

Importancia de las energías renovables en la seguridad energética y su relación con el crecimiento económico.

Importance of renewable energies in the energy security and its relationship with economic growth.

Importância das energias renováveis na segurança energética e sua relação com o crescimento económico.

Lilian Paola Umbarila Valencia¹, Freddy Leonard Alfonso Moreno² & Julio César Rivera Rodríguez³

¹Ingeniera Química, Magister en Docencia e Investigación Universitaria. ²Químico, Especialista en Gestión Ambiental Urbana, Magister en Ingeniería con especialidad en sistemas de calidad y productividad. ³Licenciado en Química, Magister en Docencia de la Química.

^{1,2,3}Facultad de Ingeniería, Corporación Universitaria Minuto de DIOS.

¹lumarila@uniminuto.edu, ²falfonso@uniminuto.edu, ³julio.rivera@uniminuto.edu

Resumen

La creciente demanda de las necesidades sociales a nivel global, impulsada por los hábitos de vida y la forma en la que se organizan las regiones ha llevado al crecimiento paralelo de la industria y con ello al creciente aumento del consumo de energía. Este artículo de investigación reflexiona acerca de la relevancia que tienen las energías renovables para la seguridad energética, teniendo en cuenta la inestabilidad de los precios del petróleo y su influencia en el mercado de los hidrocarburos como fuente primaria de energía. Se evidencian los avances que han tenido las tecnologías de energías renovables a nivel global, regional y local y el rol que juegan en la independencia energética y en la mitigación del impacto ambiental. Se concluye que las naciones deben buscar la optimización de las energías renovables desde los ámbitos: local, regional y global propendiendo por su uso adecuado desde la legislación. El futuro de las energías renovables está dado por la rentabilidad, ya que para que el uso de éstas siga creciendo, deben seguir atrayendo capital lo cual significa que los inversores deben ver una rentabilidad competitiva. Otra recomendación importante

es la integración de la energía renovable en la red, incluyendo fuentes de generación intermitentes e incluso imprevisibles.

Palabras clave: tecnologías, economía, industria, hidrocarburos, cambio climático.

Abstract

The growing demand of the social needs in a global scale, driven by lifestyle habits of life and the way regions are organized has led to the parallel growth of the industry and to the increase of energy consumption. This research article consider the relevance of renewable energies for energetic security, taking into account the instability of crude prices and its influence on the hydrocarbon market as a primary energy source. The advances achieved by renewable energy technologies globally, regionally and locally became evident as well as their role in the energetic independence and in mitigation of the environmental impact. It is concluded that the countries must aim to optimize the renewable energies in local, regional, and global levels, opting for an

adequate use supported by legislation. The future of renewable energies is given by profitability, in order to keep them growing, they must attract capital which means that investors must notice a competitive profitability. Another important recommendation is the renewable energy integration with the electrical network, including intermittent generation sources.

Key-words: technologies, economy, industry, hydrocarbons, climate change

Resumo

A procura crescente de necessidades sociais em todo o mundo, impulsionado pelo estilo de vida e a maneira em que as regiões se organizam, leva a cabo o crescimento paralelo da indústria, aumentando assim o consumo de energia. Este artigo de pesquisa reflete sobre a importância das energias renováveis para a segurança energética, tendo em conta a insta-

bilidade dos preços do petróleo e sua influência sobre o mercado do petróleo como fonte de energia primária. Os avanços que têm tecnologias de energias renováveis ao nível global, regional e local e o papel que desempenham na independência energética e mitigação do impacto ambiental são evidentes. Conclui-se que as nações devem buscar a otimização de energia renovável a partir de áreas: local, regional e global propendendo para o seu uso adequado iniciando pela legislação. O futuro das energias renováveis é dado pela rentabilidade, já que para aumentar seu uso, devem continuar a atrair capital, o que significa que os investidores devem ver um retorno competitivo. Outra recomendação importante é a integração das energias renováveis na rede, incluindo fontes de geração intermitentes e até mesmo imprevisível.

Palavras-chave: tecnologia, economia, indústria, petróleo, mudanças climáticas.

Introducción

La creciente demanda de las necesidades sociales a nivel global, impulsada por los hábitos de vida y la forma en la que se organizan las regiones ha llevado al crecimiento paralelo de la industria y con ello al creciente aumento del consumo de energía. Dentro de la matriz energética, los sectores más demandantes de energía son el residencial, transporte e industrial (UPME, 2009). En el caso del sector residencial, la eficiencia energética puede crecer en mayor proporción debido a la implementación de tecnologías asequibles que permiten el ahorro. Sin embargo, el transporte y la industria no crecen al mismo ritmo debido a los altos costos de procesos y dispositivos eficientes y a los escasos mecanismos gubernamentales que apoyen su inversión e implementación, sobre todo en los países latinoamericanos (CEPAL, 2007). Lo anterior implica que hay una gran dependencia del transporte y de la industria con respecto a la seguridad energética, y ello conlleva a la

implementación de energías renovables que alivianen el uso de las energías fósiles. Según el informe de la Agencia Internacional de Energía, AIE (2013), el petróleo lidera la fuente energética primaria con una participación del 32% en el consumo global de energía, esto anudado a la inestabilidad del precio y el impacto que genera el comercio del mismo en los sectores económico, social y ambiental, lo proponen como eje central para la toma de decisiones en la política internacional y local con el objeto de buscar nuevas alternativas o mejorar las existentes que mitiguen los efectos geopolíticos (CEPAL, 2007).

Seguridad energética y energías renovables

Es de conocimiento común, que la combustión de fuentes fósiles para generación de energía térmica y eléctrica produce gases de efecto invernadero (GEI), estos a su vez contribuyen al detrimento ambiental y al cambio climático. Según el informe

que prepara la AIE para el 2015, la producción y uso actual de energía no es compatible con los requisitos ambientales internacionales, no es sostenible, ni pasa la prueba de seguridad energética. En el Informe del 2013, la AIE establece que el sector energético constituye las dos terceras partes de las emisiones de estos gases y por tanto sobre este mismo recae la responsabilidad de alcanzar o no los objetivos del cambio climático (AIE, 2013). Los países industrializados son grandes contribuyentes de GEI y requieren de controles y regulaciones más estrictas y mecanismos de desarrollo limpio que promuevan el uso de energías menos contaminantes. Según De Juana (2003) los imperativos de las políticas de energía deben centrarse en el abastecimiento y suministro de energía a los usuarios finales individuales e industriales, a bajo costo y competentes con el desarrollo sostenible a nivel local y global.

El bloque de los países en desarrollo compuesto por Brasil, China, India, Rusia y Sudáfrica promete doblar el consumo energético actual a lo que contribuye el crecimiento demográfico el cual aumentó 1500 millones de habitantes en los últimos 20 años. Todo lo anterior supone contar con fuentes energéticas seguras que puedan abastecer la demanda de manera limpia y con recursos energéticos ilimitados (Checa & De la Cruz, 2015).

Los combustibles fósiles entrelazan tres temas globales preponderantes, la seguridad energética, el desarrollo económico y el cambio climático. Alcanzar el abastecimiento de energía para el presente y el futuro y, eliminar la dependencia de los combustibles fósiles es un objetivo a cumplir a largo plazo, la economía crece motivada por el aumento industrial, y éste a su vez se relaciona directamente con el consumo de energía el cual en su mayor proporción depende actualmente de los combustibles fósiles que no son compatibles con el cambio climático (Chichilnisky, 2008). El desarrollo industrial es clave para fortalecer la economía pero también fundamental para mitigar el impacto ambiental, mientras los sectores industriales y el transporte sigan consumiendo hidrocarburos

la descarbonización global será inalcanzable, en este sentido se deben promover procesos eficientes y tecnologías basadas en fuentes limpias para asegurar la energía ilimitada logrando independencia energética y mantener el incremento de la temperatura en 2°C.

La implementación de alternativas como generación de energía a través de ciclo combinado de gasificación integrada, cogeneración y energías renovables entre otras, han ayudado a paliar el impacto ambiental y las externalidades que trae consigo el uso de hidrocarburos como fuente primaria de energía (CEPAL, 2007). En cuanto a lo referente a las energías renovables, su proliferación paulatina en los países que conforman América Latina y del Caribe, se debe a los altos precios de inversión, lo que las hace menos competitivas en el contexto actual del mercado energético, es por esto que el rol gubernamental como ente de apoyo financiero a través de mecanismos tributarios e incentivos juega un factor decisivo para promover la implementación y participación de estas fuentes no convencionales en la matriz energética (CEPAL, 2007). El desafío entonces requiere de respuestas que favorezcan la preferencia por tecnologías más limpias mediante incentivos adecuados desde la etapa de evaluación de las inversiones. A la par de lograr una significativa reducción de costos de dichas tecnologías mediante su masificación, y a través de la promoción de investigación y financiamiento adecuados tratándose de desarrollos nacionales (CEPAL, 2007).

Un prospecto más interesante lo muestra el último informe de la AIE (2015), en el cual se establece que las energías limpias representaron en el 2014, casi la mitad de la nueva capacidad de generación de potencia impulsada por países como Estados Unidos, China, Japón y Alemania. Esto implica que a nivel global, se puede establecer un avance significativo en las tecnologías apropiadas que permitan mitigar el carbono. Según el mismo informe, la economía mundial ya no crece al mismo tiempo que las emisiones de GEI, para el 2014 mientras la economía creció un 3% y el CO₂ se

mantuvo constante, fenómeno que no se presentaba desde hace 40 años y que brinda un gran alivio al reducir el crecimiento correlacionado que existía entre estas dos variables.

La caída de los precios del petróleo en éste último año ha afectado la seguridad de abastecimiento energético a mediano plazo, dado que actualmente los países demandantes de energía y en desarrollo podrán importarla a menor costo, lo que podría atrasar el desarrollo y evolución de la industria de las energías renovables. Lo anterior se evidencia en las bajas que han sufrido las acciones de la industria solar en Estados Unidos y China cuyas estadísticas muestran una reducción del 40% de acuerdo a lo establecido por el índice Bloomberg Intelligence Global Large Solar, que reúne a 21 compañías del sector, en junio de 2014 (Paredes, 2015). Aunque dichas estadísticas proporcionan un desalentador panorama, se ha encontrado que las inversiones en energías limpias en éste último año se han incrementado en un 16% con respecto al 2013, lo que indica que la inestabilidad de los precios del petróleo aún no ha generado un impacto significativo en el desarrollo tecnológico de éstas teniendo como excepción los biocombustibles los cuales redujeron drásticamente su inversión debido a la dependencia que tienen con los precios de la gasolina (Paredes, 2015).

Pese a las deficiencias que tienen la implementación y utilización de tecnologías de fuentes limpias en los países de menor desarrollo, éstas mitigarán el impacto ambiental en los países industrializados y en desarrollo y proporcionarán la seguridad energética del futuro al provenir de recursos naturales ilimitados. Según Delgado (2004) la fuerza del viento, la radiación solar, la biomasa, la energía geotérmica, la energía potencial y cinética del agua, se renuevan continuamente y es por eso que se denominan como energías renovables las cuales juegan un papel relevante para abastecer energía limpia para las presentes y futuras generaciones. Se ha establecido que para el 2035, las energías renovables formarán la mitad del incremento de la generación de energía eléctrica

mundial y las fuentes solar fotovoltaica y eólica proporcionarán el 45% de éste incremento (AIE, 2013), esto brinda un panorama alentador desde el punto de vista que en la medida en la que se van implementando en mayor proporción, las tecnologías asociadas a la generación de energía irán reduciendo costos y con ello habrá más apertura hacia los países de Latinoamérica.

Tipología de las tecnologías de energías renovables para la industria

Dentro de las ventajas que representan el uso de energías renovables, se encuentran; son recursos inagotables, tienen una amplia distribución geográfica, son diversas, tienen un bajo impacto ambiental, poseen capacidad para generar trabajo y su capacidad para ser explotada en zonas no interconectadas a la red de energía (Delgado, 2004). En el 2010, la inversión en energía solar en China, produjo cerca de medio millón de empleos en el sector energético y las proyecciones indican que en España y Alemania podrían generar de 500,000 a 600,000 empleos para el 2030. Se espera que dentro de las externalidades positivas se pueda obtener una mejor infraestructura de servicios en zonas rurales para los habitantes al reducir las emisiones de carbono (World Energy Council and University of Cambridge, 2014).

Actualmente son varias las tecnologías que se están implementando para aprovechar las fuentes de energía renovable, y con grandes aplicaciones tanto a nivel residencial como industrial, dentro de ellas se encuentran:

- a. **Tecnologías Fotovoltaicas:** utilizan celdas solares fabricadas a partir de materiales semiconductores capaces de convertir la radiación solar en energía eléctrica. Este tipo de tecnologías son útiles sobre todo para comunidades rurales donde es difícil el acceso de la red eléctrica nacional. Alrededor de este tema se están realizando varias investigaciones para mejorar la eficiencia de estas celdas y reducir las barreras que actualmente existen para la implementación en países en

desarrollo. Las actuales tecnologías utilizan silicio para obtener celdas de mayor eficiencia, sin embargo existen tecnologías prometedoras con celdas solares de películas delgadas basadas en materiales como CdTe y el Culn-GaSe₂ en contacto con el CdS, el cual es utilizado como la llamada capa ventana. El primero de éstos ha logrado aumentar la eficiencia en un 16.5%, sin embargo en los últimos años solo ha logrado incrementarla en un 1%. El segundo ha llegado a un 19.9% de eficiencia, no obstante, su tecnología aún debe seguir evolucionando para poder obtener producciones a escala industrial y eficientes (Zayas *et al.*, 2011). En cuanto al uso de la energía solar de paneles fotovoltaicos (Figura 1) a nivel mundial, Europa es el mayor productor con una participación del 58% al 2013, año en el que la capacidad instalada de esta tecnología era de 140 GW. China ha logrado ocupar un gran posicionamiento teniendo 18MW de capacidad instalada superando a Italia. En Europa el liderazgo se encuentra distribuido entre Alemania, Italia, España y Francia (REVE, 2014). La mayor central fotovoltaica mundial está en Portugal con una potencia instalada de 62MWp la cual evita la producción de 60.000 t anuales de CO₂. (Hidalgo, 2015)

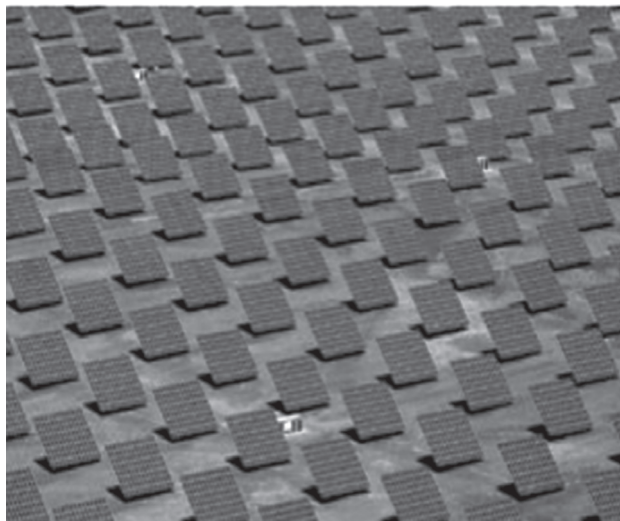


Figura 1. Paneles Fotovoltaicos, Amareleja-Portugal.

Fuente: Eiffage (2009)

En 2010, se construyó un avión conteniendo 12.000 células solares, distribuidas en 200 m², capaces de suministrar la energía suficiente para que la aeronave despegue, dicho avión tiene un tamaño similar al de un Boeing 747 y pesa solamente 1.600 kg, menos que un automóvil, con esto se demuestra que la energía solar no tiene límites y que en la medida en que los costos de las celdas solares disminuyan sus aplicaciones se incrementarán (Camino al futuro con el solar impulse, 2010).

b. **Tecnologías Termosolares:** Otro tipo de tecnologías que utilizan la radiación solar son las térmicas solares, las cuales transforman la energía proveniente del sol en energía térmica que se transfiere a un fluido para su aprovechamiento en diferentes aplicaciones tales como calefacción de agua, cocimiento de alimentos tanto a nivel residencial como industrial, generación de energía eléctrica y otras tecnologías que aprovechan la radiación solar directa, como secado de alimentos, fundición de metales, y nuevas aplicaciones en investigación de materiales para el cocimiento de cerámicas. Las tecnologías más avanzadas utilizan colectores solares para el calentamiento de agua (Mejía, 2007) y concentradores solares con seguimiento para la generación de energía eléctrica o aplicaciones solares de alta temperatura como en el caso del horno en Odeillo en los Pirineos Orientales en Francia, el cual puede alcanzar temperaturas de hasta 3.500 °C (Warthon, Ayala, Olarte & Rubio, 2010). Dentro de las investigaciones que se adelantan para el uso de hornos solares para uso industrial se encuentran el diseño y construcción de un prototipo de un sector de horno de alta temperatura, llevado a cabo en Perú, utilizado para el procesamiento de materiales de construcción y el estudio de materiales cerámicos, para este fin diseñaron un concentrador solar el cual durante los ensayos permitió alcanzar elevadas temperaturas hasta el punto de incendiar un trozo de madera (Warthon *et al.*, 2010).

En el sector industrial, la energía solar térmica tiene un gran potencial de innovación y desarrollo, es capaz de proveer de forma natural y económica parte del calor que la industria necesita, en aplicaciones de baja temperatura en procesos industriales son utilizadas donde se requieren volúmenes grandes de agua como el caso de la industria textil, procesos químicos, limpieza y desengrasado de automóviles, limpieza y desinfección de botellas y otros envases, industrias alimenticias, industria pesquera (Seminario, 2004), mataderos y suelo radiante para granjas o invernaderos (SEDIGAS, 2013). Otras investigaciones recientes muestran el empleo de la energía solar a través de fotocatalizadores adecuados para eliminar los contaminantes de aguas residuales, ya sea para industrias textiles (Garcés & Peñuela, 2007) o laboratorios químicos (Garcés & Peñuela, 2009), también se emplea la energía solar para refrigeración por absorción en una investigación realizada donde se acopla a un sistema de disipación geotérmica (Monné, Alonso & Palacín, 2011).

- c. **Tecnologías Eólicas** La evolución que han tenido las tecnologías eólicas ha sido bastante grande. La energía eólica aprovecha la energía proveniente de los vientos para producir energía mecánica o eléctrica. Las investigaciones apuntan al diseño de diferentes turbinas utilizando la mecánica de fluidos para poder aumentar la eficiencia, dentro de las cuales se encuentran turbinas basadas en el efecto *Venturi* que les permite ser usadas en lugares urbanos de bajas velocidades y con generación de energías mayores. Por otro lado, se encuentran las torres solares que utilizan la convección del aire a través del efecto invernadero generado en la base de una torre de grandes dimensiones para generar electricidad, desafortunadamente son muy grandes las cantidades de terrenos requeridas y bajas las potencias obtenidas. En los años ochenta, las perspectivas de desarrollo de estas

tecnologías crecieron debido a la evolución en áreas interdisciplinarias del conocimiento como lo son electrónica, sistemas de información y comunicación, nuevos materiales, mejores herramientas computacionales de diseño, entre otros (Pinilla, 2008).

Los aerogeneradores actuales se basan en dos tipos, los de eje horizontal que son los más usados debido a su gran eficiencia y los de eje vertical con menor potencial de energía producida. Cada una de estas tecnologías tiene variaciones y ventajas así como desventajas, por ejemplo, los aerogeneradores de eje horizontal son eficientes pero requieren mayor área de instalación y de sistema de direccionamiento para optimizar su funcionamiento, producen ruido, además de ser peligroso para las aves. Los aerogeneradores de eje vertical, son más silenciosos, pero menos eficientes, no requieren de sistemas de direccionamiento ya que el viento puede atravesarlos desde cualquier dirección, son menos peligrosos para las aves y no producen ruido (Hidalgo, 2015). Dentro de las recientes tecnologías que aprovechan el viento se cuentan con aquellas que no usan turbinas, las cuales utilizan materiales piezoeléctricos combinados con energía eólica para producción de electricidad, dentro de estos prototipos innovadores se encuentra el desarrollado en Suecia en el laboratorio Belatchew Labs donde se realizó el revestimiento del edificio Söder Torn (Torre Sur) ubicado en el barrio Södermalm de Estocolmo (Figura 2), con fibras piezoeléctricas formadas por un núcleo piezocerámico cubierto de un polímero flexible en forma de caña o pajita capaces de transformar el movimiento del viento en energía eléctrica sin la necesidad de un generador. Este sistema tiene ventajas ya que es silencioso, no tiene problemas de intervención con el entorno y funciona a bajas velocidades del viento ya que una simple brisa permite la ondulación de dichas fibras. (Cámara de la industria de la Construcción- Delegación Yucatán, 2013)



Figura 2. Edificio Söder Torn (Torre Sur) con fibras piezoeléctricas (Estocolmo, Suecia)

Fuente: Agencia-EFE, 2013

d. **Tecnología de Biomasa:** la energía que se puede obtener a partir de la biomasa ha tenido desde la antigüedad innumerables aplicaciones, actualmente presenta un reto como energía renovable ya que su ciclo de producción no es totalmente sostenible. Las tecnologías actuales para su transformación utilizan procesos mecánicos, termoquímicos y biológicos. La bioenergía comprende el análisis de la biomasa, los biocombustibles y la bioenergía en sí (Hidalgo, 2015). Los productos obtenidos son biocombustibles tales como el etanol, de origen orgánico o no, a través de los cuales se puede generar energía térmica y/o eléctrica. Los residuos sólidos obtenidos del agro se están utilizando para procesos de calefacción con calderas y en cogeneración muy utilizado en las azucareras (Mena & Pérez, 2003). Los gases producidos a partir de las excretas de animales son utilizados para generar electricidad es el caso de Nestlé en China (2004-2007), la cual promovió la producción de metano a partir de estiércol del ganado en las granjas sus proveedores utilizando biodigestores con el objeto de que fuera utilizado para la cocina, calefacción y producción de electricidad (Geiner, Stamp & Pfitzer, 2013). Actualmente las investigaciones apuntan a encontrar plantas a través de las cuales se puedan obtener biocombustibles con alto contenido calórico, al respecto en Cuba se están trabajando aplicaciones en granjas energéticas

que incluyen tanto plantas como residuos en las cuales se realizan estudios como la evaluación morfológica, productiva y química de germoplasma de plantas oleaginosas no comestibles con potencial para producir biodiesel, etanol y otros productos; el beneficio y extracción de aceite de semillas de *Jatropha*; la caracterización físico-química de dicho aceite; la producción de biodiesel y sus coproductos; la producción de biogás a partir de excretas y de bioproductos y bioabonos, con los efluentes de biodigestores; la gasificación de biomasa leñosa para generar electricidad; la caracterización y clasificación de sistemas integrados para la producción de alimentos y energía (Suarez *et al.*, 2011). Por otro lado también son utilizadas algas y microorganismos para el tratamiento de aguas residuales como es el caso de la industria láctea (Bedoya & Sousa, 2009), y para la generación de hidrógeno otro combustible sustituto de fósiles (Bedoya, Castillón, Ramírez, Vásquez & Arias, 2008).

e. **Tecnología Geotérmica:** otro tipo de energía prometedora es la energía geotérmica, la cual utiliza el calor proveniente de la tierra para la generación de calor y energía eléctrica. Ésta energía ha sido utilizada como vapor de agua y agua caliente para procesos industriales, generación de electricidad y de calefacción. Esta tecnología está muy avanzada sobre todo para la generación de electricidad, sin embargo, es difícil encontrar los yacimientos, las investigaciones actuales conllevan al avance de técnicas de explotación con el objeto de reducir los costos de la misma y obtener mayor éxito en la exploración, lo que ha puesto una barrera para su crecimiento. Las tecnologías geotérmicas se realizan en los embalses geopresurizados, sistemas de rocas calientes secas y cuerpos de magma (Barbier, 1997). Al respecto, los nuevos avances en explotación muestran sistemas geotérmicos mejorados (EGS), en general, estos sistemas (Figura 3) son yacimientos no naturales donde la roca tiene baja permeabilidad y flujo nulo de fluidos

(IEA, 2011), sin embargo, los nuevos estudios permiten la perforación abriendo zonas de estimulación múltiple en un único pozo en el área de Newberry, ubicado en Bend, Oregón, Estados Unidos; en este proyecto, se abren pozos profundos en rocas fracturadas calientes y, mediante la inyección de agua fría, éste fluido se calienta al contacto permitiendo ser usado para la generación de energía, la exploración permite que el agua sea estimulada desde una zona a otra, reduciendo los costos de explotación en un 50% (Rodríguez, 2014). En la siguiente figura se muestra el funcionamiento de una planta de generación de energía utilizando EGS.

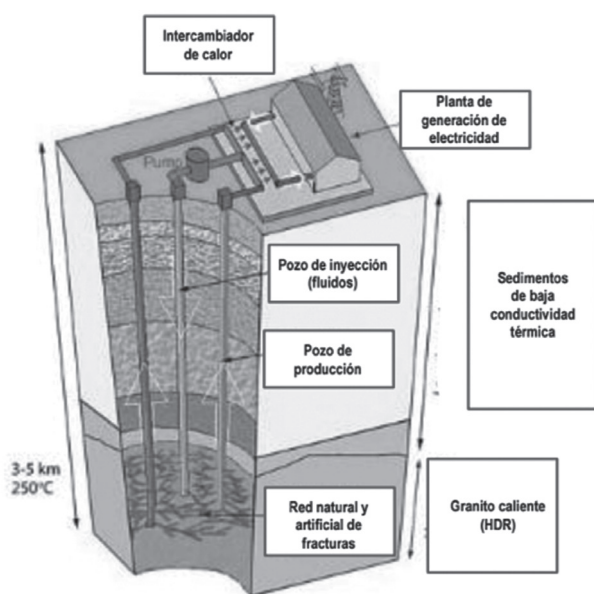


Figura 3. Sistema de generación EGS.

Fuente: Santoyo, 2012.

Los países de mayor potencial de explotación de este recurso son Estados Unidos, Indonesia, Japón y Filipinas entre otros. Estados Unidos cuenta con una potencia instalada de 2687 MWe en 2007 (IEA, IGME, 2008) y aún sigue investigando para implementar el mayor número de energías renovables para abastecer la demanda energética del país al ser una de las grandes potencias económicas. Los recursos geotérmicos naturales por lo general provienen de volcanes, aguas termales y géiseres, pero según Chamorro (2009), para que exista un yacimiento sólo se requieren zonas

geológicas a temperatura anormalmente alta, a una profundidad accesible y la existencia de agua en esa localización. Dentro de las tecnologías que se usan para la generación de energía eléctrica se encuentran vapor seco, evaporación flash y ciclo binario (Chamorro, 2009). Una investigación realizada en Colombia muestra aplicaciones de la energía geotérmica de baja temperatura en pozos petroleros para la generación de electricidad a través del ciclo orgánico de Rankine utilizando recursos geotérmicos de baja temperatura, en esta investigación se encontró que un equipo comercial de 280 KW podría generar 1165MWh (Cuadrado, Colorado, Cobos & Vásquez, 2015), energía que puede aprovecharse y promoverse en éste país.

f. Tecnologías en Energía Hidroeléctrica: este tipo de tecnologías aprovecha la energía cinética y potencial de los ríos a través de turbinas hidráulicas para la generación de energía mecánica y más comúnmente para generar energía eléctrica. Las nuevas tecnologías se enfocan a la producción en centrales microeléctricas y picoeléctricas que mitigan el impacto ambiental y social, producido por los grandes hidroeléctricas. Este tipo de tecnologías es muy avanzada y común, sobre todo en aquellos países donde las condiciones geográficas permiten el uso de los efluentes hídricos. Las investigaciones actuales conllevan al mejoramiento de la eficiencia del sistema, simulaciones para el pronóstico probabilístico en la evaluación de riesgos (Domínguez, 2005) y optimización de sistemas de control.

Las energías renovables en el contexto global, local y regional

Hoy en día se realizan importantes investigaciones para mejorar la eficiencia y competitividad de la energía solar, eólica, geotérmica y de biomasa. En el caso de la energía eólica, el sector empresarial ha tenido gran influencia para su propagación y desarrollo, para esto se ha contado con voluntad política a través de regulaciones que contribuyan a la implementación, la investigación y desarrollo para permitir la creación y transferencia del

conocimiento y los empresarios que aprovechan los factores anteriores para convertirlos en proyectos socialmente útiles (CEPAL, 2007). La energía solar tiene un alto costo de inversión lo que la hace poco competitiva, al parecer las aplicaciones de mayor interés y crecimiento se centran en concentración solar o termoeléctrica de acuerdo a los proyectos obtenidos por las empresas más dinámicas. En el caso de los biocombustibles, éstos se han vuelto un excelente competidor de los derivados del petróleo, en Brasil se ha tenido un gran avance y en el 2007 representaba el 50% de la producción total de bioetanol y era el mayor exportador de estos combustibles (CEPAL, 2007). Este mercado ha sido impulsado por los bajos costos de producción y la aparición de vehículos que utilizan etanol y gasolina. En la Unión Europea el biodiesel es el biocombustible de mayor uso, en tanto China e India son productores de bioetanol. Es importante tener en cuenta que las tecnologías que permiten su procesamiento y el uso del suelo pueden generar un gran impacto ambiental y social, el cual de no ser bien controlado puede superar los beneficios que trae consigo esta tecnología. (CEPAL, 2007).

A nivel global, la energía renovable con mayor impulso en el crecimiento es la energía eólica la cual ha reducido sus precios notablemente mientras su eficiencia se incrementa. Las tecnologías de mayor financiación se centran en la eólica y la solar, el resto alcanzan apenas un 15%. Los costos de la energía eólica mar adentro, han caído un 15%, los de las celdas solares cristalinas un 53%, desde el 2009, incrementando así la competitividad de estas energías (UPME, 2015)

En países industrializados como Estados Unidos y aquellos de la Unión Europea se cuenta con políticas que apoyan el uso de energías como fuente de energía eléctrica y en algunos casos permiten la competencia libre para que el usuario pueda seleccionar el tipo de energía requerida a través de incentivos de mercados verdes (CEPAL, 2007)

En América Latina el crecimiento de las energías renovables ha sido lento, eso supone que

dependiendo de las políticas adoptadas por cada país, en los próximos años pueda darse una apertura para inversión e implementación de energías renovables. Al 2007, la participación de estas energías en la región es del 28.9% en la oferta total de energía primaria, lo cual resulta relevante al compararla con la participación mundial de apenas 13.1% para ésta misma fecha. (CEPAL 2007)

En Colombia, los sistemas fotovoltaicos actualmente cuentan con un estimado de 9 y 11 MWp instalados en sistemas independientes o aplicaciones profesionales, para la energía eólica el parque eólico Jepirachi es la aplicación más relevante, con 19.5 MW de generación de energía eléctrica, haciendo excepción de la energía hidráulica que constituye el 64% de la generación. Ante esta situación, la Ley 1715 de 2014 busca promover la inclusión de este tipo de tecnologías. (UPME, 2015). Esta ley regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional, siendo su objeto establecer los mecanismos legales y tributarios que contribuyan al desarrollo e implementación de fuentes renovables de energía no convencionales (en Colombia la energía proveniente de ríos y represas es convencional) y que se puedan integrar al sistema energético nacional para, mitigar los gases de efecto invernadero (producidos por el uso de hidrocarburos como fuente primaria), generar alternativas de desarrollo económico sostenibles, y adquirir energía segura tanto para zonas interconectadas como para las no interconectadas al sistema eléctrico nacional. Dicha ley establece los instrumentos tributarios, arancelarios, contables y de participación en el mercado energético colombiano, reduciendo la renta, exclusión del IVA, exención del pago de los derechos arancelarios de importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos destinados exclusivamente para labores de preinversión y de inversión de proyectos con FNCE (fuentes no convencionales de energía). Esta norma por tanto promueve el uso y desarrollo de tecnologías para generación de energía a través de recursos como el sol, viento, biomasa, geotermia, etc. (Congreso de Colombia, 2014).

Conclusiones

La seguridad energética es un proceso de revisión y vigilancia de todos los países, lo cual se enmarca dentro del desarrollo sostenible y que ha obligado a las diferentes sociedades a incluir en su política exterior el tema de los recursos energéticos. Esto obedece a un desarrollo y planeación desde los ámbitos: educativo, cultural y ambiental, pues el uso desmesurado de los hidrocarburos ha provocado efectos negativos en los ecosistemas y ha potenciado el impacto humano en forma exponencial, surgiendo así una complejidad y un caos que colisiona con la naturaleza.

Las naciones deben buscar la optimización de las energías renovables desde los ámbitos: local, regional y global; para ello, deben propender por el uso adecuado en los procesos de legislación.

El futuro de las energías renovables está dado por la rentabilidad, ya que para que el uso de éstas siga creciendo, deben seguir atrayendo capital, y esto significa que los inversores deben ver una rentabilidad competitiva. Ofrecer una propuesta económica atractiva no consiste únicamente en optimizar el precio de la compra inicial, sino considerar los costos totales durante todo el ciclo de vida útil del equipo y los sistemas; esto incluye el servicio, la fiabilidad y la ausencia de paradas no programadas.

Otra recomendación importante es la integración de la energía renovable en la red, ésta tiene que integrar fuentes de generación intermitentes e incluso imprevisibles y también debe (en especial en el caso del viento) transportar electricidad desde regiones en las cuales la red no está tradicionalmente preparada para tales cantidades de energía.

Literatura citada

1. AIE, Agencia Internacional de Energía (2015). Energy and Climate Change. World Energy Outlook. Recuperado de: <http://www.worldenergyoutlook.org/>
2. AIE, Agencia Internacional de Energía (2013). World Energy Outlook. Recuperado de: <http://www.worldenergyoutlook.org/>
3. Agencia Internacional de Noticias EFE. (2013). Straws-crapecraper, edificio ecologico y autosuficiente.
4. Barbier, E. (1997). Nature and technology of geothermal energy: a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 1(1), 1-69.
5. Bedoya, O. A. & E Sousa, L. S. (2009). Tratamiento de aguas residuales de la industria láctea en sistemas anaerobios tipo UASB. *Bioteología en el sector agropecuario y agroindustrial*, 7(2), 24-31.
6. Bedoya, A., Castrillón, J. C., Ramírez, J. E., Vásquez, J. E. & Arias, M. Producción biológica de hidrógeno: una aproximación al estado del arteDyna, 75(54), 137-157. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49615415>
7. Cámara Mexicana de la Industria de la construcción-Delegación Yucatán (2013). Innovación energía piezoeléctrica. *Constructiva, revista bimestral*, 244 Pp.33-32. Recuperado de: http://issuu.com/cmicyuc/docs/constructiva_novdic13_lq/35
8. Camino al futuro con el Solar Impulse. El avión que sólo emplea energía solar. (Spanish). (2010). *Transporte Desarrollo y Medio Ambiente*, 30(1), 62-64.
9. CEPAL (2007). Energía, desarrollo industrial, contaminación del aire y la atmósfera y cambio climático en América Latina y el Caribe: nuevas políticas, experiencias, mejores prácticas y oportunidades de cooperación horizontal. Recuperado de <http://archivo.cepal.org/pdfs/2007/S2007344.pdf>
10. CEPAL (2007). La seguridad energética de América Latina y el Caribe en el contexto mundial. División de Recursos Naturales e infraestructura. ISBN: 978-92-1-323137-1. Recuperado de: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6327/S0700966_es.pdf?sequence=1
11. Chamorro (2009). Energía eléctrica a partir de recursos geotérmicos. Estado actual perspectivas a nivel mundial. *Tecnología energética. Revista Dyna 84* (1), 44-51. Recuperado de: <http://www.revistadyna.com/Documentos/pdfs/%5C200901feb%5C2222DYNAINDEX.pdf>
12. Checa, F. E. & De La Cruz, O. E. (2015). Potencial Natural para el Desarrollo Fotovoltaico en Colombia. Libros Editorial UNIMAR. Recuperado de: <http://www.umariana.edu.co/ojs-editorial/index.php/libroseditorialunimar/article/view/706>
13. Chichilnisky (2008). Seguridad energética, desarrollo económico y calentamiento global Desafíos de corto y largo plazo. *Boletín Informativo del Techint, issue no. 345*, pp. 53-76, April, 2008
14. Congreso de Colombia (2014). LEY 1715 DE 2014, por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.
15. Cuadrado, Colorado, Cobos, & Vásquez. (2015). Estudio de factibilidad para la implementación de un ciclo orgánico de Rankine en pozos de extracción de petróleo. (Spanish). *Revista EIA*, 12(23), 137-148. doi:10.14508/reia.2015.12.23.137-148
16. Delgado (2004). Energías renovables, una alternativa racional. *Revista Cuenta y Razón. España Número 135*. ISSN. Versión en internet: 1989-2705. Recuperado de: http://www.cuentayrazon.org/revista/pdf/135/Num135_003.pdf

17. De Juana, J. M. (coord.) (2003), *Energías Renovables para el Desarrollo*. Paraninfo - Thomson Learning.
18. Domínguez, E. (2005). Pronóstico probabilístico de afluencias para la evaluación de riesgos en embalses hidroeléctricos. *Avances en recursos hidráulicos*, 12, 171-182.
19. Eiffage Energy. (2009). Planta solar fotovoltaica Amareleja-Portugal. Recuperado de: <http://energia.eiffage.es/project/planta-solar-fotovoltaica-amareleja/>
20. Garcés & Peñuela (2007). Tratamiento de las aguas residuales de una industria textil utilizando colector solar. (Spanish). *Revista Lasallista de Investigación*, 4(2), 24-31.
21. Garcés & Peñuela. (2009). Use of sunlight energy to eliminate pollutants in waste water from chemical laboratories. *Producción Más Limpia*, 4(2), 19-29.
22. Genier, C., Stamp, M., & Pfitzer, M. (2013). Responsabilidad social empresarial para el desarrollo de las agroindustrias. *Agroindustrias para el desarrollo*, 249.
23. Hidalgo, D. B. (2015). Energía y desarrollo sostenible en cuba. *Centro Azúcar*, 42(4), 14-25.
24. International Energy Agency, IEA (2011), *Technology roadmap – Geothermal heat and power*. International Energy Agency, OECD/IEA, Paris, France, 45 p. Recuperado de: <http://www.iea.org>.
25. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) y el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). (2008). *Manual de Geotermia*. Madrid, España. ISBN: 978-84-96680-35-7.
26. Mejía (2007). Cambio del sistema de calentamiento de agua empleando calderas por paneles solares y otros procesos de P+L. (Spanish). *Producción Más Limpia*, 2(2), 31-37.
27. Mena, J. B. & Pérez Bermúdez, R. A. (2003). Principales aspectos medioambientales y económicos de la cogeneración en la industria azucarera. *Centro Azúcar*, 30(3), 87-95.
28. Monné, C., Alonso, S. & Palacín, F. (2011). Evaluación de una Instalación de Refrigeración por Absorción con Energía Solar. (Spanish). *Información Tecnológica*, 22(3), 39-44. doi:10.4067/S0718-07642011000300006
29. Paredes (2015). How do the falling oil prices affect renewable energy? Hablemos de Cambio climático y sostenibilidad. Banco Internacional de desarrollo, BID. Recuperado de: <http://blogs.iadb.org/cambioclimatico/2015/05/01/>
30. Pinilla (2008). El poder del viento. *Revista de Ingeniería*, 28, 64-69. Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia. rev.ing. ISSN. 0121-4993
31. Revista Eólica y del Vehículo Eléctrico (REVE). (2014). Energías renovables la energía solar fotovoltaica llega a 136,7 GW en 2013 con otros 37 GW. Recuperado de <http://www.evwind.com/2014/03/25/energias-renovables-la-potencia-mundialde-energia-solar-fotovoltaica-alcanza-los-137-gw/>
32. Rodríguez (2014). Los principales avances e innovaciones tecnológicas en el campo de la energía del último año. *Energía y electrónica*. Fieras de la energía. Recuperado de: <http://www.fierasdelaingenieria.com/category/electronica/>
33. Santoyo, E. (2012). Los sistemas de roca seca caliente: una fuente de energía renovable oportuna a considerar en el programa de explotación de la geotermia. In XXII Congreso Nacional de Geoquímica (Vol. 18, No. 1, p. 9).
34. SEDIGAS (2013). Guía sobre aplicaciones de la energía solar térmica. Recuperado de: http://www.sedigas.es/dochome/Guia_solar_Sedigas.pdf
35. Seminario, M. G. (2004). Un método simple para la recolección de energía solar: una aplicación en procesamiento pesquero. (Spanish). *Boletín de Investigación*, 657-63.
36. Suárez, J., Martín, G. J., Sotolongo, J. A., Rodríguez, E., Savran, V., Cepero, L. & García, A. (2011). Experiencias del proyecto BIOMAS-CUBA. Alternativas energéticas a partir de la biomasa en el medio rural cubano. *Pastos y Forrajes*, 34(4), 473-496.
37. UPME (2009) Análisis y revisión de los objetivos de política energética colombiana de largo plazo y actualización de sus estrategias de desarrollo. Recuperado de: <http://www.upme.gov.co/Docs/PEN/PEN%202010%20VERSION%20FINAL.pdf>
38. UPME (2015). Plan Energético Nacional: Colombia, Ideario Energético 2050. Recuperado de: http://www.upme.gov.co/Docs/PEN/PEN_IdearioEnergetico2050.pdf
39. Warthon, Ayala, Olarte y Rubio (2010). Diseño y construcción de un prototipo de un sector de horno solar de alta temperatura. IV Conferencia Latinoamericana y XVII simposio peruano de energía solar. Recuperado de: http://perusolar.org/17-spes-ponencias/09-Acumulacion/WarthonAscarzaJulio/DISENO_Y_CONSTRUCCION_DE_UN_PROTOTIPO_DE_UN_SECTOR_DE_HORNO_.pdf
40. World Energy Council and University of Cambridge (2014). Cambio Climático: Implicaciones para el Sector Energético. Hallazgos Claves del Quinto Informe de Evaluación (AR5) del Grupo Intergubernamental de Expertos Sobre el Cambio Climático. Recuperado de: <https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2014/06/Publicacion-Cambio-Climatico-implicaciones-para-el-sector-energetico-IPCCC-AR5.pdf>
41. Zayas-Bazán, P. G., Contreras-Puente, G., Santana-Rodríguez, G., Hernández, E., Calzadilla, O., Gutiérrez Z-B, K., & De Melo, O. (2011). CdTe depositado por sublimación isotérmica a corta distancia en celdas solares de CdS/CdTe. (Spanish). *Revista Cubana de Física*, 28(1), 39-44.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

Recibido: 17 de febrero de 2015
 Aceptado: 06 de abril de 2015

