innovación, fuentes normativas y doctrinales —teórico-jurídicas— y reflexiones críticas en materia ambiental. Todas se analizaron desde un enfoque sistemático que integró distintas disciplinas del saber.

Para lograr cumplir con el objetivo previsto, se dividió el artículo en cinco apartados. El primero esboza el panorama de las patentes, haciendo especial alusión a las patentes sobre energías renovables. A continuación, se presentan una serie de reflexiones sobre la industria de las energías renovables resaltando sus retos y perspectivas en la segunda parte, antes de dar tránsito a los resultados del citado [Informe Awake \(2019\)](#). El apartado final se refiere al caso de Colombia, dando paso así a unas reflexiones finales a manera de conclusiones.

La metodología de análisis documental escogida, permitió combinar diferentes tipos de métodos socio-jurídicos, desde la revisión sistemática de la literatura recopilada —informes y aproximaciones teóricas— hasta el análisis hermenéutico de la doctrina jurídica y la normatividad vigente en materia de patentes.

Además de la documentación disponible a través de buscadores genéricos, la literatura especializada fue extraída de artículos publicados en revistas académicas indexadas en bases de datos, entre estas el Social Science Citation Index y disponibles en Scopus o WoS-ISI Web of Science. Ello, en el período comprendido entre los años 2000 y 2021.

La elección de las citadas bases de datos se justifica en la consideración de diversos autores, entre estos, [Bravo-Ibarra, León-Arenas, y Serrano-Cárdenas \(2014\)](#) y [Colodetti, Rocha y Randow \(2021\)](#), quienes

coinciden en el rigor científico y el alcance de las revistas indexadas en estas bases de datos. Los artículos estudiados, fueron recolectados desde ecuaciones forzadas y no forzadas de búsqueda con palabras clave —en castellano e inglés— como ‘innovación+ambiental’, ‘eco-innovation’, ‘green+patents’ o ‘energías+renovables’, entre otras. Así, fue posible incorporar textos que evidenciaran enfoques explícitos del tema delimitado.

En total, se obtuvieron 312 documentos que fueron filtrados por las categorías de título, palabras clave y abstract, llegando a un total de 139 resultados. De estos, 50 fueron utilizados dentro del texto, mientras que los 89 restantes les permitieron a los autores contextualizarse en el panorama actual, los balances y las perspectivas de la I+D y las patentes en el ámbito de las energías renovables.

Gracias a este ejercicio, fue posible identificar los retos y oportunidades de los procesos de I+D apalancados en la patentabilidad de productos y procesos dentro de la esfera de las energías limpias, y, como una política de Estado pensada en generar los incentivos eficaces para mejorar las condiciones de deterioro ambiental. De este modo, fue posible concluir que las ‘patentes verdes’ pueden llegar a ocupar un rol clave en la optimización de las condiciones de habitabilidad en el planeta, y en la generación de soluciones de sostenibilidad en sus tres dimensiones: social, económico y ambiental.

DISCUSIÓN

Patentes, I+D+i y energías renovables

Las patentes pueden brindar una idea de los avances tecnológicos, y con ella se puede tomar una radiografía social y económica de las competencias y falencias de un país (Peñasco, Martínez y Del Rio, 2016). Las patentes contribuyen como variable para estudiar el proceso de innovación, ya que entregan datos acerca del estado actual de la técnica sobre distintas áreas del conocimiento. Además, también contribuyen a diagnosticar sus posibilidades de mejora (Vargas-Chaves, 2016).

Quiere decir lo anterior, que las patentes son herramientas jurídicas que coadyuvan en la salvaguarda de los productos y procedimientos desarrollados por inventores y financiados por el sector privado o público, alimentando el acervo científico y tecnológico de la sociedad (Hall, 2004; Ahmadpoor & Jones, 2017). Cuando hay una invención o una mejora técnica o funcional, la patente pone el derecho de propiedad intelectual en cabeza del titular. De esta manera se impulsa la producción, la I+D+i y el comercio tecnológico (Peñasco et al., 2016).

Desde la I+D+i se presentan debates alrededor de la crisis ambiental, de un lado se plantea un escenario en el que los Estados asuman un rol más protagónico a la hora de invertir sus recursos en el desarrollo de productos, procesos y servicios que coadyuven a una mejora en las condiciones de deterioro ambiental del planeta (Vargas-Chaves, Clavijo-Bernal y Sánchez-Rippe, 2020; Urbaniec, Tomala & Martinez, 2021); y del otro lado, posiciones más críticas que reclaman acciones contundentes para combatir los escenarios de riesgo e incertidumbre (Offe, 1990; Gómez, 2010).

En ambos casos, los planes de desarrollo trazados por los gobiernos deben permitir ejecutar políticas para el mejoramiento social, económico y ambiental de los países a partir de la introducción de nuevas tecnologías, esto es, desde la innovación y el desarrollo (Wagner, 2007; Vargas-Chaves y Luna-Galván, 2020; Lanjouw & Mody, 1996).

Por tal motivo, son instrumentos que deben enfocarse a las necesidades básicas y complejas que lleven a la realización de un bienestar pleno. Aquí, las políticas ambientales son el sustrato para el progreso medioambiental de una nación, y si no se toman medidas para mitigar o adaptarse a los daños antropogénicos, la vida como se conoce estará en riesgo.

Otro reto que se proyecta en el ámbito de los planes de desarrollo, es el relacionado con el desarrollo de invenciones y modelos de utilidad patentables que amplíen el espectro de alternativas de combustibles fósiles (Peñasco et al., 2016; Marín-Vinuesa, Scarpellini, Portillo-Tarragona & Moneva, 2020). Ello, dando alcance al

principio de responsabilidad común pero diferenciada, y a las metas propuestas desde la década de los noventa por los Gobiernos de los países desarrollados en materia de innovación ambiental ([Hemmelskamp, 1997](#); [Costantini & Mazzanti, 2012](#)).

El uso de estos combustibles derivados de fuentes de energía no renovables debe reducirse al mínimo, siendo uno de los problemas a solucionar por ejemplo el de los altos costes de desarrollo y producción de las tecnologías verdes versus aquellas utilizadas para la explotación de los combustibles tradicionales ([Barrere, 2016](#)). Este es el caso de los países europeos, y particularmente de Alemania en las últimas dos décadas, los cuales se han trazado metas de transición energética apalancada en la innovación ambiental ([Wagner, 2007](#); [Ghisetti, Marzucchi & Montresor, 2015](#)).

No obstante, es cierto también que, con una economía más estable, los Gobiernos pueden mejorar el presupuesto de inversión en los sistemas de patentamiento de energías renovables ([Fundación EOI, 2010](#); [Rennings, 2000](#)). Por tal motivo, los planes de desarrollo deben no sólo contemplar la inversión en I+D+i, sino además garantizar su propia sostenibilidad financiera en aras de conducir al Estado al cumplimiento de las metas de un desarrollo económico, social y sostenible ([Vargas-Chaves, 2020](#); [Kesidou & Wu, 2020](#)).

Las patentes verdes por supuesto tienen un papel clave, ya que con una mayor I+D+i apalancada en el incentivo de la exclusividad otorgado a través de las patentes sobre productos o procesos, los Estados podrían dar un paso muy importante en la búsqueda de esas soluciones sin tener necesariamente que ‘vaciar’ sus arcas.

Panorama de la industria de las energías renovables

La revolución industrial permitió avances tecnológicos que exigían mayor cantidad de energía; avances que fueron impulsados por el carbón, un combustible biológico que resultó ser eficaz y eficiente para poner a funcionar las máquinas a vapor. Con el paso del tiempo, las condiciones de vida mejoraron, y con ello, se vio la necesidad de rediseñar procesos y productos. Es así como aparece

el motor de combustión interna, que también funciona a partir de un combustible de origen fósil: el petróleo. Esto, de la mano de un modelo de consumo más y, por lo tanto, una mayor demanda energética por habitante (Velasco, 2009).

A su vez, los seres humanos desde tiempos ancestrales han intentado encontrar formas de generar energía, apoyándose en el ambiente y la naturaleza. Un constante aprovechamiento de la energía generación tras generación, el cual sólo varía por condiciones socio económicas, es decir, ‘el que más tiene, más consume’ (Cunningham, 2003; Hernández, Ravina y Chumaceiro, 2020).

El alto gasto de energía y todo lo que implica, trajo consigo consecuencias negativas para el planeta, por ejemplo, el calentamiento global, la extenuación de los combustibles fósiles, etc. (Barrere, 2016; Hernández-Mendible, 2014). Aún al día de hoy, para que la sociedad moderna pueda persistir, necesita de exageradas cantidades de energía, valiéndose de toda clase de combustibles provenientes de fuentes con reservas limitadas (Lund & Hvelplund, 2012).

El combustible fósil al igual que el nuclear es una forma de energía no renovable. Por energía no renovable se entiende aquella que se encuentra en una fuente estática y liberada por el ser humano, a diferencia de la energía renovable que es inagotable, y que se origina del sol, del movimiento de la tierra, del aire, entre otros (Velasco, 2009; Zeppini & Van Den Bergh, 2020).

Este carácter de inagotable, implica una afectación menor al ambiente, destacándose entre ellas la energía solar, la energía eólica, la energía producida a partir de biomasa, la energía geotérmica, y la energía generada a partir de la fuerza de las corrientes marinas o de ríos (Estrada y Arancibia, 2010). Con todo, es preciso advertir que, por ser inagotable, no perjudicar el ambiente, por ser una solución a la crisis de la industria del petróleo, además de otras tantas razones, ha aumentado el comercio de tecnologías que trabajan con energía renovable (Fabrizi et al, 2018; Lanoie, Laurent-Lucchetti, Johnstone & Ambec, 2011).

Tal ha sido el rápido desarrollo de estas tecnologías, que se cree que es uno de los factores por los que se mantiene en el mercado.

Esto, sumado a la reducción de costos de producción, que es favorecida por la elaboración en serie, el escalamiento de la tecnología y las políticas públicas, es que puede afirmarse que estas fuentes de energía han mantenido un ritmo competitivo y, al mismo tiempo, han visto un crecimiento exponencial en el ámbito comercio energético internacional ([Estrada y Arancibia, 2010](#)).

En efecto, al llegar las tecnologías de energía renovable al comercio internacional y por su uso progresivo y gradual, se reduce la dependencia de la energía tradicional —p.ej. la proveniente de los combustibles fósiles—. Por ende, se disminuye la contaminación, aumenta la calidad de vida, y, además, se protege y se hace sustentable el medio ambiente ([Pereira, 2015](#); [Hernández-Mendible, 2014](#)).

La industria ha sido en algunos ámbitos caracterizada a partir del conjunto de actividades las cuales buscan elaborar nuevos productos y que se desarrollan a través de máquinas; usando fuentes de energía diferentes a las que podrían generar el hombre o los animales. Además, puede consistir en innovación tecnológica a partir de la implementación de otras clases de maquinaria, mejoramiento de plantas industriales y una mayor organización industrial para la optimización de recursos ([Korol, 2000](#)).

En cuanto a los sectores y subsectores de las energías renovables, el de las energías solar y eólica son las que más han avanzado a tal punto de consolidarse como opciones a tener muy en cuenta ([Slimane & Rousseau, 2020](#)). Pese a ello, un factor que no les ha permitido hacer parte del podio de las energías en el mundo, tiene que ver el precio del petróleo y de las otras formas de energía no renovable.

Así, si por ejemplo el precio del petróleo es bajo, los países que requieren energía lo compran a un valor reducido y, por consiguiente, el desarrollo tecnológico en materia de energía renovable es afectado por la menor inversión. Ciertamente es que, aunque existen falencias en la adaptación de estas tecnologías, reducen el impacto ambiental y previenen daños en los ecosistemas ([Umbarila, Alfonso y Rivera, 2015](#)). En todo caso, se espera que para el año 2035 las tecnologías que se

asocian a las energías renovables representen la mitad de las fuentes de generación de electricidad en el mundo (International Energy Agency-[IEA, 2019](#)).

Hay que añadir que el crecimiento económico y un aumento en el uso de calefacción y refrigeración en 2018, trajeron consigo el incremento más notable en una década de consumo de energía en el mundo. Tres países, dos de ellos asiáticos —China e India— y uno norteamericano —Estados Unidos—, representan el 70% de ese incremento ([IEA, 2019](#)).

Un dato a tener muy presente es que, al aumentar el gasto de combustibles fósiles para generar energía, aumenta la generación de dióxido de carbono —CO²—, durante este mismo año la emisión de este gas ascendió el 1.7%. Dentro de este contexto, en el transcurso del 2017 las energías renovables suministraron el 10.6% del consumo total de la energía mundial (Renewable Energy Policy Network for the 21st Century-[REN21, 2019](#)).

La energía renovable moderna más utilizada fue la térmica, a un paso de la hidroeléctrica, eólica y fotovoltaica. Aun así, es muy baja la estimación porcentual. Incluso, se sabe que muchos países —la mayoría asiáticos— continuaron en el año 2018 invirtiendo en el suministro energético-carbonífero, sin importar la baja de los precios de las energías renovables y sus prebendas accesorias, como la reducción en la contaminación, el avance en salud pública, la generación de empleo y la tranquilidad ([REN21, 2019](#)).

Otro dato que no debe descartarse en ese panorama, proviene de los Estados Unidos y China, países se ubican en el tope de uso del petróleo y el gas natural como combustibles para la generación de energía ([Lund & Hvelplund, 2012](#)). Con todo, China intenta disminuir la demanda de petróleo por cuanto reconoce la importancia de promover una política de aire urbano puro ([REN21, 2019](#)).

Por otro lado, los subsidios otorgados por los países —USD 300 mil millones en 2017— para la exploración, explotación y la consecuente utilización de combustibles fósiles han permitido una mayor demanda de energía no renovable y, por lo tanto, un choque con el mercado de la energía renovable ([Zeppini & Van Den Bergh, 2020](#)).

Lo anterior sin contar que las empresas cuyo objeto social es la comercialización de energía no renovable, se valen de estrategias desleales para impulsar campañas de desprestigio en contra de las políticas que frenan el cambio climático y el desarrollo sostenible (Slimane & Rousseau, 2020). Es el caso de Venezuela donde se puede observar, de forma clara, la relación existente entre la industria petrolera y los medios de comunicación, tal como lo reseñan González-Ramírez (2015) y Feo y Feo (2013).

Los retos técnicos se suman a los económicos en el proceso de adopción de las energías renovables, un ejemplo claro es la oscilación de temperaturas y la incipiente infraestructura para el suministro de energía térmica renovable; y aunque muchos gobiernos crean conciencia de la importancia de mejorar el medio ambiente, aún son insuficientes los aportes y apoyos que hacen para el progreso (REN21, 2019).

Estado actual del patentamiento en el ámbito de las energías renovables: El Informe Awake 2015-2018

Awake, un *hub* del conocimiento especializado en investigación tecnológica e innovación estratégica, publica periódicamente un informe acerca del patentamiento en el marco de las energías renovables. Este es un informe que se alimenta de las bases de datos de las oficinas de patentes a nivel mundial; principalmente de países alineados en el marco del Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT) de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual-OMPI (1970).

En 2019 este *hub* publicó su más reciente informe a partir del análisis exhaustivo de aproximadamente 95 000 patentes sobre innovaciones sobre energías renovables registradas en los años 2015, 2016, 2017 y 2018 (Awake, 2019). A continuación, se presentarán los principales hallazgos que dan cuenta del estado actual de los procesos de I+D+i en este ámbito.

Según el informe, durante los años 2015-2018 se patentaron 94 255 productos o procesos relacionados con las energías renovables, divididos en aproximadamente treinta mil patentes en el año 2015;

veintisiete mil en 2016; veintitrés mil en 2017, y un estimado de trece mil en 2018 (Figura 1).

Al respecto se puede evidenciar que hubo una reducción significativa y progresiva del número de patentes. Si se traen a colación sólo los años 2015 y 2018 es posible vislumbrar que en el patentamiento de productos de energía renovable hay un decrecimiento de más de la mitad (Informe Awake, 2019).

ENERGÍAS RENOVABLES (94255 PATENTS)

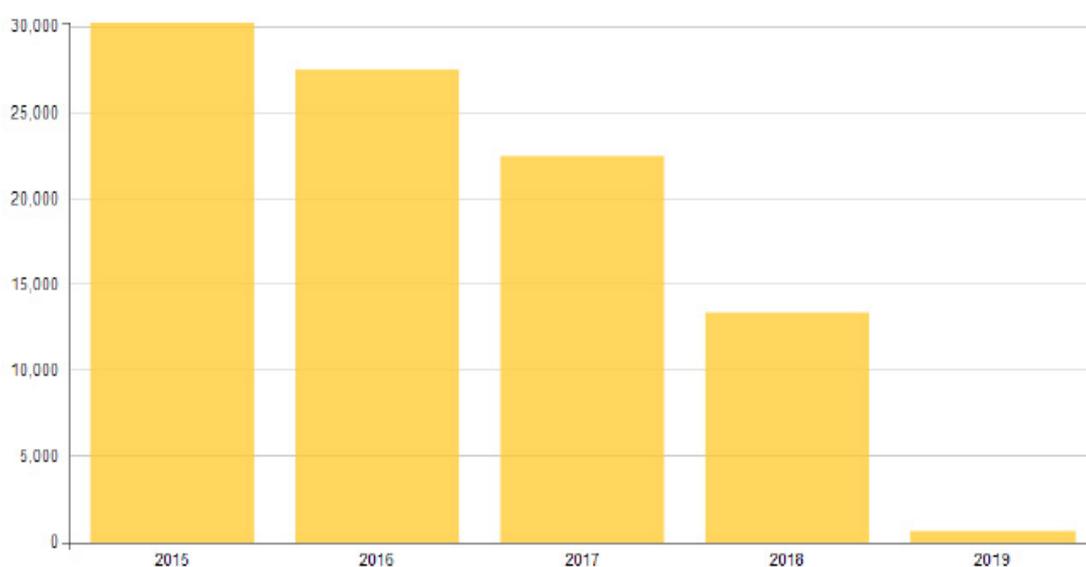


Figura 1. Número de patentes registradas (2015-2019) a nivel mundial.

Fuente: Informe Awake (2019).

Awake, en su informe, da cuenta de los países que durante los últimos cuatro años se han destacado en el registro de patentes asociadas con energía renovable a nivel mundial (Figura 2). En primer lugar, Estados Unidos con un total de 13 754; seguido por Japón, con 11 757; luego Alemania con 11 523; en un cuarto lugar China con 8 127. Es importante mencionar que estos países representan alrededor de la mitad de los registros de patentes en el mundo en este ámbito (Informe Awake, 2019).

ENERGÍAS RENOVABLES (94255 PATENTS)

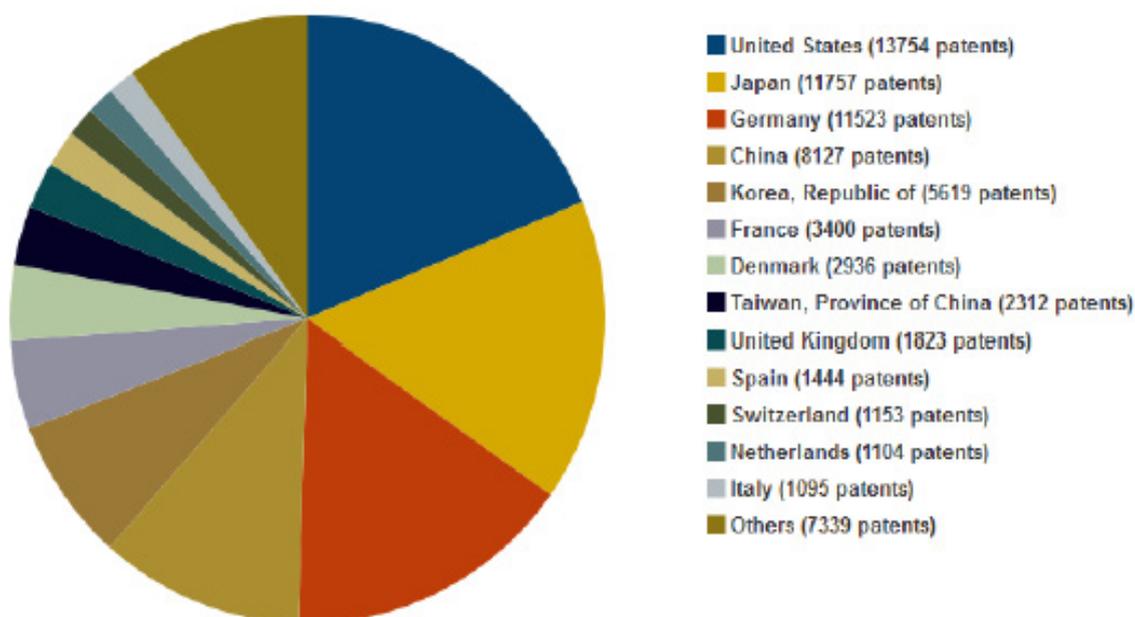


Figura 2. Países líderes en patentar productos en los últimos cuatro años.
Fuente: Informe Awake (2019).

Esta reducción significativa en el número de patentes se explica, tal como se insinuó en líneas pasadas, en el estancamiento de los subsectores de las energías renovables por las razones ya indicadas. Resaltan la falta de inversión pública, así como de motivación en desarrollo e investigación ante los costos ofertados por industrias como el petróleo, y al mismo tiempo una sobre oferta del mercado de energías no renovables.

Para dar alcance a estas afirmaciones, es necesario hacer una remisión al 2018; año en el que se dio un aumento importante en la producción de petróleo en Estados Unidos, y a la par una creciente demanda de este combustible en el continente asiático (Lv, Lien & Yu, 2020). Si bien este último produjo una mayor cantidad entre 2009-2017, la demanda excedió la cantidad de petróleo producido.

Mientras tanto en los continentes africano y americano la demanda por su parte también llegó a sobrepasar los suministros. De hecho, África se ha convertido en el más grande importador de productos refinados en el mundo, mientras que Estados Unidos sigue siendo la refinería más grande, seguida por China, Rusia, India y Japón (IEA, 2019).

Otro país que se incluye en el informe [Awake \(2019\)](#), Alemania, perteneciente a la Organización de Cooperación y Desarrollo Económico-OCDE, redujo la producción de petróleo en 2018, un 4.4% menos que en 2017. Por su parte en Japón la necesidad de este hidrocarburo ha menguado en razón del clima y a que paralelamente plantas nucleares han entrado en funcionamiento en 2018 (IEA, 2019).

Esta información contrastada pese a que no es esperanzadora dadas las dimensiones de la industria del petróleo, y permite ver ‘una luz al final del túnel’ pues en tanto que son países los cuales tienen un lugar destacado en este sector, también lo tienen en el ámbito del patentamiento de las energías renovables. Esto es un claro indicador del inicio de una transición energética hacia estas fuentes limpias.

El Informe [Awake](#) también presenta una radiografía del sector privado en el que la compañía alemana Wobben Properties GMBH (2 178) se destaca por ubicar el primer lugar en corporaciones líderes en el patentamiento de productos/procesos asociados a energías renovables. Es de considerar que, aun cuando entre 2017 y 2018 hubo un significativo retroceso en el número de registros de productos patentados por la alemana, esta sigue siendo líder a nivel mundial ([Figura 3](#)).

Continúa en la lista Vestas Wind System AS (1 741), la danesa especializada en aerogeneradores, que en el periodo comprendido entre 2015-2018 obtuvo 437 patentes menos que Wobben ([Informe Awake, 2019](#)). A continuación, se encuentra la alemana Siemens AG con 1 466 productos/procesos patentados. Estados Unidos aporta su cuota con Gen Electric, que se ubica en el cuarto lugar con 1 390 registros, y, en el quinto puesto, Merck Patent GmbH ubica también a Alemania con 1 028 registros ([Informe Awake, 2019](#)).

ENERGÍAS RENOVABLES (94255 PATENTS)

	2015	2016	2017	2018	2019
WOBBEN PROPERTIES GMBH	563	602	614	399	13
VESTAS WIND SYS AS	496	383	473	479	25
SIEMENS AG	544	370	322	221	12
GEN ELECTRIC	427	398	335	230	2
MERCK PATENT GMBH	306	266	259	198	6
SUNPOWER CORP	284	320	232	148	9
SAMSUNG DISPLAY CO LTD	117	172	266	194	
LG ELECTRONICS INC	147	142	193	204	2
COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE	187	205	136	69	2
PANASONIC IP MAN CO LTD	187	166	143	77	8
TOSHIBA KK	186	177	88	45	1
SENVION GMBH	50	166	136	129	6
LG CHEMICAL LTD	212	147	65	55	3
FUJIFILM CORP	176	121	86	47	6
MITSUBISHI HEAVY IND LTD	164	114	94	46	
SHARP KK	159	128	81	44	2
BASF AG	140	121	80	35	2
LM WP PATENT HOLDING AS	82	86	145	46	8
LG DISPLAY CO LTD	58	63	104	134	
HITACHI LTD	121	101	85	46	

Figura 3. Corporaciones líderes en patentar productos en los últimos cuatro años.

Fuente: Informe Awake (2019).

Aunque existen varias empresas especializadas en patentar productos y procesos a partir de energías renovables —como se puede apreciar en la Figura 3— sólo se enuncian las cinco primeras. Dentro de ese quinteto inicial de la lista suministrada por Awake, se encuentran tres sociedades alemanas, una estadounidense y una danesa. Esto da un indicador del liderazgo asumido por empresas de países diferentes a los americanos y asiáticos.

Por último, pero no menos importante, se relacionan a continuación las tecnologías más patentadas en energías renovables según el informe (Figura 4). En primer lugar, se encuentran los productos y procesos asociados al campo de la semiconducción sensible a radiación infrarroja con un 22% del total de las patentes otorgadas en los últimos cuatro años (Informe Awake, 2019).

ENERGÍAS RENOVABLES (94255 PATENTS)

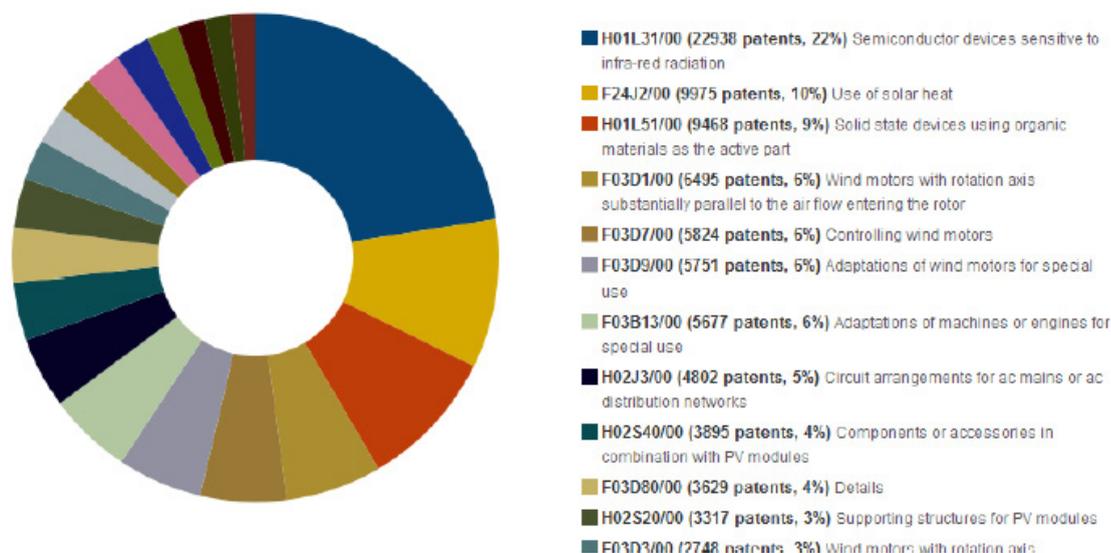


Figura 4. Productos más patentados en los últimos cuatro años.
Fuente: Informe Awake (2019).

La energía solar también tiene una importante acogida con un 10% de registros, seguida de la investigación de componentes con materiales orgánicos como parte activa con un 9%. Otras subáreas que resaltan en este apartado son las de los motores eólicos, las adaptaciones para máquinas de uso especial o los circuitos para distribución de Corriente Alterna-CA entre otros (Informe Awake, 2019).

De los datos anteriores se desprende que, en materia de energía renovable, los productos y procesos patentados en gran medida son originados en el componente aire y asociados a la energía eólica. Las tecnologías con arranque o energía solar también se convierten en una apuesta importante, junto con las invenciones y modelos de utilidad sobre materiales orgánicos y semiconductores sensibles a la radiación infrarroja, los cuales toman ventaja de la energía expelida de todo cuerpo u objeto.

La utilidad del Informe Awake es indiscutible como medio de diagnóstico del estado actual de la innovación ambiental en el mundo. Son varias las organizaciones internacionales y los Estados que toman decisiones a partir de los resultados que periódicamente arroja este importante estudio publicado periódicamente.

El objetivo de este artículo no es el de reflejar el estado actual del patentamiento en el ámbito de las energías renovables en Colombia, ni tampoco establecer puntos de comparación con los países líderes en el Informe Awake, entre estos Estados Unidos, Dinamarca o Alemania, que acaparan un gran porcentaje del patentamiento de productos/procesos asociados a las energías renovables en el mundo. De hecho, Colombia no es referenciada en el citado informe ni como un país líder o un *country to watch* en este ámbito.

Lo que se busca en realidad, tras presentar el anterior panorama, es sentar las bases para una discusión sobre las oportunidades y retos que tiene el derecho y las políticas públicas con miras a mejorar construir un plan de desarrollo acorde —y alineado— con el panorama y estado actual de la I+D+i en energías renovables de los países líderes.

Hablar de patentamiento en Colombia, implica admitir que se tiene un rezago en casi todos los ámbitos del conocimiento. Los instrumentos que facilitan el desarrollo económico y social a través de la I+D+i no han sido muy eficaces, y ponen al país en una posición de rezago con respecto a otros países pares. Apenas se han solicitado, entre los años 2007 y 2017, no más de 3 800 patentes, de las cuales 1 714 han sido concedidas por la Superintendencia de Industria y Comercio (Pardo y Cotte, 2018).

De hecho, a manera ilustrativa sólo en el año 2017 se presentaron ante esta entidad 105 solicitudes de patentes de invención en el sector de electricidad y electrónica. De ellas tan sólo 20 fueron concedidas (Pardo y Cotte, 2018). En tal sentido, se insiste en que no aporta elementos importantes al debate establecer puntos de comparación entre la realidad colombiana versus la de los Estados que destaca el Informe Awake.

En el ámbito de las energías renovables, en Colombia se cuenta con el Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables-Irena, aprobado por la [Ley 1665 \(2013\)](#). Ello muestra la importancia de la implementación e impulso de la energía renovable. Es válido indicar que para inicios de la década del 2010 en Colombia ya se tenía una visión de un desarrollo sostenible y de adaptación al cambio climático. La normatividad vigente, propugnaba por regular la emisión de gases de efecto invernadero, la seguridad energética o el no uso de combustibles fósiles

Así mismo, las fuentes de energía no convencionales, especialmente las renovables, tuvieron un rol protagónico con la [Ley 1715 \(2014\)](#). La apuesta del Gobierno de Juan Manuel Santos era la incentivar un crecimiento económico sostenible, con un enfoque de capacidades para cubrir la demanda energética en el país, con base en los principios de eficiencia y eficacia.

Añade que se quiere fomentar la investigación, desarrollo e innovación de las energías renovables en Colombia, y una manera de hacerlo realidad es con el otorgamiento de incentivos financieros, tributarios y arancelarios para aquellos que inviertan directamente en esta materia.

Con la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2015-2025, que fue parte de las directrices del [Plan Nacional de Desarrollo-PND 2014-2018 \(2015\)](#), la I+D+i como una parte fundamental del progreso social y económico, se convirtió en una prioridad. El ambiente por supuesto se articuló con este discurso, y se proyectaron una serie de incentivos para favorecer el emprendimiento en diferentes ámbitos, entre estos el de las energías renovables.

Señala, a su vez esta norma, que para alcanzar estos fines es fundamental crear un marco jurídico, políticas públicas y herramientas institucionales que lleven a una producción y posterior utilización de la energía renovable en todos los órdenes territoriales —nacional, seccional y local—. Esto último, manteniendo un enfoque de mejora en la capacidad tecnológica para atender las necesidades energéticas de los habitantes de todas las regiones.

En materia de innovación ambiental, teniendo en cuenta la importancia de promover el desarrollo de nuevos productos y procesos en este campo, con la [Ley 1715 \(2014\)](#) se generaron incentivos. Por ejemplo, quien formule propuestas e implementar proyectos de generación y autogeneración de energía renovable, tendrá derecho a descontar el 50% del total de la inversión realizada de su carga impositiva —tributaria—, en no más de 15 años a partir del siguiente año gravable en el cual se llevó a cabo dicha inversión.

Esta norma estipuló adicionalmente que las adquisiciones de máquinas, elementos y demás herramientas que se den en cumplimiento de un proyecto de innovación de fuentes no convencionales de energía, serán exentas de IVA. Es más, en la importación de éstas se evitará el pago de derechos arancelarios.

Con estos incentivos se busca dar participación a los distintos actores en este ámbito, desde las Pymes con la autogeneración a pequeña escala, pasando por las grandes empresas a una escala mayor a través de entrega de excedentes de energía renovable, venta de créditos de energía, programas de divulgación masiva y focalizada, entre otros; hasta quienes inviertan en energía eólica, solar o hidroeléctrica, entre otras.

De lograrse el objetivo propuesto por el Gobierno, Colombia empezaría a proyectarse en indicadores en un mediano y largo plazo en el ámbito mundial. Las empresas, por ejemplo, al tener en cuenta dentro de su objeto social la investigación y el desarrollo —apalancadas en el patentamiento de productos, procesos y servicios— de energías renovables, podrían llegar a valorizarse a partir de utilidades repotenciadas con los incentivos estatales.

Y es que no hay que olvidar que Colombia como estado miembro de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual-OMPI, hace parte del programa permanente de presupuesto para optimizar las capacidades de comercialización, licenciamiento y acceso a la innovación y a las tecnologías verdes dentro de una cadena de valor ([OMPI, 2015](#)). Es una ventaja que los Gobiernos de turno deberían aprovechar.

Por último, es imperante hacer un llamado de atención para alinear las políticas públicas y las normas a una dinámica que incentive la innovación como un verdadero capaz de “entrelazar el conocimiento, los activos y las redes de empresas para transformar ideas, inventos en nuevos procesos, productos y servicios que capturen mercados” (Ramírez, 2012, p. 12).

Por medio de la innovación se pueden conquistar mercados, y a la vez lograr la tan anhelada perdurabilidad para muchos sectores de la economía real. Y, con las tecnologías verdes, se pueden llegar a mejorar sustancialmente las condiciones de un país desde un triple enfoque: social, económico y ambiental, a la vez que aumentar la calidad de vida de todos los individuos como grupo de interés.

CONCLUSIONES

Las patentes de productos, servicios y procesos como incentivos de I+D+i, ayudan a fortalecer el músculo económico de un país. En el ámbito de la innovación ambiental, y particularmente de la innovación en energía eólica, las patentes verdes ayudan además a fomentar un uso racional de recursos en pro del sano funcionamiento del planeta, y a generar una verdadera dinámica de soluciones para el desarrollo sostenible.

La energía renovable, dentro de la esfera productiva de la sociedad, es indispensable para la existencia y perpetuidad del ser humano. Por ello, un planeta devastado por la destrucción de los recursos naturales augura una mala calidad de vida. Con la transición de fuentes de energías convencionales a energías renovables, desde la producción, distribución, comercialización y consumo, se podrán optimizar las condiciones de vida y las expectativas de un futuro en el que todos los eslabones sean sostenibles e interdependientes.

Las patentes verdes como eje motor de la introducción de nuevas tecnologías —materializadas en productos, procesos y servicios— asociados a energías renovable, resultan clave a la hora de proyectar políticas ambientales en los países. Si se logra generar el efecto

de incentivo a partir del derecho de exclusividad, entonces, mejorará todo escenario en el que los inversores e inventores impulsen nuevas y mejores soluciones en el tránsito definitivo hacia las energías renovables.

Las nuevas tecnologías verdes son la salida a la dinámica de deterioro progresivo ambiental actual. Las distintas fuentes de energía renovable —eólica, solar, hidroeléctrica, marítima, etc.— son, a su vez, una nueva oportunidad. Pero para que eso deje de ser una utopía, se deben concentrar los esfuerzos estrategias como incentivar la I+D+i ambiental y en el patentamiento de nuevos productos y procesos asociados a nuevas tecnologías verdes.

Como resultados del artículo se evidencia, a partir de la literatura consultada y del citado Informe Awake, que son varios los países industrializados que han iniciado un proceso de transición hacia las energías renovables, apalancados en la innovación ambiental; entre estos Alemania, Brasil, Estados Unidos, Japón, Reino Unido e incluso China. En estos países, el rol de las patentes verdes ha sido determinante, tanto en el ámbito público como privado, para fomentar la innovación y el desarrollo de nuevos productos, procesos y servicios en este proceso de transición.

En el caso de Colombia, uno de los países más biodiversos en el mundo, las patentes verdes pueden suponer un cambio favorable en la reducción del consumo de energía y en el uso de materias primas no renovables, al mismo tiempo que le generan a las empresas y los innovadores una rentabilidad, producto de la exclusividad otorgada por la patente sobre sus nuevos desarrollos.

Y aunque por otra parte debe admitirse que, pese a que el panorama en el patentamiento de productos/procesos asociados a energías renovables en los últimos años no es muy alentador. Ello resulta ser por sí mismo es un llamado de atención a los Gobiernos, quienes, en su afán de mantener su preponderancia económica, siguen primando la rentabilidad —bajos costos y masificación de las energías no renovables— sobre su responsabilidad social y ambiental con el planeta.

A modo de ilustración, en el artículo se hizo una remisión del caso de Colombia, donde sólo en el año 2017 se presentaron ante la Superintendencia de Industria y Comercio, 105 solicitudes de patentes de invención en los sectores de electricidad y electrónica, de las cuales tan sólo 20 fueron concedidas por esta entidad. Esta baja tasa de patentes parece sorprendente, ya que, en cualquier industria o sector innovador, el sistema de patentes funciona como un incentivo para innovar.

Si los Gobiernos adoptan como estrategia por ejemplo el procedimiento acelerado de registro de patentes para las innovaciones ambientales, esto funcionará como un incentivo adicional. No en vano, las patentes pueden llegar a ser un eslabón clave en este ámbito, en tanto que fomenta las invenciones y los modelos de utilidad que, canalizados en la dirección correcta, pueden llegar a representar verdaderas soluciones a la problemática ambiental actual.

Además, la razón por la cual el sistema de patentes es adecuado para promover la innovación ambiental, se debe a que el sistema se basa en instrumentos jurídicamente vinculantes, como leyes y tratados. En el caso de Colombia, la [Decisión 486/2000/CAN](#) es una norma de derecho supranacional que tiene efecto directo y aplicación inmediata. Esto es un respaldo importante, y también una oportunidad desde la seguridad jurídica que otorga esta norma para la generación de soluciones patentables desde la innovación ambiental.

Así, si un país como Colombia lograr destinar parte de sus esfuerzos a la continua investigación en energías renovables y, si al mismo tiempo, se incentiva la innovación ambiental desde las patentes, entonces avanzará a grandes pasos hasta situarse a la par de países desarrollados. A este propósito será imperativo sumar la importancia de educar a la sociedad para que mantenga conductas tendientes a la preservación de su entorno.

REFERENCIAS

- Ahmadpoor, M. & Jones, B. F. (2017). The dual frontier: Patented inventions and prior scientific advance. *Science*, 357(6351), 583–587. <https://doi.org/10.1126/science.aam9527>
- Altvater, F. (2014). As patentes verdes e o desenvolvimento sustentável/Green patents and sustainable development. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 7(3), 383–398. Disponível em <https://www.revistasuninter.com/revista-meioambiente/index.php/meioAmbiente/article/view/309>
- Awake. (2019). Informe Awake sobre energías renovables 2019. [Awake Report]. Disponible en <https://www.awakelatam.com/>
- Bai, Y., Qian, Q., Jiao, J., Li, L., Li, F. & Yang, R. (2020). ¿Can environmental innovation benefit from outward foreign direct investment to developed countries? Evidence from Chinese manufacturing enterprises. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(12), 13790–13808. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-07819-z>
- Barrere, R. (2016). La investigación y el desarrollo en energías renovables en Iberoamérica: situación actual y tendencias. [Papeles del Observatorio No. 07]. Buenos Aires: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. <http://repositorio.colciencias.gov.co/handle/11146/276>
- Bravo-Ibarra, E. R., León-Arenas, A. P. y Serrano-Cárdenas, L. F. (2014). Explorando las principales ventajas y factores de éxito de la innovación abierta en las organizaciones. *Entramado*, 10(2), 44–59. Disponible en <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/entramado/article/view/3284>
- Colodetti, S., Rocha, E. & Randow, R. (2021). Bibliometric and its Research Methods: A Scopus and Web of Science Database Study. *Revista FSA*, 18(6), 151–168. <http://dx.doi.org/10.12819/2021.18.6.8>

- Comisión de la Comunidad Andina. (14 de septiembre de 2000). Régimen Común sobre Propiedad Industrial. [*Decisión 486*]. Disponible en <http://www.sice.oas.org/trade/junac/decisiones/dec486s1.asp>
- Costantini, V. & Mazzanti, M. (2012). On the green and innovative side of trade competitiveness? The impact of environmental policies and innovation on EU exports. *Research Policy*, 41(1), 132–153. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2011.08.004>
- Cunningham, R. E. (2003). La energía, historia de sus fuentes y transformación. *Petrotecnia*, 7, 52–60. Recuperado de <https://www.ier.unam.mx/~rbb/ERyS2013-1/Historia-Energia.pdf>
- Estrada, C. y Arancibia, C. (2010). Las energías renovables: la energía solar y sus aplicaciones. *Revista Digital Universitaria (UNAM)*, 11(8), 1–27. <https://www.ru.tic.unam.mx/handle/123456789/1809>
- Fabrizi, A., Guarini, G. & Meliciani, V. (2018). Green patents, regulatory policies and research network policies. *Research Policy*, 47(6), 1018–1031. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2018.03.005>
- Feo, C. y Feo, O. (2013). Impacto de los medios de comunicación en la salud pública. *Saúde em Debate*, 37, 84–95. Disponible en <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-673406>
- Fundación EOI. (2010). *La innovación patentada en España en el sector de las tecnologías mitigadoras del cambio climático (1979-2008)*. Madrid: Escuela de Organización Industrial. Disponible en <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/20518/la-innovacion-patentada-en-espana-en-el-sector-de-las-tecnologias-mitigadoras-del-cambio-climatico-1979-2008>

- Ghisetti, C., Marzucchi, A. & Montresor, S. (2015). The open eco-innovation mode. An empirical investigation of eleven European countries. *Research Policy*, 44(5), 1080–1093. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.12.001>
- Gómez, L. (2010). *Economía ecológica. Bases operativas: una ecopolítica*. Bogotá, D.C.: Editorial Universidad Nacional de Colombia.
- González-Ramírez, J. F. (2015). Los medios audiovisuales en Venezuela: propiedad, legislación y el papel de los canales privados. *Temas de Nuestra América. Revista de Estudios Latinoamericanos*, 31(57), 103–125. <https://doi.org/10.15359/tdna.31-57.6>
- Hall, B. (2004). Exploring the Patent Explosion. *The Journal of Technology Transfer*, 30, 35–48. <http://doi.org/10.1007/s10961-004-4356-9>
- Hemmelskamp, J. (1997). Environmental policy instruments and their effects on innovation. *European Planning Studies*, 5(2), 177–194. <https://doi.org/10.1080/09654319708720392>
- Hernández, J. J., Ravina, R. y Chumaceiro, A. C. (2020). Relevance and social responsibility of sustainable university organizations: analysis from the perspective of endogenous capacities. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 7(4), 2967–2977. [https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4\(26\)](https://doi.org/10.9770/jesi.2020.7.4(26))
- Hernández-Mendible, V. (2014). La regulación de las energías renovables en Venezuela. En, L. Moreno, *Regulación comparada de energías renovables* (pp. 175–196). Bogotá, D.C.: Universidad Externado de Colombia.
- Hizarci-Payne, A. K., İpek, İ. & Kurt, G. (2021). How environmental innovation influences firm performance: A meta-analytic review. *Business Strategy and the Environment*, 30(2), 1174–1190. <https://doi.org/10.1002/bse.2678>

- IEA. (2019). World Energy Outlook. [Report]. París: IEA. Available: <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2019>
- Korol, J. C. (2000). *Industria (1850-1914): Nueva historia de la Nación Argentina*. Buenos Aires: Academia Nacional de la Historia.
- Kesidou, E. & Wu, L. (2020). Stringency of environmental regulation and eco-innovation: Evidence from the eleventh Five-Year Plan and green patents. *Economics Letters*, 190, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2020.109090>
- Lanjouw, J. O. & Mody, A. (1996). Innovation and the international diffusion of environmentally responsive technology. *Research Policy*, 25(4), 549–571. [https://doi.org/10.1016/0048-7333\(95\)00853-5](https://doi.org/10.1016/0048-7333(95)00853-5)
- Lanoie, P., Laurent-Lucchetti, J., Johnstone, N. & Ambec, S. (2011). Environmental policy, innovation and performance: new insights on the Porter hypothesis. *Journal of Economics & Management Strategy*, 20(3), 803–842. <https://doi.org/10.1111/j.1530-9134.2011.00301.x>
- Lund, H. & Hvelplund, F. (2012). The economic crisis and sustainable development: The design of job creation strategies by use of concrete institutional economics. *Energy*, 43(1), 192–200. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2012.02.075>
- Lv, X., Lien, D. & Yu, C. (2020). Who affects who? Oil price against the stock return of oil-related companies: Evidence from the US and China. *International Review of Economics & Finance*, 67, 85–100. <https://doi.org/10.1016/j.iref.2020.01.002>
- Marín-Vinuesa, L. M., Scarpellini, S., Portillo-Tarragona, P. & Moneva, J. M. (2020). The impact of eco-innovation on performance through the measurement of financial resources and green patents. *Organization & Environment*, 33(2), 285–310. <https://doi.org/10.1177%2F1086026618819103>

- Pardo, C. y Cotte, A. (eds.) (2018). *Indicadores de Ciencia y Tecnología*. Bogotá, D.C.: OCyT. Recuperado de https://ocyt.org.co/Libro2018_Completo/INDICADORES_OCyT_2018%20Version%2023-07-19.pdf
- Offe, C. (1990). Crisis en el manejo de la crisis: elementos para una teoría de la crisis política. En, J. Keane (Ed), *Contradicciones en el Estado de Bienestar* (pp. 309–335). Madrid: Alianza.
- OMPI. (2015). *Global Challenges Report. Innovation and Diffusion of Green Technologies: The Role of Intellectual Property and Other*. Ginebra: Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. Disponible en <https://www.wipo.int/publications/en/details.jsp?id=3924>
- OMPI. (1970). Tratado de Cooperación en materia de Patentes. [PCT]. Disponible en <https://www.wipo.int/treaties/es/registration/pct/index.html>
- Peñasco, C., Martínez, C. y Del Rio, P. (2016). Patentes “verdes” españolas solicitadas en la Oficina Europea de Patentes: características y cambios de propiedad. [Documento de Trabajo No. 1604]. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Pereira, M. J. (2015). Las energías renovables ¿es posible hablar de un Derecho Energético Ambiental? Elementos para una discusión. *Jurídicas CUC*, 11(1), 221–242. <http://dx.doi.org/10.17981/juridcuc.11.1.2015.10>
- Ramírez, J. (2012). Clúster, una visión alternativa para el desarrollo alternativo. En: M. Rodríguez, (Ed.), *Gestión de clúster en Colombia: una herramienta para la competitividad* (pp. 1–16). Bogotá, D.C.: Universidad de los Andes. Disponible en <http://hdl.handle.net/1992/46607>
- REN21. (2019). *Renewables 2019 Global Status Report*. Bonn: REN21. Available from https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/gsr_2019_full_report_en.pdf

- Rennings, K. (2000). Redefining innovation—eco-innovation research and the contribution from ecological economics. *Ecological Economics*, 32(2), 319–332. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(99\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(99)00112-3)
- República de Colombia. Congreso de la República. (13 de mayo de 2014). Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. [Ley 1715]. Diario Oficial No. 49.150. Disponible en http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html
- República de Colombia. Congreso de la República. (16 de julio de 2013). Por medio de la cual se aprueba el “Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena)”, hecho en Bonn, Alemania, el 26 de enero de 2009. [Ley 1665]. Diario Oficial No. 48.853. Disponible en http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1665_2013.html
- República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación (2015). Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. [PND]. Bogotá, D.C.: DNP. Disponible en <https://www.dnp.gov.co/DNPN/Plan-Nacional-de-Desarrollo/Paginas/Planes-de-Desarrollo-anteriores.aspx>
- Rueda-Bayona, J. G., Guzmán, A., Eras, J., Silva-Casarín, R., Bastidas-Arteaga, E. & Horrillo-Caraballo, J. (2019). Renewables energies in Colombia and the opportunity for the offshore wind technology. *Journal of Cleaner Production*, 220, 529–543. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.174>
- Slimane, F. B. & Rousseau, A. (2020). Crowdfunding campaigns for renewable energy: Success factors. *Journal of Cleaner Production*, 249, 1–29. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119330>

- Toro, J., Duarte, O., Requena, I. y Zamorano, M. (2012). Determining vulnerability importance in environmental impact assessment: The case of Colombia. *Environmental Impact Assessment Review*, 32(1), 107–117. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2011.06.005>
- Umbarila, L. P., Alfonso, F. L. y Rivera, J. C. (2015). Importancia de las energías renovables en la seguridad energética y su relación con el crecimiento económico. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(2), 231–242. <https://doi.org/10.22490/21456453.1419>
- Urbaniec, M., Tomala, J. & Martinez, S. (2021). Measurements and Trends in Technological Eco-Innovation: Evidence from Environment-Related Patents. *Resources*, 10(7), 1–17. <https://doi.org/10.3390/resources10070068>
- Vargas-Chaves, I. (2020). Teoría de la innovación ambiental: lineamientos para caracterizar el capital intelectual ambiental. En I. Vargas-Chaves (Ed.), *Innovación ambiental y análisis de riesgo: dos enfoques para una gestión ambiental moderna* (pp. 23–36). Bogotá, D.C.: Editorial CECAR. <https://doi.org/10.21892/978-958-5547-65-0>
- Vargas-Chaves, I. (2016). *Derecho e innovación ambiental*. Bogotá, D.C.: Editorial Universidad del Rosario. <http://dx.doi.org/10.12804/ga9789587387469>
- Vargas-Chaves, I. y Luna-Galván, M. (2020). El valor compartido de la innovación ambiental: su rol como estrategia de responsabilidad social empresarial frente al cambio climático. En: I. Vargas-Chaves, A. Gómez-Rey & A. Ibáñez-Elam (Eds.), *Escuela de Derecho Ambiental* (pp. 187–205). Bogotá, D.C.: Editorial Universidad del Rosario. <https://doi.org/10.12804/tj9789587843927>

- Vargas-Chaves, I., Clavijo-Bernal, O. y Sánchez-Rippe, J. (2020) El efecto de las patentes en la innovación ambiental: balances y retos. *Jurídicas CUC*, 16(1), 177–196. <https://doi.org/10.17981/juridcuc.16.1.2020.07>
- Velasco, J. G. (2009). *Energías renovables*. Barcelona: Editorial Reverte.
- Wagner, M. (2007). On the relationship between environmental management, environmental innovation and patenting: Evidence from German manufacturing firms. *Research Policy*, 36(10), 1587–1602. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.08.004>
- Weyermüller, A. R., Neubarth, P. E. y Quilim, Y. A. M. (2021). Patentes verdes como forma de adaptación ambiental. *Revista da Faculdade de Direito da UFG*, 45(1), 1–25. Disponible en <https://revistas.ufg.br/revfd/article/view/52941>
- Zeppini, P. & Van Den Bergh, J. C. (2020). Global competition dynamics of fossil fuels and renewable energy under climate policies and peak oil: A behavioural model. *Energy Policy*, 136, 1–42. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110907>

Iván Vargas-Chaves es Dottore di Ricerca de la Università di Palermo (Italia). Doctor en Derecho de la Universidad de Barcelona (España). Máster en Derecho Privado de las Universidades de Salamanca (España), Pública de Navarra (España) y de Venecia Ca' Foscari (Italia). Máster en Derecho de la Università di Genova (Italia). Abogado de la Universidad del Rosario (Colombia). Profesor de carrera e integrante del Grupo de Investigación en Derecho Público de la Universidad Militar Nueva Granada (Colombia). Línea de Derecho Internacional. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6597-2335>

Miriam Dermer-Wodnicky es Máster en Ciencia Política de la Université du Québec à Montréal (Canada). Politóloga de la Universidad Nacional (Colombia). Profesora de carrera y líder del Grupo de Investigación en Teoría del Derecho, de la Justicia y la Política de la Universidad La Gran Colombia (Colombia) en la Línea de Justicia Ambiental. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8749-9024>