

Energías renovables alternativas: Futuro sostenible para Colombia

Marlyn Ahumada Yanet



Marlyn Ahumada Yanet



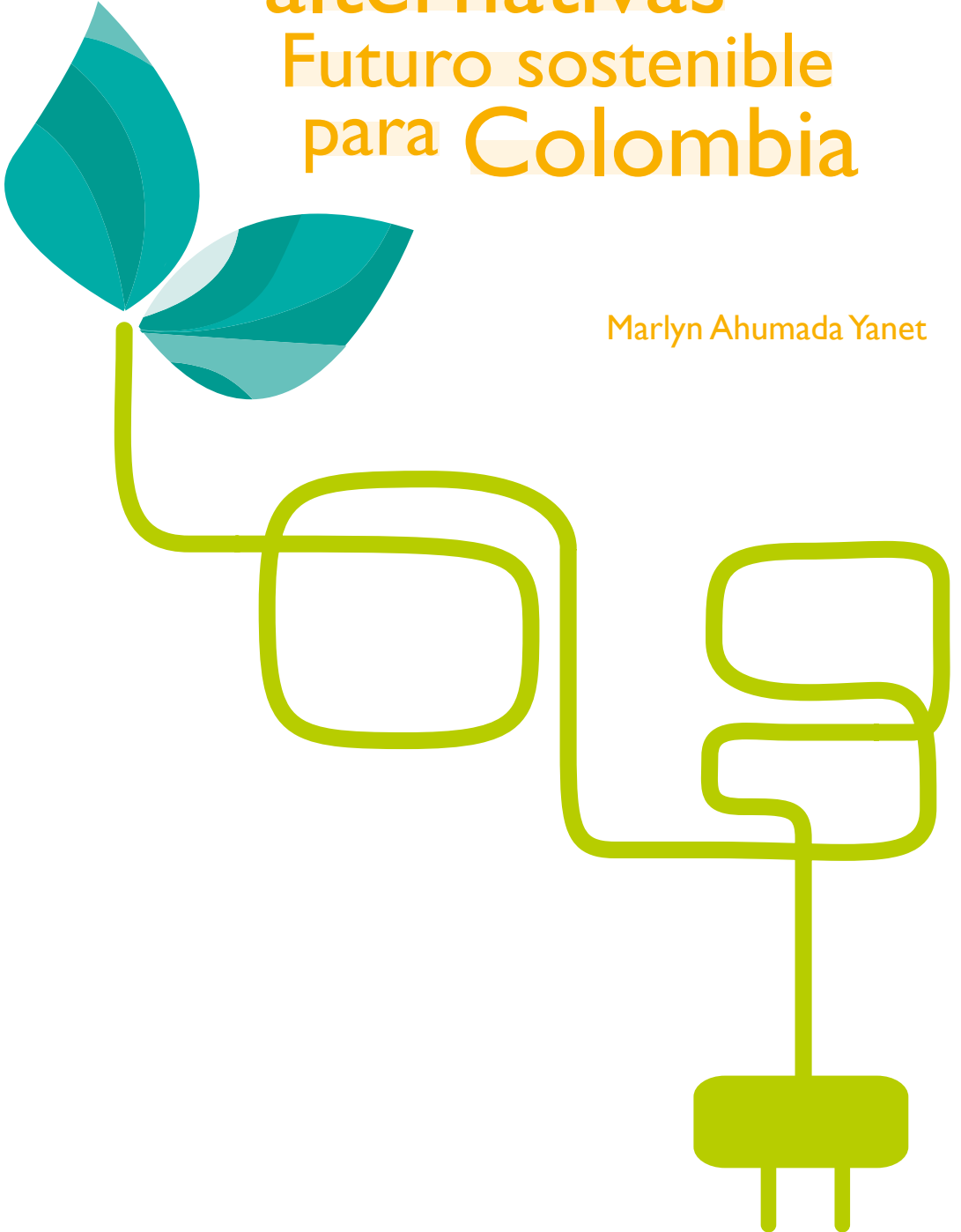
Es una escritora barranquillera, cuya producción literaria abarca una gran gama de temas, que van desde los libros sobre asuntos económicos y agropecuarios, hasta la novela y la poesía.

Durante toda su vida profesional ha estado vinculada al sector agrario, como codirectora de la Revista del Campo, publicación especializada que circuló con el diario *El Espectador* durante varios años, y como asesora editorial y jefe de prensa de diferentes gremios, entre ellos Fedepalma. Es coautora de los libros: *La neurocirugía en Colombia, 50 años de asociación*; *El biodiésel de palma colombiano: de la ficción energética a la realidad de un negocio*; y *Piel agitada* (poesía erótica).

En la actualidad Marlyn se dedica a escribir sus propios proyectos literarios, a redactar o editar las ideas de otros y a dictar cursos de redacción. La inspiran las montañas, el aire puro y el verde de la naturaleza de Sueca (Cundinamarca), donde vive con su esposo, Ricardo Luna Cano.

Energías renovables alternativas Futuro sostenible para Colombia

Marlyn Ahumada Yanet



Energías renovables alternativas:
Futuro sostenible para Colombia

Publicación financiada por Fedepalma
con recursos del Fondo de Fomento Palmero

© 2015 Marlyn Ahumada Yanet

Diseño y Diagramación
Ximena Díaz

Ilustraciones
Luis Eduardo León

Impresión
Javegraf

Todos los derechos reservados.

Para reproducción parcial o completa de esta obra, se requiere permiso previo
escrito de la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Fedepalma

ISBN: 978-958-8616-70-4

Impreso en Colombia

Septiembre 2015



Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite
Carrera 10A No. 69A-44 - PBX: (57-1) 313 8600 - Fax: (57-1) 211 3508
www.fedepalma.org

A Fedepalma, porque, más allá de la defensa de sus propios intereses, vela por los intereses de todo un país al que le revela su enorme potencial para convertirse en ejemplo mundial del desarrollo sostenible.

Agradecimientos

A Martha Arango de Villegas, jefe del Centro de Información y Documentación Palmero de Fedepalma, por su diligencia para ayudarme a encontrar bibliografía pertinente.

A Jaime González Triana, asesor de Presidencia de Fedepalma, cuya revisión cuidadosa del primer borrador logró que se ensanchara la puerta para el optimismo en el abordaje de la implantación de las energías renovables no convencionales en nuestro país.

Al profesor Humberto Rodríguez, por su generosidad para compartir conmigo sus conocimientos, ideas y conceptos.

A Pablo Reyes Pinilla, del Centro de Estudios Estratégicos Latinoamericanos (CEELAT), por su entrega y dedicación a la defensa de las energías renovables alternativas no convencionales en Colombia, y por incentivar a investigar más allá de los meros tecnicismos para descubrir los intrínquilos del fascinante mundo energético no convencional.

A Ricardo Luna Cano, por su paciencia para leer y releer mis escritos, y con su ojo clínico detectar errores.

Y muy especialmente a Jens Mesa Dishington, presidente ejecutivo de Fedepalma, cuya inquietud cuestiona; cuya visión concibe y ejecuta; cuya voluntad presta servicio; cuya mente abierta reta a la creatividad, y cuyo entusiasmo contamina.

Contenido

Presentación 6

Capítulo 1

La energía mueve al mundo 14

Energía y revolución	15
Cambio climático y cambio social	16
¿Le importa al medio ambiente la eficiencia energética?	21
La gran provocadora de conflictos	24
Las energías renovables alternativas	27

Capítulo 2

Matriz energética actual y perspectivas 38

Fuentes fósiles en el surtido energético	39
Países colorean de verde su matriz energética	42
Desempeño de la arquitectura energética de las naciones	44

Capítulo 3

Colombia: privilegiada fuente de energía verde 54

Los primeros pinitos	57
La energía renovable: fundamento del desarrollo	59
Propósito nacional	59
La canasta energética ideal para Colombia	61
A fijar objetivos y metas	64

Bibliografía 70

Presentación

Las energías renovables no convencionales llegaron a Colombia para quedarse. Ya se sabe que es posible aprovechar nuestra riqueza única en recursos naturales como la opción más viable para generar energía eléctrica sin afectar nuestro medio ambiente, y por tanto perdieron validez los debates sobre si existen o no las tecnologías apropiadas, si sus costos las hacen inasequibles o si son o no necesarias. El reto actual es generar las políticas pertinentes para promover su implementación, educar al consumidor y desarrollar una infraestructura financiera y de negocios para aprovechar esta ventaja competitiva no materializada que tiene el país.

Por supuesto las soluciones a los desafíos en materia de cambio climático y de competitividad en los mercados internacionales no dependen únicamente de nuestros gobiernos, de foros, cumbres o políticas llamativas: dependen de todos. Las energías renovables están en manos del consumidor para aprovecharlas con inteligencia; no se limitan solo a grandes proyectos, sino que se expanden a la capacidad del conocimiento y de la habilidad para integrarlas con el objetivo de atender, por un lado, la demanda y, por el otro, los retos ambientales que enfrenta la humanidad.

Con el crecimiento de la población y de la economía, también han aumentado significativamente la demanda de energía eléctrica y sus costos. Invito al lector a que compare una cuenta de energía actual con una cuenta vieja, para identificar lo que paga por kilovatio-hora (kWh). Si se mira el promedio de cargos, es posible percatarse de que en los últimos doce años el costo de la energía para la gran mayoría de los consumidores en Colombia se ha duplicado, y ello sin incluir el incremento de las sobretasas que se cobran por este servicio.

Mientras en los debates tradicionales antes se comparaban solo los costos de generación, hoy se requiere comparar también los costos que paga el consumidor final (residencial, comercial o industrial). Esto es importante porque estos últimos, además de incluir los de gene-

ración, también incluyen los de transmisión, distribución, comercialización y pérdidas, entre otros, que sumados pueden llegar a ser más altos que los costos de generación. En los proyectos de energías no convencionales para autoconsumo o de generación distribuida se tiene en cuenta principalmente el costo de generación y amortización del sistema instalado, ya que no requieren de transmisión, distribución ni comercialización, y eliminan las pérdidas en la línea. Tales proyectos pueden incluir sistemas para pueblos, zonas residenciales, edificios, clínicas, colegios, zonas industriales, fábricas, fincas, hoteles y alumbrado público, entre otros.

Al comparar los sistemas de generación convencionales y los de energías renovables no convencionales, se concluye que tienden cada vez más a la paridad de precios; sin embargo, se espera que en los próximos diez años las últimas sean más económicas debido a la tendencia a la baja en los costos de las tecnologías y los de transacción. Según Bloomberg New Energy Finance, entre 2010 y 2014 el costo promedio de los paneles solares fotovoltaicos bajó 70 por ciento en el mundo, mientras que en Colombia el de las obras civiles para la construcción o expansión de hidroeléctricas convencionales ha continuado aumentando, junto con los costos de la tierra necesaria para su desarrollo.

Los altos costos de energía afectan la competitividad de las empresas y del país, razón por la cual sus grandes consumidores comerciales e industriales están constantemente tomando medidas para reducirlos. Dependiendo de la intensidad (o demanda) energética necesaria para la producción o el manejo de productos en diferentes sectores o industrias, son sus consumidores los que terminan absorbiendo buena parte de esos altos costos, tal como ocurre con los combustibles. El encarecimiento de los productos no solo incide sobre las ventas locales sino también sobre las externas, que constituyen un mercado cada vez más exigente y competitivo. La modernización, la confiabilidad y la eficiencia de la infraestructura son ventajas competitivas esenciales para cualquier operación, de manera que cualquier esfuerzo para hacer los productos colombianos más competitivos debe ser prioritario.

En el ámbito rural, y sobre todo en las zonas no interconectadas, las desventajas competitivas son aún mayores por la dependencia de generadores de energía a base de combustibles fósiles, y allí los costos por kilovatio hora pueden ser hasta cinco veces más altos que en las zonas interconectadas. Mientras que en 2014 un consumidor de estrato 6 en Bogotá llegó a pagar \$392 por kWh, en El Caguán (Caquetá) valdría unos \$1.470, con la diferencia de que en las zonas no interconectadas, el costo de la energía eléctrica (combustible fósil + transporte + mantenimiento del sistema + operación) está subsidiado por el Gobierno Nacional. Esta ineficiencia afecta, por un lado, a los productores en el sector agropecuario, quienes dependen de generadores

diésel para sus operaciones, incluyendo sistemas de riego, y quienes no siempre están subsidiados por el Estado; y, por el otro, al gasto público, estimado por la UPME (Unidad de Planeación Minero Energética) en \$5.91 billones entre 2008 y 2014, que podrían ser aprovechados para remplazar en buena parte los generadores diésel por sistemas modernos de generación distribuida con energías renovables, más eficientes, y que a largo plazo generan ahorros.

Los avances en tecnología de energías renovables han sido considerables en todo sentido. La capacidad de generación ha aumentado con la consecuente mayor eficiencia en los análisis de costo-beneficio en todas las tecnologías que se pueden integrar en mayor escala a la matriz energética nacional, tanto para proyectos de gran escala, como parques eólicos y solares, como en proyectos de menor escala con aplicaciones en los sectores industrial, comercial, residencial y hasta para uso personal. El error más frecuente es enfocarse en una sola tecnología renovable para suplir la demanda energética de un proyecto, ya que en la mayoría de los casos la solución más viable puede ser un sistema híbrido, que combine dos o más tecnologías (solar, eólica, biomasa, minihidro, baterías e inclusive generadores diésel). Uno de los principales desafíos para poder aprovechar el potencial de estas tecnologías en Colombia es lograr que los consumidores estén mejor informados.

Es importante tener claro que el crecimiento del sector de energías renovables no convencionales será gradual y con seguridad no remplazará del todo al tradicional. Por el contrario, ambos deben coordinarse como un solo sector energético en búsqueda de mayores eficiencias, tanto en la formulación de políticas, como en estrategias para atraer la inversión necesaria para ampliar la cobertura, mantener infraestructura y lograr tener un sector más competitivo bajo estándares internacionales.

Para el sector público, uno de los mayores consumidores de energía, estar mejor informado sobre estas nuevas tecnologías puede traducirse en ahorros cuantiosos para la nación, especialmente cuando estas se combinan con medidas de eficiencia energética, en un momento en el que es imperativo encontrar opciones para reducir el déficit fiscal. Aminorar las pérdidas que genera la operación de la infraestructura actual, aprovechar mejor los recursos que se asignan a subsidios, y lograr ahorros significativos con mejores políticas y mecanismos de inversión, ofrecerá mayor estabilidad y eficiencia en el suministro que a su vez posibilitará el aumento la productividad.

También es importante tener en cuenta que en las zonas urbanas, donde se encuentra más del 70 por ciento de la población del país, la infraestructura energética será insuficiente en pocos años para sostener el incremento natural en la demanda, con unos riesgos enormes

para la calidad de vida y la actividad económica. Las administraciones locales deben tener claro que solo con soluciones integrales que combinen nuevas tecnologías de energías renovables, sistemas de balance neto, ecodistritos, redes inteligentes y medidas de eficiencia energética en los códigos de construcción y alumbrado público, se podrá suplir la demanda y minimizar los riesgos.

En el sector privado, los consumidores deben saber que hay numerosas aplicaciones mediante las cuales se pueden integrar nuevas tecnologías de energías renovables y medidas de eficiencia energética para suplir sus necesidades de consumo, inicialmente de forma parcial, pero con un potencial de crecimiento gradual que en el futuro podrá atender el total de su demanda. Poder garantizar la estabilidad que hoy requieren los mercados en materia de suministro y costos es esencial en cualquier proceso de planeación, especialmente cuando las proyecciones son de crecimiento. Si bien la integración de nuevas tecnologías en la mayoría de los casos será gradual, incluirlas desde ya en los planes traerá mayores ahorros y beneficios.

Como se dijo, mientras que los costos de energía eléctrica de fuentes convencionales tenderán a incrementarse, los de las energías renovables no convencionales decrecerán. Además, la inversión en los sistemas de estas últimas ofrece estabilidad en los precios de energía eléctrica a 15 o 20 años, pues no están expuestos a la volatilidad de los precios internacionales del petróleo u otros combustibles fósiles, ni a los efectos de fenómenos naturales como “el Niño” –con la excepción de las minihidroeléctricas–, que suscitan cambios en las tarifas. Poder proyectar los costos de la energía en cualquier operación o proyecto, y con relativa certeza a más de 15 años, libera recursos que normalmente se asignan a capital de riesgos.

Los fenómenos climatológicos extremos son de particular interés para el sector energético colombiano debido a su alta dependencia de fuentes hídricas para la generación de energía, que durante periodos prolongados de sequía han comprometido el nivel de los embalses, forzándonos a incrementar la generación térmica con carbón y gas natural, lo que eleva de forma considerable las tarifas que bajo condiciones normales ya son altas. Además, los periodos intensivos de lluvias, los deslizamientos por deforestación o deshielos en los páramos y los vendavales pueden comprometer la red de interconexión. Si a esto se le suman los riesgos ya reconocidos de terremotos y ataques a la infraestructura, Colombia tiene que planear la construcción de comunidades sostenibles y resilientes en las que las energías renovables pueden jugar un papel fundamental.

En el plano rural, construir comunidades con tales características contribuye no solo a fomentar el desarrollo sino también a mejorar las condiciones de orden público y a reducir los índices de violencia. Múl-

tiples estudios demuestran cómo las comunidades autosuficientes son más estables, prósperas y mucho menos conflictivas, razones por las cuales el Pentágono las ha identificado como un componente fundamental en la estrategia de defensa y seguridad de Estados Unidos. Para Colombia este también debe ser un componente fundamental de desarrollo rural y posconflicto en los próximos años, entendiendo la importancia que tiene el buen manejo de los recursos naturales para la estabilidad del país.

En la última década se han dado avances importantes en aprovechamiento de los recursos renovables disponibles, con la producción de combustibles limpios como el etanol y el biodiésel, respectivamente derivados de la producción de caña de azúcar y palma de aceite, cuyos residuos vegetales (biomasa) ahora también están siendo aprovechados para la cogeneración de energía eléctrica con unas proyecciones de crecimiento considerables de 269 MW (en 2015) y 300 MW (en 2020). Asimismo, la entrada en funcionamiento del parque eólico de Jeripachi en La Guajira en 2004, con una capacidad instalada de 19.5 MW. Además, hoy hay más de 80 pequeñas centrales hidroeléctricas con capacidades menores a 20MW (en su mayoría funcionan con caídas de agua y sin embalse), y un sinnúmero de sistemas solares instalados cuyo desempeño puede ofrecer información importante sobre la viabilidad, beneficios y rentabilidad de los proyectos de pequeña escala en el país.

El reto actual es de generar políticas adecuadas para promover la inversión y el desarrollo de modelos de negocios que contribuyan a materializar el potencial que tienen estas tecnologías en el país. Sin embargo, los sectores financiero y empresarial deben prepararse para convertirse en catalizadores con fondos de inversión, mecanismos de crédito y modelos de negocio adecuados para un amplio rango de proyectos, una vez el gobierno con el apoyo de la banca de desarrollo internacional tome la decisión de ofrecer capital de riesgo, estabilidad jurídica y fondos de garantías para programas prioritarios de inversión.

La Ley 1715 “de Energías Renovables” de 2014 es un gran paso para aprovechar esta ventaja competitiva que tiene el país, pero su éxito depende de su implementación y, en particular, del desarrollo de un marco regulatorio, políticas y esquemas de trámites que faciliten y no obstruyan el proceso de implementación. La ley ofrece beneficios tributarios para el desarrollo de nuevos proyectos a nivel nacional, y garantías importantes para aplicaciones en zonas no interconectadas, lo que abre oportunidades sin precedente para aprovechar la generación distribuida.

Descentralizar con proyectos de generación distribuida, ecodistritos y microrredes puede ser crítico para la infraestructura energética, tal y

como sucedió cuando se abrió el espacio para los computadores personales después de que los megacomputadores dominaran el sector de la informática durante décadas en el siglo XX. La tendencia en el desarrollo de las tecnologías le da cada vez más poder de decisión al consumidor; tratar de evitar ese proceso puede reducir nuestras ventajas competitivas y nuestra capacidad de participación en mercados internacionales. El siguiente gran paso es generar conocimiento entre los consumidores (incluyendo legisladores), invertir en capacitación técnica e innovar con nuevos modelos de negocio.

El objetivo de este libro de autoría de Marlyn Ahumada Yanet es generar conocimiento sobre la importancia de la energía en el mundo a través de la historia, y de las energías renovables en el contexto internacional actual, haciendo énfasis en los avances, retos y oportunidades que tiene Colombia en el desarrollo de este sector.

Pablo Reyes Pinilla

Director del Centro de Estudios Estratégicos Latinoamericanos
Presidente interino y miembro del directivo del Consejo de
Energía Renovable para América Latina y el Caribe

Pablo Reyes Pinilla

Cofundador y director del Centro de Estudios Estratégicos Latinoamericanos (CEELAT) en Bogotá, Colombia. Es también socio en North Star Green, una consultora interdisciplinaria que trabaja para mejorar el desempeño social y ambiental de toda clase de empresa en América Latina; y actualmente es presidente interino y miembro del directivo del Consejo de Energía Renovable para América Latina y el Caribe (LAC-CORE). Trabajó como analista sénior en la empresa Onamics LLC enfocado en análisis de riesgos políticos en mercados emergentes; como analista en el Center for Strategic and International Studies (CSIS) en el Scholl Chair in International Business y en el Programa de la Américas; también fue analista en seguridad nacional en Science Applications International Corporation (SAIC); y ejecutivo de cuenta en Rudder-Finn Global Public Affairs con clientes como los gobiernos de Croacia y Kosovo en los Balcanes durante las negociaciones de los Acuerdos de Paz de Dayton de 1996.

Obtuvo su licenciatura en Psicología Socio-cultural y Relaciones Internacionales de Clark University y su maestría en Política Económica Internacional del School of International Service de American University en Washington, DC, EEUU.

Actualmente su trabajo está enfocado en política internacional y seguridad en América Latina, cooperación energética, desarrollo de iniciativas y proyectos verdes e inversiones de impacto.

Capítulo I

La energía mueve al mundo

Hay una fuerza motriz más poderosa que el vapor, la electricidad y la energía atómica: la voluntad.

Albert Einstein



Capítulo I

La energía mueve al mundo

La energía es el motor del planeta, independientemente de dónde y cómo se extraiga, se transforme o se utilice. Ha sido, y sigue siéndolo, la musa inspiradora de las grandes revoluciones industriales y tecnológicas que han posibilitado el desarrollo de las civilizaciones, y quizá por ello también la mayor provocadora de guerras y conflictos mundiales.

Y es que contar con energía adicional a la que produce el ser humano es imperativo para el progreso, porque el trabajo físico de una sola persona apenas se traduce en el equivalente a un kilovatio por hora al día. Por eso, antes de que se utilizara el carbón para obtener vapor como combustible, los grandes terratenientes mantenían múltiples esclavos –a los que solo debían alimentar– para que hicieran las labores propias de la agricultura: arar, sembrar, cosechar...

Por ejemplo, en Estados Unidos, donde se libró la guerra de secesión, los sureños (que poseían inmensos cultivos de algodón y su economía era agraria-esclavista), se resistían a liberar a sus numerosos esclavos, como lo deseaban los norteros (quienes no los necesitaban para trabajar la tierra, pues su economía era industrial-abolicionista). Únicamente cuando la maquinaria desarrollada para la agricultura resultó más barata que el mantenimiento de aquellos, dejó de ser rentable su compraventa.

Solo cuatro años después de terminado el conflicto en ese país (en 1869), J.I Case and Company produjo el primer tractor con motor a vapor, el Old No. 1 (Viejo No. 1). El mismo inventor había fabricado su primer motor de ese tipo en 1862, y utilizado para su producto el logo de "Old Abe" (un águila), el poderoso símbolo patriótico de la guerra civil norteamericana.

Pero unos años antes, en 1831, Cyrus Hall McCormick había inventado la cosechadora mecánica, que podía cortar 10 acres por día, el equivalente al trabajo de cinco hombres, y poco tiempo después, un dispositivo de recolección permitiría que cortase 40 acres en igual periodo de tiempo.



De manera que a los esclavos de carne y hueso los suplantaron los mecánicos, que en principio funcionaban con vapor y luego con otros combustibles y electricidad. Y a estos no hay que alimentarlos, ni proveerlos de grandes espacios para que ejecuten las tareas que se suponían pesadas para una persona. Los esclavos mecánicos han liberado del trabajo físico a los humanos.

Hay que decir, no obstante, que donde no existe energía abundante, barata y confiable, persiste la opresión.

Energía y revolución

Las veces que en la historia de la humanidad se ha hablado de “revolución” como un proceso de innovaciones socioeconómico, tecnológico, científico y cultural, el concepto ha estado ligado a la energía.

La primera fue posible gracias a la introducción de la máquina de vapor a la imprenta; en los albores del siglo XX, la segunda revolución industrial se debió a la liberación de un poder energético tal, que permitió la producción rápida y eficiente de artículos de alta calidad, que antes elaboraban pocos hombres durante largos periodos de tiempo. Y la tercera, la actual, que es la referida a la generación y desarrollo de nuevas tecnologías de la comunicación (Internet) y el desarrollo sostenible, se está llevando a cabo con las llamadas energías alternativas renovables, que pueden complementar, sustituir y superar con lujo los beneficios de las convencionales.

En general, son aquellas que no implican la quema de combustibles fósiles (carbón, gas y petróleo), y ello incluye a la energía nuclear. Pero cuando se introduce el concepto de “renovables”, la lista se refiere exclusivamente a la energía obtenida de recursos naturales en efecto *renovables* en forma natural, por lo cual también es posible hablar de ella como “energía verde”.

Cambio climático y cambio social

Era necesario retomar el concepto de “verde”. Porque, aunque con frecuencia son las consideraciones económicas las que prevalecen a la hora de tomar decisiones de política, a esa situación de meros costos se ha venido sumando con mayor insistencia el clamor de la sociedad, que ha levantado su voz para que los gobiernos abran los ojos al llamado “cambio climático”.

Se trata de que el planeta se está calentando a grados alarmantes, debido a la mayor emisión de gases de efecto invernadero (GEI), en especial del altamente nocivo dióxido de carbono (CO_2), provenientes en su gran mayoría de las fábricas y del transporte. Este último sector contribuye con el 40 por ciento del total global de su emisión. De hecho, por las carreteras del mundo circulan más de 1.000 millones de vehículos y se estima que en 2025 lo harán 1.800. Eso sin contar barcos y aeronaves que también consumen combustibles fósiles.



Las cifras son aterradoras y por ello la comunidad internacional ha venido realizando una serie de convenios para evitar que la fiebre de la Tierra se intensifique. Quizá el más importante es el Protocolo de Kioto¹ firmado por la mayoría de los países con el compromiso de reducir las emisiones de GEI, el cual, no obstante, se ha visto afectado porque Estados Unidos nunca quiso ratificarlo –a pesar de ser el mayor emisor global de gases contaminantes–, por el retiro de algunos miembros y por la imposibilidad de otros de cumplir a cabalidad sus compromisos.

El consenso universal en que el crecimiento sostenido de la economía planetaria en los tiempos que corren debe sustentarse en combustibles limpios ha impulsado su búsqueda. Sin embargo, la relación entre la cantidad de energía que se puede obtener con los medios actuales y el costo económico y ambiental de instalar los dispositivos para su proceso, han impedido su penetración notable.

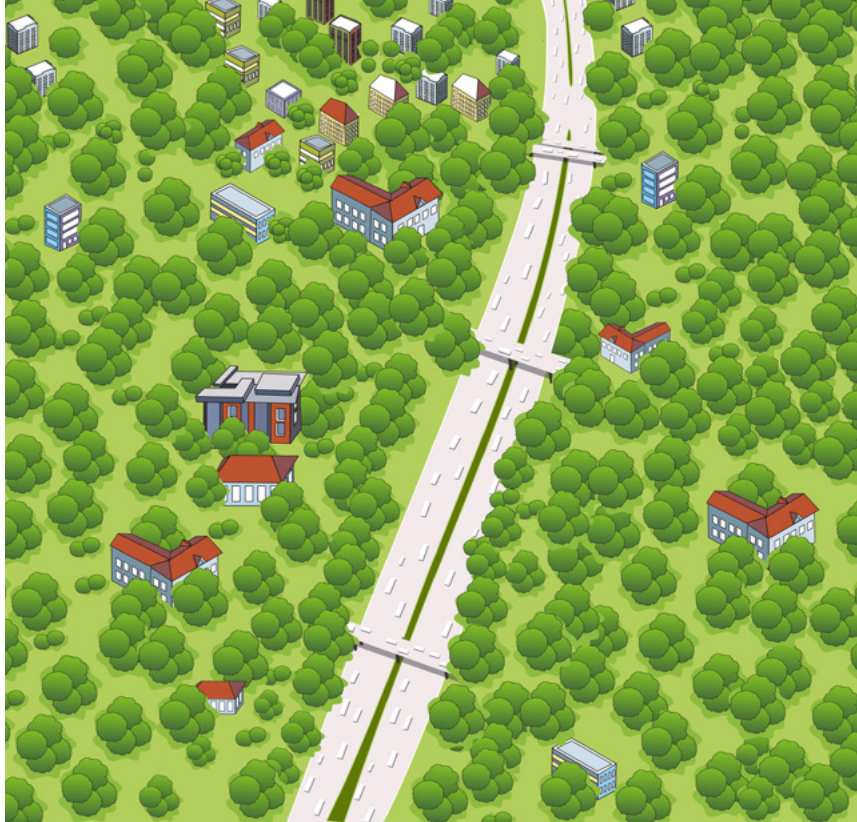
Lo que preocupa al mundo es especialmente el incremento de su población, que se duplicará en el año 2100, cuando el consumo de energía primaria al mismo tiempo se quintuplicará. Ya en los próximos treinta años la demanda energética crecerá 50 por ciento y la de combustibles líquidos, 55 por ciento, de acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA).

Ahora bien. Energía hay. Y para rato. Porque existen numerosas y variadas fuentes. El problema es que el medio ambiente no puede con ella; o mejor: no es viable con las formas convencionales de generarla. Por eso la emancipación del trabajo físico del ser humano le ha costado a su vez tener que respirar un aire menos limpio, y en casos “involucionar” del confort individualista al bienestar comunitario.

Un claro ejemplo de ello lo representa Hamburgo, la segunda ciudad más grande de Alemania, que está implantando la Green Network, un audaz plan de desarrollo urbano cuya entrada en el escenario, en el año 2034, prohibirá el tránsito de los automóviles por su centro, y convertirá a miles de viajeros en usuarios del transporte público, ciclistas y peatones.

El proyecto cubrirá alrededor del 40 por ciento de la ciudad y conectará parques, áreas recreativas, cementerios y jardines con una amplia red de caminos verdes.

1 El Protocolo de Kioto entró en vigor el 6 de febrero de 2005. Se trata de un acuerdo internacional con el objetivo de reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global: dióxido de carbono, gas metano y óxido nitroso, además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre.



Uno de los objetivos de la Green Network, aparte de hacer la ciudad más verde, tranquila y agradable para vivir, es adaptar a este importante puerto del Mar del Norte al cambio climático, cuyas temperaturas medias han aumentado de 1,2 hasta 9 °C, y los niveles del mar en 20 centímetros durante los últimos 60 años. Además, ayudarle a la ciudad a absorber las emisiones de CO₂ y de paso evitar las recurrentes inundaciones, en especial si se toma en cuenta que las proyecciones indican que el nivel del mar aumentaría de 30 a 110 centímetros para el año 2100.

A propósito, valga hacer una digresión para referirse a los neerlandeses, quienes afirman que su mayor preocupación durante toda su historia ha sido la de “mantener los pies secos”. No es para menos: una cuarta parte de su territorio está por debajo del nivel del mar, así que son pioneros en adaptarse al cambio climático con la mitigación de sus emisiones; la construcción de grandes diques, barreras y compuertas; el ahorro de energía y el desarrollo de las alternativas renovables, como la eólica, por ejemplo, cuyos molinos están incorporados en el conocido internacionalmente paisaje holandés de postales de correo.

Como los Países Bajos son grandes exportadores de flores, que para crecer necesitan calor y CO₂, se les ocurrió, entre otras, la gran idea

(OCAP²) de suministrar este GEI desde las fábricas que lo emiten a los invernaderos cercanos que las producen. De esta forma se “matan” dos pájaros de un tiro: por un lado, se implementa un sistema de captura y almacenaje de dióxido de carbono inocuo y sostenible, contrario al anteriormente usado de gas natural para el mismo propósito de combustión, y, por otro lado, las dos partes implicadas obtienen beneficios.

Volviendo al tema del diseño de cinturones verdes en Alemania, ciudades como Londres tienen uno, pero no se compara con el gran proyecto de Hamburgo. Algo similar se encuentra en Copenhague, que en la actualidad trabaja en la construcción de una red de 26 llamadas “autopistas de la bicicleta”, como parte de su objetivo de convertirse para el año 2050 en una ciudad neutral en emisiones de carbono. Eso es porque, luego de la crisis petrolera de 1970, el medio ambiente se volvió prioritario en la agenda de la capital danesa. Una serie de leyes de planificación urbana redefinió el espacio público de la ciudad e impulsó el ciclismo en lugar del automovilismo. Una de las medidas más importantes que tomó para hacerlo fue elevar a 180 por ciento el impuesto a las ventas en cualquier automotor nuevo. Lo cual significa que si un carro vale en el mercado 20.000 dólares, quien lo compre pagará por él 50.000.

Por otra parte, y también en Alemania, el desarrollo suburbano Vauban en las afueras de la ciudad de Friburgo prohibió totalmente los vehículos en sus calles, que solo pueden recorrerse a pie o en bicicleta. Quienes no han querido deshacerse de ellos, se ven obligados a pagar costosos parqueaderos situados lejos del suburbio.

Así hay ejemplos en miles de ciudades y municipalidades en todo el mundo, con planes y políticas audaces para avanzar en la consecución de energía renovable, con la idea no solo de bajar sus emisiones de carbono, sino también de generar empleo, satisfacer la demanda creciente de energía y hacer más agradable la vida ciudadana. En algunos casos, los gobiernos nacionales siguen con atención tales desarrollos para extenderlos a todo el país.

En India, por ejemplo, una cincuentena de ciudades lanzaron políticas e iniciativas como respuesta a los programas nacionales de “ciudades solares”. En Brasil, Indonesia, India y Suráfrica se inició en 2012 un proceso para seleccionar ocho municipalidades modelo en el desarrollo de estrategias que incluyan el empleo de energías renovables para bajar las emisiones. Están aplicando una metodología común desarrollada por los gobiernos locales.

2 OCAP es una unión temporal (UTE) entre la empresa Linde gas y Volkerwessels, que tuvo la iniciativa de capturar y almacenar dióxido de carbono (CO₂) en las fábricas, y suministrarlo a los invernaderos donde se cultivan las famosas flores neerlandesas.

En Estados Unidos, ciudades con empresas locales de servicios públicos adoptaron *feed-in tariffs* (FIT)³ en 2012 para alcanzar sus objetivos de electricidad renovable y complementar los estándares estatales en la materia. Basadas en el éxito del FIT solar de 2009, de Gainesville (Florida), Los Ángeles y Palo Alto, en California, al igual que Long Island, en Nueva York, aplicaron el mismo mecanismo para proyectos similares en 2012, y otras, como Fort Collins (Colorado), hicieron efectivos sus planes de ese tipo en 2013.

Las *feed-in tariffs* corresponden a una política de suministro de energía que promueve el rápido despliegue de los recursos energéticos renovables. Un FIT garantiza los pagos a quienes desarrollan energía renovable para producir su electricidad. Los pagos pueden componerse solo de electricidad o de electricidad y certificados de energía renovable, y se conceden generalmente como contratos a largo plazo entre 15 y 20 años.

Debido al creciente auge de pequeñas instalaciones de energía renovable, el autoconsumo con balance neto se ha regulado en diversos países, y hoy día es una realidad en Alemania, Italia, Dinamarca, Japón, Australia, Estados Unidos, Canadá y México, entre otros.

Ahora bien; metrópolis que no tienen objetivos trazados para disminuir sus emisiones de carbono han tenido que tomar medidas inmediatas drásticas y controversiales, porque hechos contundentes han desbordado las proyecciones. Fue el caso de París, que en marzo de 2014 restringió el tráfico para frenar la contaminación del aire, la cual llegó a niveles cercanos a 180 microgramos de partículas PM10⁴ por metro cúbico, más del doble del límite de seguridad ubicado en 80. Implementó el método, en Colombia llamado “pico y placa”, según el cual cierto día pueden transitar los automóviles con placas terminadas en número par y al día siguiente, en impar.

En Ciudad de México se había intentado algo parecido en 1989, pero el plan fracasó pues, quienes pudieron, adquirieron otro vehículo con diferente número de matrícula, muchos de ellos viejos, por lo que provocaban mayor contaminación. De hecho, el Banco Mundial encontró que la medida no había proporcionado ninguno de los beneficios previstos, al tiempo que la Universidad de California informó que los niveles de contaminación del aire de la capital azteca se habían elevado.

3 *Feed-in tariffs* son básicamente pagos a los usuarios de energía por la electricidad renovable que produzcan. De manera que se constituye en un instrumento normativo para impulsar el desarrollo de las energías renovables no convencionales y la generación de empleo.

4 Diminutas partículas dispersas en el aire con un diámetro menor de 10 micrómetros.

Dos ciudades colombianas, Bogotá y Medellín, adoptaron desde hace más de una década programas para alejar a sus habitantes de los volantes y montarlos en una rutina diferente. Además del “pico y placa”, implantaron el “día sin carro” (uno al año), cuando los ciudadanos están obligados a dejar sus vehículos en la casa y caminar, o trasladarse en bicicleta o en transporte público. En la capital del país, de más de siete millones de habitantes, se estima que durante la jornada hay en las calles 600.000 automóviles menos.

En Shanghái (China), donde habitan alrededor de 23 millones de personas y cuyo crecimiento económico ha traído consigo una enorme cantidad de automóviles adicionales, la contaminación en 2013 superó en 31 veces los niveles de seguridad recomendados. El gobierno entonces decidió subastar mensualmente un límite estricto de nuevas placas, cuyo costo está fuera del alcance de la gente de pocos recursos. Pero, aunque a simple vista la medida parecería adecuada, no restringió los vehículos militares, y en consecuencia hoy día hay un gran negocio de ventas de placas falsas de ese tipo, que pueden llegar a costar 45.000 dólares cada una, con una validez de seis años.

¿Le importa al medio ambiente la eficiencia energética?

Con todo, muchos dirán que la eficiencia energética es mayor cada día. Esto es, que el consumo de energía disminuye en la medida en que la gente busca asimismo disminuir costos y en casos coadyuvar a la sostenibilidad ambiental. Aunque eso es así, al planeta Tierra poco le importa. Para ilustrar la afirmación, es bueno recurrir al siguiente enunciado del magnate de la tecnología Bill Gates:

$$CO_2 = P \times S \times E \times C$$

En la ecuación, P es la población, S son los servicios por persona, E la energía por servicio y C el CO₂ por unidad de energía.

Como están las cosas, de esa ecuación puede decirse que la población va en rápido aumento, junto con los servicios por persona que ello comporta. Pero al mismo tiempo, la energía por servicio disminuye, al igual que el CO_2 por unidad de energía. Claramente hay una ganancia en eficiencia energética, pero eso no tiene efectos positivos sobre el medio ambiente, toda vez que mientras siga creciendo el uso de energía seguirán haciéndolo las emisiones de gases de efecto invernadero.

Según la paradoja de Jevons⁵, a medida que el perfeccionamiento tecnológico aumenta la eficiencia con la que se usa un recurso, es más probable que en vez de disminuir, el consumo de ese recurso aumente. Lo que significa que, a la postre, la introducción de tecnologías con mayor eficiencia energética puede aumentar el consumo total de energía.

En otras palabras, con el nacimiento de un ser humano emerge una nueva necesidad individual de energía y con ello la huella nociva de aquel sobre su propio hogar será cada vez más decidida, profunda e irreversible.

Por supuesto que si a las mejoras en la eficiencia siguen sumándose los mayores usos de la energía renovable no convencional, se



5 Denominada así por el nombre de su enunciador, William Stanley Jevons.

logrará reducir las futuras emisiones de gases de efecto invernadero. El mayor potencial podría alcanzarse con la coordinación de energía renovable y las políticas de eficiencia energética.

Las mejoras futuras en la eficiencia energética son significativas en todos los países. De hecho, la Organización del Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas (Unido, por su sigla en inglés), estima ahorros potenciales de energía de entre 23 y 26 por ciento en el sector manufacturero mundial. Otros estudios muestran que en los edificios nuevos y existentes, el uso de energía final global para calefacción y enfriamiento podría reducirse alrededor de 46 por ciento en 2050, comparado con los niveles de 2005, mediante la aplicación de mejores prácticas y tecnologías de eficiencia de energía.

Y es que las políticas para avanzar en el uso de energías renovables y tecnologías en la eficiencia energética, que hasta ahora habían sido esporádicas, por fortuna han empezado a ganar espacio en las esferas gubernamentales.

Por ejemplo, Alemania está en el proceso de transformar su sector energético mediante el programa *Energiewende* (transición energética). La idea es hacer inversiones sustanciales de largo plazo para combinar avances tanto en energías renovables como en eficiencia energética, en todos los sectores de la economía.

En Italia, con el objetivo de coadyuvar a estimular el crecimiento económico, la nueva estrategia nacional de energía prioriza el diseño y la implementación de energía renovable y medidas de eficiencia energética más allá de los objetivos 2020 de la Unión Europea.

En todo el mundo hoy día también hay una mayor conciencia del impacto que el comportamiento del consumidor tiene cuando opta por sistemas de energía renovable y adquiere productos eficientes en energía. Ahora se reconoce que su conducta es crítica para el éxito de la implantación y la planeación de políticas, y se le está dando énfasis a crear hábitos y estilos de vida más inteligentes.

Otro aspecto para resaltar es la mayor coordinación estratégica de las organizaciones que se enfocan en el desarrollo sostenible ligado a la eficiencia energética y a las energías renovables no convencionales. Por ejemplo, el Banco Mundial y el GEF (Global Environment Facility) aprobaron en 2011 esquemas de energía verde para un proyecto que integra la eficiencia energética y las tecnologías limpias de energía para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en Changning, un distrito de Shanghái.

Asimismo, el Banco Interamericano de Desarrollo y el Japanese Trust Fund Consultancy están desarrollando un proyecto piloto en México para combinar energía renovable (especialmente solar) y eficiencia

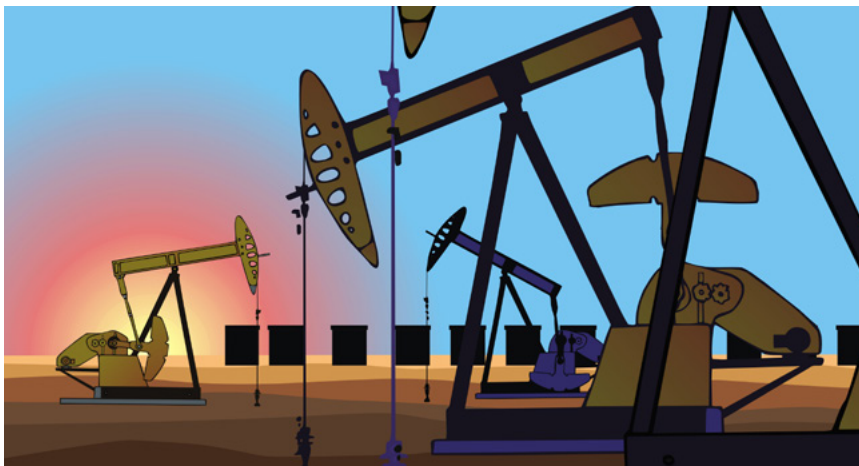
energética para residencias de bajos ingresos conectadas a la red eléctrica. Y la FAO (la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) lanzó un programa para incrementar la eficiencia energética y las energías renovables en la cadena agroalimentaria, mientras se mejora el acceso a la energía en las áreas rurales.

Pero quizá la más significativa de todas es la iniciativa de las Naciones Unidas Energía sostenible para todos (SE4all), que procura proveer el acceso universal a los servicios modernos de energía, aumentar las tasas de eficiencia energética y expandir el uso de los recursos de energía renovable al mundo, por objetivos.

La gran provocadora de conflictos

La gran mayoría de los conflictos bélicos de la era actual se han librado por el control de recursos energéticos fósiles, especialmente del petróleo, sobre el que han girado en buena medida la política y la economía mundiales, y la seguridad de las grandes potencias. Tal situación no es de extrañar, si se tiene en cuenta que las dos terceras partes de ese combustible que utiliza el mundo industrializado, especialmente Estados Unidos, provienen de apenas cinco países que concentran el 75 por ciento de las reservas petroleras mundiales⁶.

Hay que aclarar, no obstante, que a finales de 2013 Estados Unidos se convirtió en el mayor productor mundial de hidrocarburos, al punto de superar a Rusia y a Arabia Saudita.



⁶ Arabia Saudita, Irak, Irán, Kuwait y Venezuela.

Las alarmas del universo dependiente de la energía tradicional se prenden cada vez que hay crisis diplomáticas y económicas provocadas por el también llamado “oro negro”, y entonces comienzan nuevas investigaciones y se desempolvan proyectos que buscan encontrar alternativas locales baratas. Pero el impulso dura poco. Porque tan pronto dejan de soplar los vientos de guerra y se calman los ánimos, el mercado vuelve a la normalidad y de nuevo las urgencias económicas del momento doblegan a las inciertas novedades energéticas en principio costosas.

Por ejemplo, durante la Segunda Guerra Mundial, debido a las dificultades que le representaba abastecerse de energía en el exterior, la Alemania nazi usó sus grandes reservas de carbón para convertirlas en combustible líquido –mediante el llamado método Fischer-Tropsch (FT)⁷– y con ello alimentar con keroseno a su flota de aviación y suplir más de la mitad de las necesidades de combustibles del país⁸.

Por la misma época, Japón también obtuvo hidrocarburos a partir del carbón utilizando igual tecnología y otras, pero de la misma manera que las alemanas, sus plantas sufrieron daños por los bombardeos aliados, y después de la guerra la mayoría fueron desmanteladas.

Para prevenir que la tecnología FT llegara a manos de Rusia, los gringos capturaron a los científicos germanos que la habían trabajado y enviaron a siete de ellos a hacer lo propio en Estados Unidos, en el marco de la Operación Paperclip⁹. No obstante, en 1953 ese país abandonó el programa.

Justamente por los mismos años en los que renació el método en la Suráfrica del apartheid –también rica en carbón–, para hacer frente a un embargo internacional de petróleo. Vale decir que todavía hoy se produce de esa manera un buen porcentaje de los combustibles de automoción que se consumen allí, y que el carbón sigue siendo el combustible masivo por excelencia.

La nuclear, quizá la fuente energética más abundante que existe, fue utilizada en primera instancia como la gran arma destructiva: podero-

7 El proceso Fischer-Tropsch fue patentado en 1925 por los alemanes Franz Fischer y Hans Tropsch. La empresa Ruhrchemie AG la llevó a escala piloto en 1934, y se industrializó dos años más tarde.

8 A principios de 1944, el Reich producía a partir de carbón unos 124.000 barriles/día de combustibles, de los cuales un poco más del 90% alimentaba sus aviones y suplía alrededor del 50% del combustible total del país.

9 La Operación Paperclip (originalmente Operación Overcast) fue el nombre que el Servicio de Inteligencia y Militar de Estados Unidos le dio a la operación mediante la cual capturó y secretamente envió a su país a más de 700 científicos y a sus familias, los cuales habían trabajado para la Alemania nazi en las llamadas “Armas maravillosas del Tercer Reich”, entre las que se encontraban las nucleares.



sísimas bombas nucleares lanzadas sobre ciudades japonesas al mismo tiempo que le pusieron fin a la Segunda Guerra Mundial, dieron inicio a la carrera armamentista sin precedentes de los dos grandes bloques (socialista y capitalista) que se conformaron entonces.

Las crisis del petróleo de 1973 y de 1980 de nuevo alborotaron los sentidos del planeta energético, y los ojos se volvieron una vez más hacia las fuentes alternativas de combustibles líquidos. Algunas empresas (como Shell) retomaron "viejas" tecnologías de FT (pero ahora no para extraerlos del carbón sino del gas), y otras miraron hacia la naturaleza con sus infinitos recursos energéticos, pero se centraron en los renovables.

En 1990 la Guerra del Golfo librada a cuenta del "Florero de Llorente" de marras también puso su cuota de preocupación por la energía. Sin embargo, en la última década del siglo pasado los proyectos alternativos para obtenerla se dejaron en *stand by*, debido a que las alteraciones de los precios del combustible fósil fueron relativamente pasajeras.

Ese receso en el avance de las investigaciones y de la puesta en marcha de operaciones para darle un nuevo rostro al mapa energético mundial, duró poco. Entre 2000 y 2008 el barril de petróleo pasó de 30 a 145 dólares, cuando principió a estabilizarse alrededor de los 100.

Los albores del nuevo siglo presenciaron entonces el renacimiento del interés por desarrollos novedosos, en medio de la actual revolución industrial (y tecnológica) de la humanidad. Asimismo el fogoso nacimiento de una nueva filosofía que privilegia el cuidado del medio ambiente, crecientemente deteriorado por los combustibles convencionales.

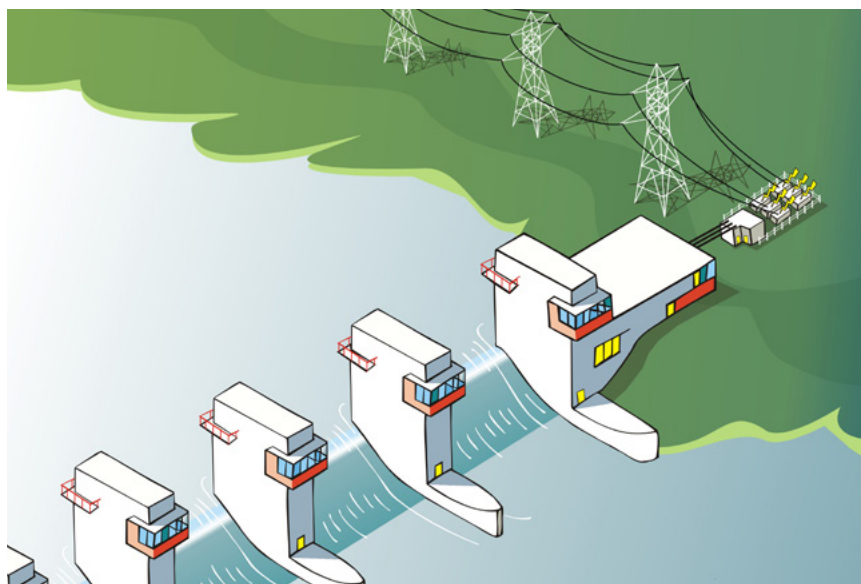
De manera que ahora las pugnas, si bien continúan llevándose a cabo en la órbita de lo energético, están librándose cada vez menos en el cuadrilátero fósil, para trasladarse al de los recursos renovables. Y ello es así, porque aunque se siguieran encontrando nuevos yacimientos de petróleo, de carbón y de gas, y nuevos métodos para extraerlos, los terrícolas saben que su especie no será sostenible a menos que los abandonen, pues su uso desmedido e indiscriminado está acabando a pasos agigantados con el planeta que habitan. Por eso en general están buscando que su eficiencia energética sea limpia y sostenible, de esa que se halla en los países que tienen en abundancia recursos naturales como tierra cultivable, agua, sol y viento, entre otros.

No extraña entonces que la agricultura mundial se esté redefiniendo, y ya no sea vista solo como una fuente de alimentación para satisfacer a 8.450 millones de humanos que se estima habrá en el año 2030, sino también como una fuente de energía infinita para de la misma forma satisfacer a igual cantidad de población.

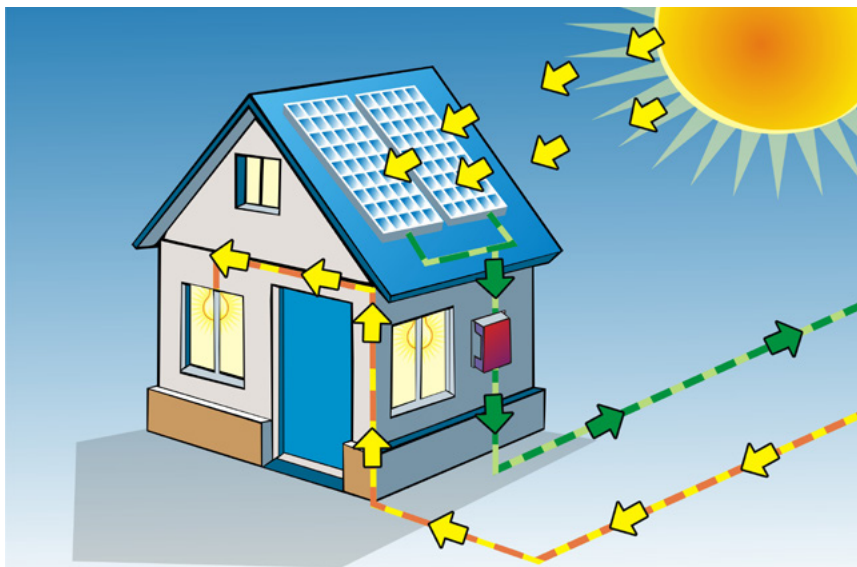
Las energías renovables alternativas

Entre las energías renovables alternativas a las derivadas de las nocivas para el planeta, fósiles, se cuentan la hidráulica, la solar, la eólica, la geotérmica, la maremotérmica, el hidrógeno, la nuclear y la biomasa, entre otras.

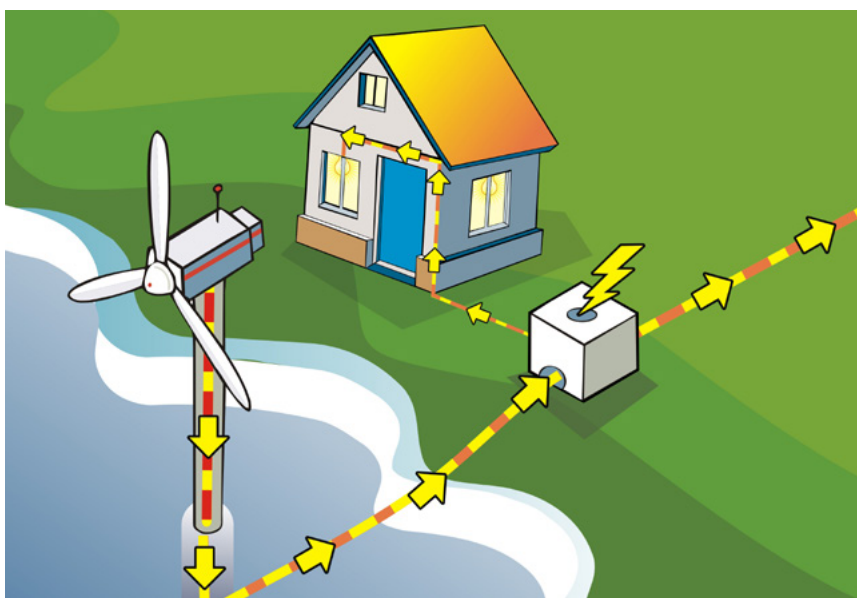
La hidráulica se obtiene del aprovechamiento de las corrientes acuáticas, los saltos de agua o las mareas. Es la más difundida en el mundo de hoy, y se considera “verde” por cuanto en principio su impacto ambiental es mínimo y emplea la fuerza hídrica. Su uso más significativo se aprecia en las centrales hidroeléctricas de presas.



La energía solar, por su parte, se vale del calor y de la luz del sol por medio de captadores como por ejemplo células fotovoltaicas o colectores térmicos que la transforman en energía eléctrica o térmica. Japón es su principal productor, seguido de Alemania.



La energía eólica tiene al viento como fuerza motriz, especialmente para producir electricidad mediante los llamados aerogeneradores que se conectan a las grandes redes de distribución de energía eléctrica. Cada vez son más los países que se suman a su producción, registrada en parques eólicos terrestres y marinos, cerca de las costas. Constituyen una fuente de energía barata y competitiva, en particular en regiones que no tienen acceso a la red eléctrica.

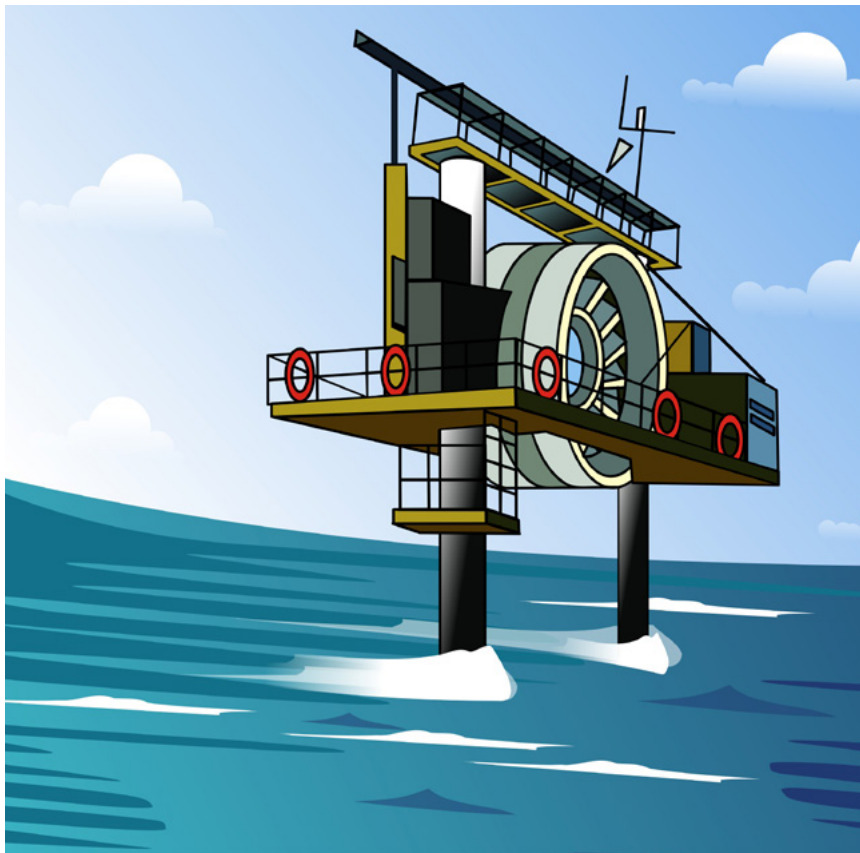


A finales de 2013 la capacidad instalada mundial de energía eólica era de 318 gigavatios y dos años antes había generado alrededor del 3 por ciento del consumo de la electricidad mundial. Dinamarca es el país que más la emplea: alrededor del 25 por ciento de su electricidad proviene del viento. Pero la lista es amplia, en la medida en que cada vez más naciones la prefieren. Tanto, que alrededor de una centena la utilizan de forma creciente para proporcionar energía eléctrica en sus redes de distribución, y su capacidad anual está registrando tasas superiores al 20 por ciento. Un ejemplo de ello es España, donde está contribuyendo a la cobertura de la demanda, por encima inclusive de la energía nuclear, que allí representa el 12 por ciento de la matriz energética.

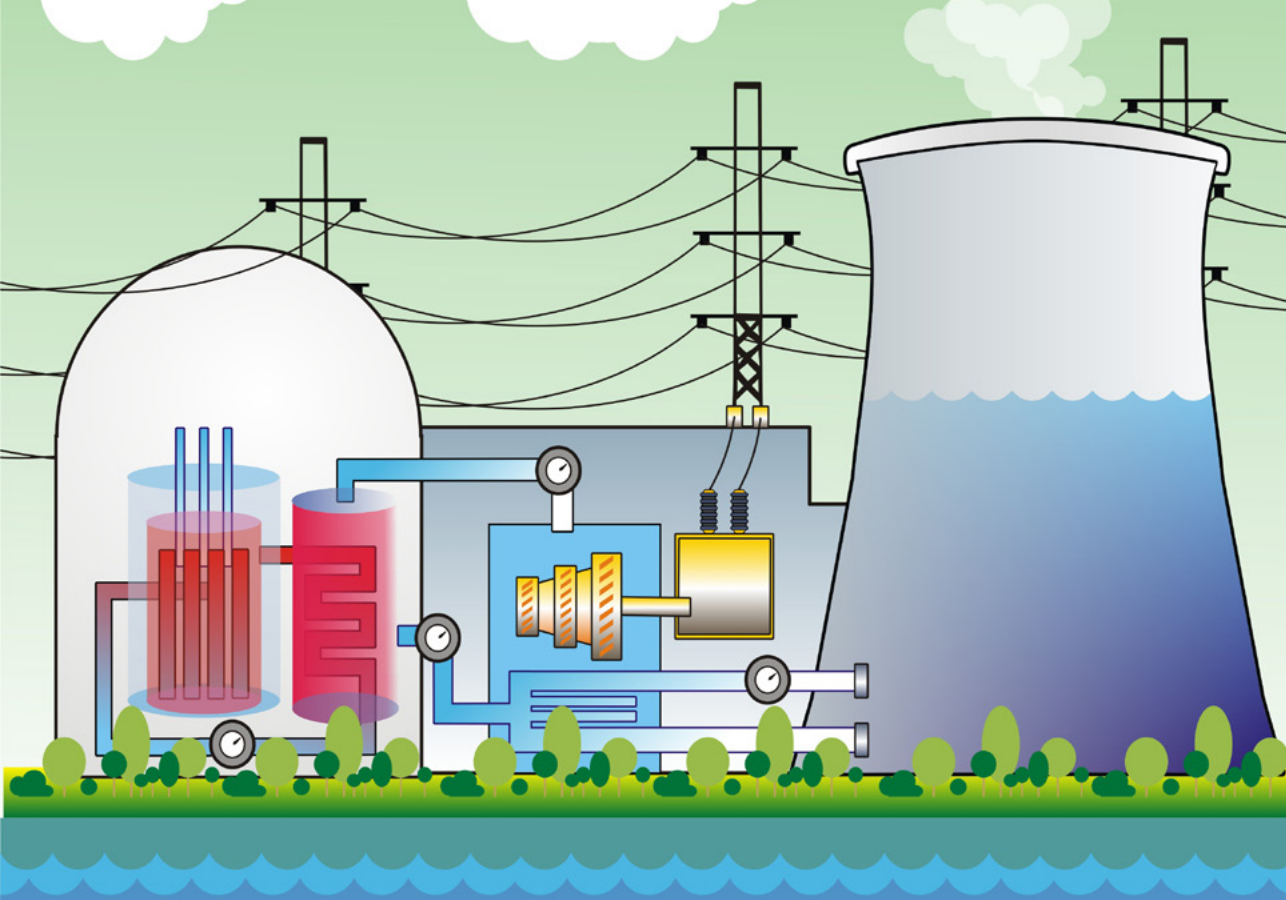
La energía geotérmica se obtiene aprovechando el calor interior de la tierra, expresado en géiseres o fuentes termales. Tiene ciertas restricciones como que no está disponible en todas partes. Por supuesto existen zonas donde hay mayor acceso a ella por su cercanía a volcanes o por poseer características geológicas peculiares. Se utiliza especialmente para obtener calefacción o aire acondicionado y refrigeración, al igual que para generar energía eléctrica.



Asimismo se encuentran la energía mareomotriz, que echa mano de las mareas para producir electricidad, y la cinética, que se vale de la energía que posee un cuerpo debido a su movimiento (es la que se usa por ejemplo en las montañas rusas: una vez que se consigue esta energía durante la aceleración, el cuerpo mantiene su energía cinética salvo que se cambie su velocidad). Por su parte, la energía mareotérmica utiliza las diferencias entre las aguas oceánicas profundas – más frías–, y las superficiales –más cálidas–, para mover una máquina térmica y producir electricidad. La energía azul (o potencia osmótica) es la obtenida por la diferencia en la concentración de la sal entre las aguas de mar y de río.



Otra fuente limpia es el hidrógeno, que es un abundante elemento y uno de los más versátiles de la naturaleza, pero cuya puesta en práctica extendida es aún costosa, por las limitaciones en las tecnologías y en la infraestructura para producirlo, transportarlo y distribuirlo. En la actualidad se utiliza en la síntesis de amoníaco, la refinación de petróleo, la obtención de químicos orgánicos y como combustible de cohetes, entre otros.

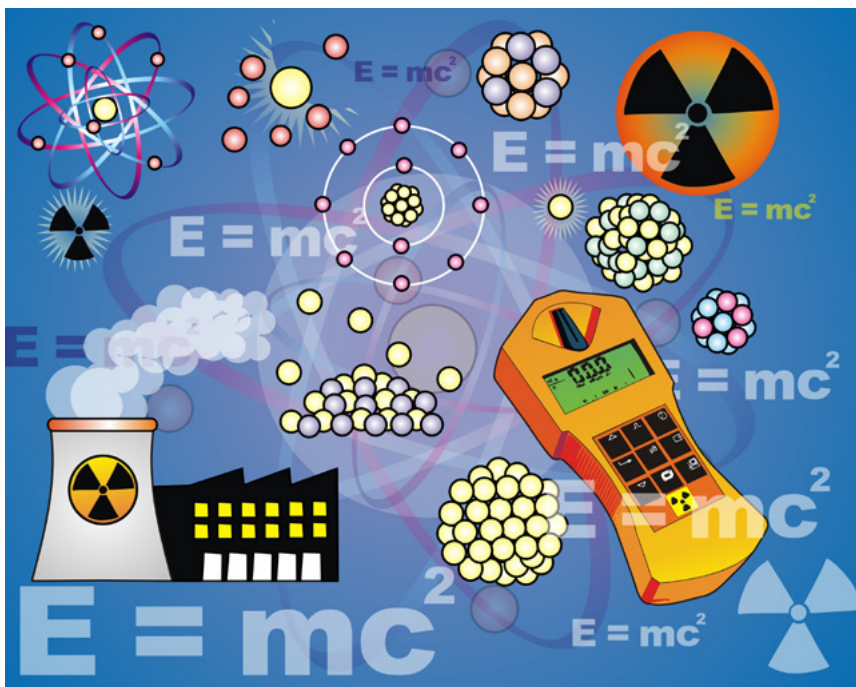


No puede dejar de mencionarse la energía nuclear (o atómica), sobre la cual se está desarrollando investigación global conjunta¹⁰. Es la que se libera durante la fisión o la fusión de núcleos atómicos. Y aunque su origen se antoja difícil de entender, lo importante es saber que las cantidades de energía así producidas superan por mucho a las logradas mediante procesos químicos que solo implican las regiones externas del átomo.

En otras palabras, este tipo de energía se libera de manera espontánea o artificial en las reacciones nucleares, y es posible aprovecharla para obtener energía eléctrica, térmica y mecánica. También puede transformarse en armamento nuclear. En sus inicios, se utilizó para

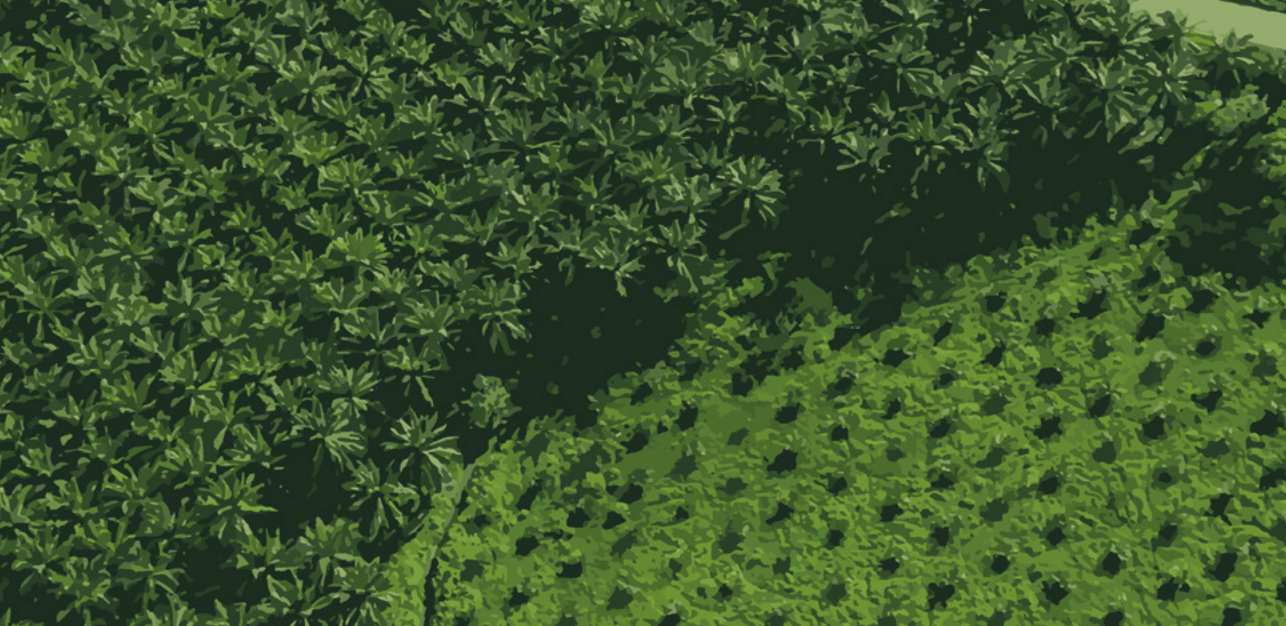
10 El ITER, un experimento científico a gran escala que intenta demostrar que es posible producir energía de forma comercial mediante fusión nuclear. Se está construyendo en Cadarache (Francia), y se espera que comience a operar en el año 2016. Sus siete socios son: la Unión Europea, Japón, Estados Unidos, Corea del Sur, India, Rusia y China.

la fabricación de material para bombas, pero también –aunque con fines igualmente bélicos– para la generación de electricidad. Incluso en reactores de fisión se obtuvo un gran sustituto del diésel para la propulsión de buques de uso militar (submarinos, portaaviones y otros), que después se amplió al uso civil, en rompehielos y cargueros.

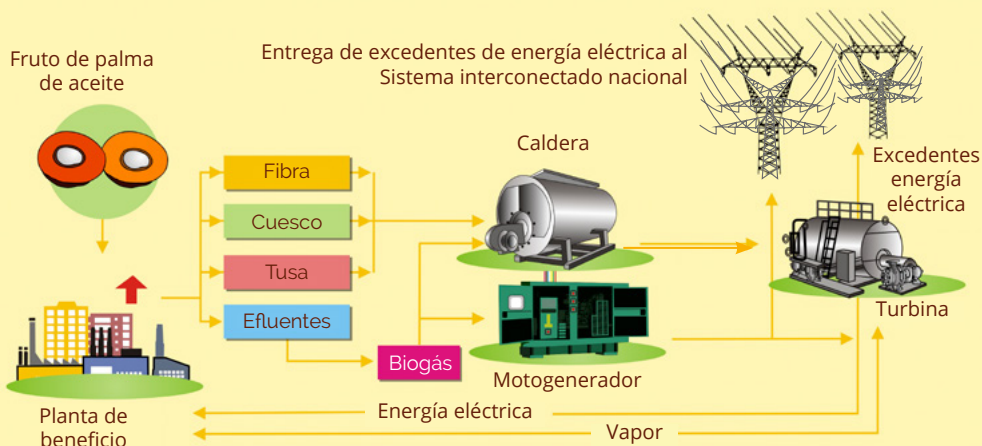


Como no se alimenta de combustibles fósiles, no emite gases de efecto invernadero, y esa es su mayor ventaja. Además, consume muy poco combustible para generar una gran cantidad de energía, y se dice que sus reservas son suficientes para abastecer a todo el planeta durante más de un siglo.

Empero, y esa es su mayor desventaja, también produce residuos nucleares que tardan miles de años en descomponerse, los cuales es necesario disponer en depósitos aislados y controlados, para evitar que repercutan en el medio ambiente y produzcan mutaciones en las generaciones futuras. Aunque existen métodos para almacenarlos, como los contenedores cerámicos, o el más recientemente propuesto de cuevas profundas (almacenamientos geológicos profundos), lo cierto es que ninguno puede garantizar su hermetismo total por los siglos de los siglos que necesitan para “desaparecer” o por lo menos para dejar de ser nocivos.



Pero sin lugar a dudas, la biomasa, que es la energía producida a partir de residuos agrícolas y forestales, se constituye hoy en foco de atención mundial, especialmente de los países en desarrollo, que tienen ventajas comparativas para obtenerla. Eso es así porque los combustibles que de ella se obtienen en particular para mover parque automotor, pueden llevarse a la práctica con economía y eficiencia en un periodo corto de tiempo, mientras se resuelven los problemas corrientes de otras fuentes limpias con igual objetivo. Entre estos, son el bioetanol y el biodiésel los que se han ido abriendo espacio con rapidez, y hoy son varios los países que los mezclan respectivamente con gasolina y diésel (conocido en Colombia también como ACPM¹¹).



11 Aceite combustible para motores.

El bioetanol es un compuesto químico obtenido a partir de la fermentación de los azúcares, que es posible utilizar solo o mezclado en diferentes proporciones con gasolina. Tiene múltiples usos, entre otros como añadido para oxigenar la gasolina normal, en remplazo del éter metil tert-butílico (MTBE), tildado de ser el responsable de una considerable contaminación del suelo y del agua subterránea.

Precisamente como procede de la fermentación de los azúcares, puede originarse en un gran y variado número de cultivos como caña de azúcar, maíz, remolacha, sorgo dulce, papa y yuca, entre otros.

Hasta hoy, tres países han desarrollado programas de envergadura para producir bioetanol como combustible: Estados Unidos, a partir de maíz, y Brasil y Colombia, que lo obtienen de la caña de azúcar. Sus principales fabricantes son Estados Unidos y Brasil, que responden por el 70 por ciento del total, seguidos por China, India y Francia.

La industria del bioenergético ha crecido incentivada por las señales de los mercados locales en países como Tailandia, Filipinas, Guatemala, República Dominicana y Colombia. En Europa, Alemania y España lideran el incremento de su producción.

Por su parte, el biodiésel proviene de aceites vegetales y grasas animales, usados o no, sometidos a la transesterificación, un procedimiento consistente en añadirles un alcohol (etanol o metanol) y, con ayuda de un catalizador, transformarlos en metil éster (biodiésel) y glicerina.

Fue el alemán Rudolf Diesel el que inventó y patentó a finales de los años 1800 el motor que lleva su nombre. Lo dio a conocer en 1900 durante la Exposición Mundial de París como el primero construido para biocombustibles basados en aceite de palma o de coco, aunque para su demostración utilizó el de maní.

El biodiésel se puso de moda en los primeros años de la década de 2000, cuando los precios del petróleo y de los aceites vegetales comenzaron a equipararse.

Tiene ventajas como que se degrada con facilidad; mezclado con diésel mejora la lubricidad del combustible fósil; por su menor volatilidad es más seguro de transportar y manipular, y por sus propiedades lubricantes es un buen aditivo que reduce el desgaste del motor de los vehículos. Además, merma las emisiones de hollín y produce menor cantidad de dióxido de carbono durante su combustión. A diferencia de los hidrocarburos, no contiene benceno u otras sustancias cancerígenas o contaminantes que favorecen las enfermedades respiratorias.

Las primeras pruebas técnicas con biodiésel se realizaron en 1982 en Alemania y Austria, y finalmente tres años después se construyó en este último país la primera planta piloto de producción europea.

En las últimas décadas, Francia, España e Italia también han incurrido en la industria de la tecnología para producirlo a partir de colza y girasol.

La Unión Europea responde por el 50 por ciento de la producción global de biodiésel.

En Latinoamérica, Brasil, con un importante bagaje de treinta años en la producción de etanol, se lanzó en la década de 2000 a hacer lo propio con biodiésel, aprovechando su condición de líder mundial en aceites vegetales, particularmente de soya, posición que comparte con Argentina. A propósito, el país de la pampa solo un quinquenio después de estar fabricando biodiésel de manera comercial, en 2011 se convirtió en el tercer productor mundial y principal exportador a Europa.

Colombia, que es el primer productor latinoamericano de aceite de palma y el cuarto en el mundo, se inició en los combustibles renovables en 2001, cuando la ley obligó a mezclar alcoholes vegetales con la gasolina. Tres años más tarde, se otorgaron beneficios para cultivos de tándalo, entre ellos la palma aceitera, y así se abrió el espacio al biodiésel. En el año 2007, el nuestro se convirtió en el primer país en producir biodiésel de palma a escala comercial. Tiempo después, lo seguirían Malasia e Indonesia.

Estudios sobre el beneficio-costo del uso del biodiésel de aceite de palma en Colombia confirman un balance positivo en materia de generación de empleo rural, reducción de la mortalidad y de la morbilidad asociadas a la contaminación del aire, disminución de importaciones de diésel fósil y eliminación del uso de lubricantes. En términos económicos, se estima que el programa de biodiésel de aceite de palma le generará al país 3.300 millones de dólares en un periodo comprendido entre los años 2007 y 2025, con la mezcla actual de B10¹².

Es importante mencionar que en la última década surgió un debate universal denominado *food vs. fuel* (comida vs. combustibles), debido a que tierras antes empleadas exclusivamente para producir alimentos, ahora también se emplean para sembrar materia prima destinada a los agroenergéticos. Por supuesto que algo así es preocupante, porque podría comprometer el acceso de los más pobres a los alimentos, más aún cuando el gobernante cambio climático está ordenando épocas locas de sequías e inundaciones, lo que sin duda golpea la oferta en tiempos de una demanda creciente debida al mayor consumo de las economías emergentes, el aumento de la población mundial y el incremento en el uso de biocombustibles.

12 Mezcla de 10% de biodiésel de palma con 90% de diésel fósil.

Esa es una de las razones por las cuales se ha intensificado la búsqueda de biocombustibles que no provengan de productos que sirvan también como alimentos.

Las algas han resultado ser una fuente riquísima de biodiésel, pues su crecimiento vertiginoso (se duplican cada 24 horas), sucede con un gasto de energía comparativamente muy bajo. Además, en su desarrollo absorben dióxido de carbono que, junto con agua, es lo único que necesitan para crecer. Cada kilo de algas consume entre 2 y 3 kilos de CO₂, así que son el mejor sistema de captura y almacenamiento de este GEI.

Por fortuna para Latinoamérica, y en particular para Colombia, la plantación de agrocombustibles no representa amenaza alguna para la seguridad alimentaria, dado su potencial de tierras para producir alimentos. Así lo evidencian, entre otros estudios, los realizados por la Cepal, la FAO y el Banco Mundial. En nuestro país hay solo 4,9 millones de hectáreas sembradas, cuando tiene un potencial real de 21 millones. Eso sin contar las 38 millones ocupadas en ganadería extensiva, tan subutilizadas como que en varias zonas del país se cuida menos de una cabeza de ganado por hectárea.

En el mundo, la cantidad de tierras cultivadas en diciembre de 2011 se acercaba a los 1.380 millones de hectáreas, lo que en términos porcentuales significa solo 9,3 del total de tierra firme, que en su gran mayoría poseen cinco países: Estados Unidos, India, Rusia, China y Brasil.

En resumen, con las energías renovables no existen riesgos irreversibles o imprevisibles. Claro está, ciertas fuentes apenas se encuentran en la fase de aprendizaje y de ensayo, pero una vez conseguido su control pleno, que ojalá se logre en la próxima generación, las otras fuentes quedarán reducidas a servir como piezas de museo, igual que lo son en la actualidad el motor de vapor, la máquina de escribir y el télex en sus respectivos sectores.

Hoy es factible decir que no es una quimera pensar en un planeta en el que, a diferencia del actual, el costo de la energía será un componente marginal de los bienes y servicios que demandan la vida cotidiana de los hogares o de las industrias.

Tampoco se quiere significar que eso esté a la vuelta de la esquina. Correrá mucha agua bajo los puentes, se prenderán todavía con "luz fósil" muchos bombillos y se moverán con diésel y gasolina infinidad de vehículos, antes de hacerlo realidad. Lo importante es que hoy se avizora como una enorme posibilidad, que exigirá ingentes esfuerzos y recursos, pero que ya nadie perderá de vista por la utilidad que de ella derivarán los habitantes de la Tierra.

Capítulo 2

Matriz energética actual y perspectivas

*Los supervivientes no serán ni los más fuertes
ni los más inteligentes, sino aquellos que se
adaptan mejor al cambio.*

Charles Darwin



Capítulo 2

Matriz energética actual y perspectivas

La matriz energética es una representación cuantitativa de la energía de la que dispone una determinada región, país o continente, para utilizar en sus diversos procesos productivos. De manera que concebirla y estructurarla les es indispensable a la hora de planificar su sector energético, por cuanto ello les significa poner en orden el abastecimiento suficiente para su desarrollo productivo y social, de acuerdo con la cantidad de energía con la que cuentan, y la forma como la produzcan y utilicen.

Ello es tan importante como que en la actualidad la energía es uno de los temas prioritarios de seguridad nacional de los países, cada uno de los cuales dibuja su modelo de desarrollo a partir de ciertas consideraciones, como las riquezas que posee para obtenerla.

El consumo de energía se viene multiplicando sin freno en la historia reciente de la humanidad, no solo por el incremento de la actividad industrial y del transporte, sino también por la creciente demanda de los hogares debida a la cada vez mayor cantidad de aparatos eléctricos, especialmente los empleados en las comunicaciones.

Cerca de la mitad del consumo de la energía primaria se destina a producir electricidad y un quinto a los medios de transporte. No obstante, como el mundo mismo, el acceso a la energía es inicuo. Tanto, que 1.600 millones de personas no cuentan con electricidad y 2.500 millones se bandean para suplir sus necesidades energéticas cotidianas con leña, carbón, residuos agrícolas (biomasa) y excrementos de animales.

Debido básicamente a sus costos y a la multiplicidad de sus usos, desde hace más de un siglo son los combustibles fósiles, en particular el petróleo, el carbón y el gas, los que invaden la esfera del mix energético mundial, como lo muestra el gráfico 1.

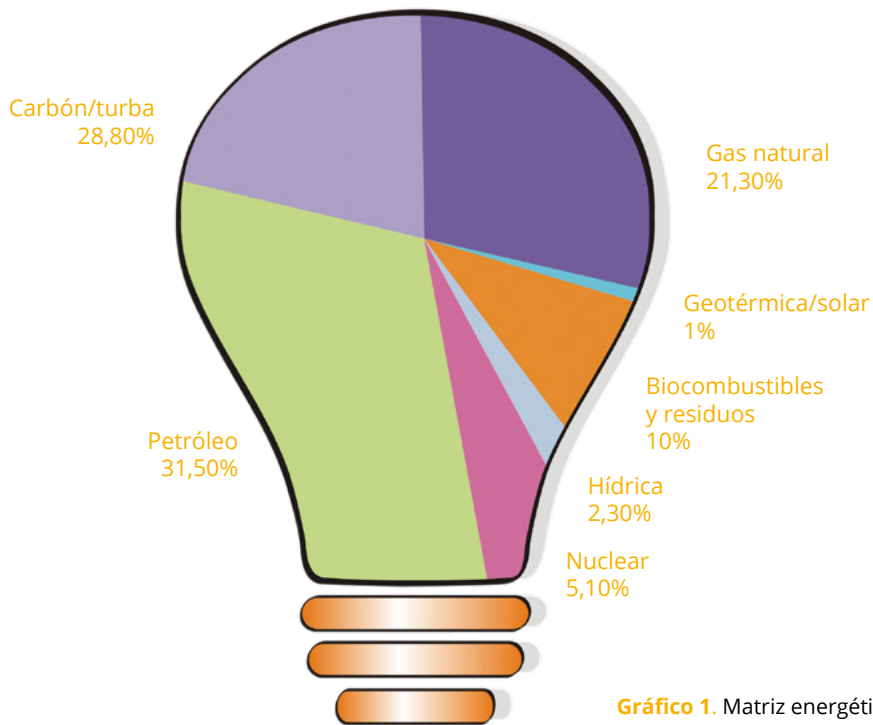


Gráfico 1. Matriz energética mundial. 2011. Composición de la oferta total de energía primaria en 2011.

Fuentes fósiles en el surtido energético

La industria petrolera nació en 1859 cuando el coronel Edwin L. Drake descubrió y perforó el primer pozo, en Pennsylvania (Estados Unidos). Tres décadas después, el ingeniero alemán Karl Benz diseñó y patentó el primer automóvil que utilizó los recientemente inventados motores otto¹³ (o de gasolina), a partir de lo cual comenzó el desarrollo de nuevos medios de transporte y, en consecuencia, el uso comercial del combustible fósil y sus derivados.

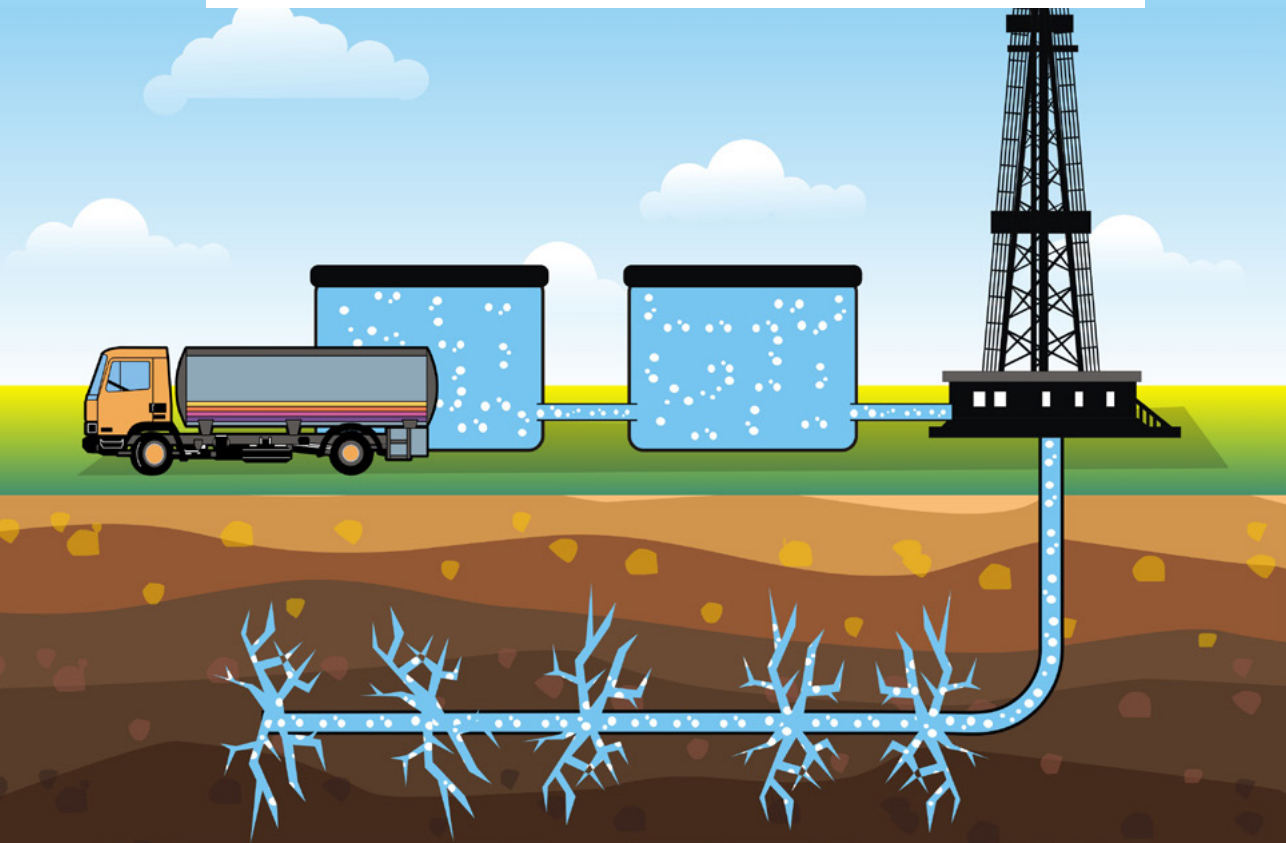
En la década de 1950, el geofísico M. King Hubbert propuso un modelo matemático que predecía el nivel de extracción de petróleo a lo largo del tiempo, y más tarde pronosticaría el final de la era de los combusti-

13 En 1886 el ingeniero alemán Nicolaus August Otto inventó el motor de combustión interna (de gasolina), que también se conoce como “motor de ciclo otto” o de “encendido por chispa”. Funciona bajo el principio de combustión interna por explosión, a diferencia del diésel, que lo hace por compresión.

bles fósiles cuando el costo energético de extraer un barril de petróleo fuera equivalente a un mismo barril de petróleo, cosa que comenzaría a suceder en el momento de llegar al punto máximo de extracción. Pero algún tiempo después, el geólogo Colin Campbell calculó que la tasa máxima de extracción global se alcanzaría en el año 2010. Dijo que lo crucial no ocurriría cuando el petróleo se agotara, sino cuando su producción comenzara a disminuir.

Lo cierto es que en materia energética las cosas han demostrado que pueden irrespetar sin vergüenza predicciones y proyecciones, y cambiar en un abrir y cerrar de ojos. Épocas de abundancia y de limitaciones de combustibles fósiles se suceden una tras otra en forma dramática, y el tradicional "jeque negro" llamado "crudo" se resiste a dejarse quitar el trono que comparte con sus colegas no renovables, el carbón y el gas, en el conjunto energético mundial.

Cuando a comienzos del siglo xxi el mundo estaba convulsionado porque pronto llegaría su anunciado agotamiento, los hidrocarburos "reemergieron" por cuenta de novedosos métodos para extraerlos, especialmente del llamado *fracking* (fracturación hidráulica) desarrollado por el estadounidense George Campbell, quien no solo se hizo famoso y multimillonario, sino que contribuyó con creces a que a finales de 2013 su país se ubicara en el primer lugar entre los productores mundiales de combustibles fósiles y *ad portas* de ser autosuficiente en materia energética.



El *fracking* hoy día se utiliza especialmente para extraer gas de esquisto, que se encuentra literalmente atrapado en capa de roca, a gran profundidad. Consiste en inyectar a alta presión enormes cantidades de agua con aditivos químicos y arena para fracturar la roca y liberar el gas metano. Cuando el gas comienza a fluir de regreso, lo hace con parte del fluido inyectado a alta presión. El reciente avance de la tecnología y la perforación horizontal permitió su expansión a gran escala, sobre todo en Estados Unidos, para explotar hidrocarburos no convencionales.

Los hidrocarburos convencionales se diferencian de los no convencionales en que el gas ha migrado desde la roca madre a una trampa petrolífera y, una vez perforada esa trampa, aquellos salen a la superficie porque están a presión. Eso es lo que hay por ejemplo en el Golfo de México, Venezuela y el Mar del Norte. En el caso de los hidrocarburos no convencionales como el gas de esquisto, el gas no ha migrado a un reservorio y para extraerlo es necesario fracturar la roca.

Los detractores del *fracking* apuntan entre sus principales riesgos la posible contaminación del agua tanto por aditivos químicos como por fugas de metano, el gas que se extrae de la roca de esquisto, y la ocurrencia de sismos. De igual forma, el problema con las llamadas aguas residuales o aguas de reflujo cuya toxicidad potencial aún no ha sido evaluada, porque muchos aditivos químicos usados en el fluido de fracturación hidráulica son secreto comercial no divulgado.

A comienzos de 2014, un tribunal obligó a la petrolera Aruba Petroleum Inc. a pagarle una multa millonaria a la familia Parr, en Texas, cuya salud se vio afectada por su actividad.

En países como Alemania y Francia, el método está prohibido; Australia está en moratoria y República Checa y Bulgaria suspendieron las actividades de explotación mientras evalúan sus posibles daños.

El caso es que el *fracking* le inyectó al gas un nuevo dinamismo en el ponqué energético, a tal punto que hace relativamente poco tiempo las proyecciones de sus reservas pasaron de 50 a 200 años. Solo en Estados Unidos, el obtenido de esa forma ya suministra el combustible para el 30 por ciento de la generación eléctrica y la mitad de la calefacción de los hogares y, en general, su abundancia está cambiando el patrón de consumo energético en los medios de transporte.

Para la muestra un botón: por las carreteras estadounidenses transitan ocho millones de camiones de carga mediana y pesada que consumen tres millones de barriles de petróleo diarios; esto es alrededor del 15 por ciento del consumo total de petróleo en ese país. Una de las empresas transportadoras más grandes, la UPS (United Parcel Services), está convirtiendo el 30 por ciento de su flota de motores diésel a gas para el año 2020. Algo similar está ocurriendo en barcos,

centrales eléctricas, plantas petroquímicas y sistemas de calefacción doméstica e industrial. Lo que sin duda terminará desplazando unos cuantos millones de barriles de petróleo diarios a finales de la década, e introducirá cambios en la ecuación petrolera con el consecuente impacto en la estabilidad de los precios del crudo.

En Norteamérica, Canadá no es menos importante en la producción fósil, pues la de petróleo creció 200 millones de barriles diarios (Mbd), por el vertiginoso desarrollo de las arenas bituminosas en Alberta. México, por su parte, está reescribiendo las leyes del petróleo para atraer la inversión extranjera y así aumentar su capacidad de producción de crudo en 25 por ciento, especialmente en las aguas profundas del golfo y en los campos de esquisto en tierra.

En Suramérica, Brasil, que en 2013 desplazó a Venezuela y se convirtió en el primer productor de hidrocarburos líquidos en la región, sigue retando a la tecnología desarrollando los yacimientos costa afuera de aguas profundas de presa, y campos petroleros situados bajo capas de roca y gruesas capas de sal.

De manera que la oferta y el precio tienden a estabilizarse en los próximos años, y con seguridad lo mismo motivará las grandes inversiones para inventar nuevas técnicas y al tiempo mejorar la eficiencia del uso energético. Pero con todo, como se dijo, el planeta no podrá soportar el peso de la creciente población vestida de su ya imprescindible moderna indumentaria tecnológica, voraz consumidora de energía.

Países colorean de verde su matriz energética

Así las cosas, el planeta entero está impelido a repensar y reestructurar su surtido energético en función de sus ventajas competitivas en patrimonio energético y producción, de sus propias riquezas naturales, y claro, también de sus propias restricciones; lo que sin duda se está haciendo. Aunque no en el corto plazo, se cree que el logro del *Grid parity* o paridad de red¹⁴ tendrá como consecuencia un cambio notable en la combinación de las diferentes fuentes de energía que cubren el suministro eléctrico de los países.

14 Supone el punto a partir del cual una fuente de producción energética puede convertirse en un competidor directo de las energías convencionales, sin tener que recurrir a ningún tipo de apoyo gubernamental. El término se emplea principalmente en referencia a las energías renovables, en particular a la solar fotovoltaica y a la eólica.

Durante muchos años se creyó que las tecnologías de energía renovables, aparte de la hidráulica, servían solo para complementar los sistemas eléctricos establecidos y que había un límite a su participación en la canasta energética. Pero experiencias exitosas en distintos países han demostrado que ese era un mito. Pues lo que ha resultado es que las limitaciones estaban dadas por la carencia de políticas consecuentes, y de legislaciones y acciones pertinentes.

La energía renovable está creciendo rápidamente y se convertirá en la médula espinal de una oferta segura y sostenible en un número incremental de países desarrollados y en desarrollo. Lo que tiene que hacerse es transformar, modernizar y flexibilizar los sistemas de generación eléctrica existentes para que la acojan. Hay que cambiar los rígidos y centralizados por unos más descentralizados y ligeros.

De todas maneras, como lo muestra el cuadro 1, todavía es incipiente la utilización de energías alternativas renovables. Nótese, por ejemplo, que la hidráulica, la más difundida de ellas, apenas si representa el 17 por ciento de la potencia global instalada, y la biomasa, abundante como la que más, no llega ni al 1,5 por ciento.

Cuadro 1. Potencia mundial instalada por tipo de energía alternativa renovable. Unidades en GW (Gigawatt). 2013.

Fuente: IEA, Ren21.

Tipo de energía	Potencia	Porcentaje
Total mundo	5700	100
Hidráulica	980	17
Eólica	275	4,8
Fotovoltaica	80	1,4
Solar concentrada	2	0,03
Biomasa	75	1,3
Geotérmica	13	0,2
Oceánica	0.5	0,008

Lo que sucede en realidad es que hay países que no olvidan su compromiso social y ambiental, y están haciendo ingentes esfuerzos individuales, pero siguen siendo aún muy pocos como para alcanzar a colorear de verde el paisaje energético mundial. Y es que no hay un solo camino para seguir, no hay recetas que indiquen paso a paso

las acciones que se deben ejecutar. De manera que cada nación debe trabajar como más le convenga, siempre que mantenga en la mente que su arquitectura energética deberá basarse en las aristas del triángulo conformado por: crecimiento y desarrollo económico, sostenibilidad del medio ambiente y garantía a la población de acceso asegurado al suministro.

Por ejemplo, Alemania está caminando con rapidez para lograr “descarbonizar” su economía y está liderando la carrera hacia la meta del crecimiento verde.

Japón, después del accidente nuclear de Fukushima, desarrolló uno de los más ambiciosos y audaces esquemas solares del mundo, y se espera que para el año 2030 todos sus edificios, tanto comerciales como de habitación, obtengan energía del sol.

Francia, que produce tres cuartas partes de su electricidad en centrales nucleares, quiere equilibrar su surtido energético con el acceso y la competitividad de su industria. Y aunque tiene todo un marco legal y entidades para la gestión de residuos y materiales radiactivos, se ha propuesto reducir a menos del 50 por ciento en el año 2025 la contribución de la energía nuclear a su electricidad, diversificar las fuentes renovables y desincentivar el consumo de combustibles fósiles.

Desempeño de la arquitectura energética de las naciones










El World Economic Forum (Foro Económico Mundial) desarrolló el índice de desempeño de la arquitectura energética (EAPI, por su sigla en inglés), que utiliza para analizar los sistemas de energía de 124 países¹⁵. En el año 2014 ratificó que los más desarrollados (pertenecientes a la OCDE¹⁶) muestran una mejor disposición a la sostenibilidad del medio ambiente, mediante la introducción de las energías renovables en su matriz energética. De hecho, siete países de la Comunidad Europea, encabezados por Noruega, están entre los primeros diez lugares, acompañados por Nueva Zelanda, Costa Rica y Colombia (Cuadro 2).

15 El primer reporte del EAPI se publicó en el año 2013. En la versión 2015 incluyó a Serbia, con el cual sumó 125 países estudiados.

16 Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

Cuadro 2. Posiciones y puntajes de los 10 primeros países en el índice EAPI. 2014.

Fuente: World Economic Forum. 2014. The Global Energy Architecture Performance Index Report 2014.

País	Índice del desempeño de la arquitectura energética (EAPI)		Crecimiento económico y canasta de desarrollo		Canasta de sostenibilidad ambiental		Canasta de acceso a energía y seguridad	
	Puntaje	Puesto	Puntaje	Puesto	Puntaje	Puesto	Puntaje	Puesto
 Noruega	0.75	1	0.69	5	0.60	21	0.96	1
 Nueva Zelandia	0.72	2	0.63	18	0.70	7	0.85	5
 Francia	0.72	3	0.63	19	0.73	1	0.81	18
 Suecia	0.72	4	0.59	30	0.73	2	0.85	6
 Suiza	0.72	5	0.73	3	0.59	23	0.82	14
 Dinamarca	0.71	6	0.71	4	0.54	39	0.88	3
 Colombia	0.70	7	0.74	2	0.50	51	0.84	7
 España	0.67	8	0.69	6	0.55	38	0.78	30
 Costa Rica	0.67	9	0.68	7	0.56	31	0.77	35
 Letonia	0.66	10	0.58	35	0.65	12	0.77	36

Noruega ostenta ese primer lugar entre los mejores preparados para la transición energética generalizada que se espera, por su gran dotación de recursos naturales y su enfoque en el desarrollo de energía renovable y sostenible. En el resto de naciones europeas que la acompañan, sobresalen:

a. Francia, cuya política energética se centra en el equilibrio de la producción de energía sostenible con el medio ambiente, el acceso a la energía y la competitividad de su industria;

b. Suecia, definida por su generación nuclear y claro enfoque de la política en materia de energía renovable, con una meta de emisiones de gases de efecto invernadero neta de cero para 2050, y una flota vehicular independiente de los combustibles fósiles para el año 2030;

c. Suiza, con una poderosa capacidad de generación nuclear, que contribuye a la baja en las emisiones de carbono, en su estrategia energética para el 2050 involucra tanto la eliminación gradual de esa energía, como el ambicioso objetivo de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en una quinta parte, en 2020;

d. Dinamarca, que es la mejor intérprete de la Comunidad, puso en marcha una serie de políticas para la energía renovable, la eficiencia energética y el cambio climático, con el objetivo de ser independiente de los combustibles fósiles para el año 2050;

e. España es el quinto mayor consumidor de energía en Europa y, gracias a la reciente inversión en energía eólica y solar, uno de los mayores productores de la Comunidad, de electricidad procedente de energías renovables;

f. Letonia, cuyo éxito se debe principalmente a la disminución de la intensidad energética global de su economía, debida a la liberalización de su sector de la energía y a las iniciativas específicas para mejorar la eficiencia energética. Como la mayoría de los países de Europa del Este, casi todo su abastecimiento de combustible fósil depende de Rusia, por lo que para mitigar los riesgos asociados a ello ha diversificado su sector eléctrico con el fin de obtener el 54 por ciento de la energía de fuentes hidroeléctricas, y otro 3 por ciento, del viento y la biomasa.

Nueva Zelanda, por su parte, se caracteriza por la diversidad de su oferta total de energía primaria y el desarrollo de fuentes de energía renovables. Su mercado liberalizado de la energía ha emitido un nivel relativamente alto de la seguridad energética y la prosperidad económica.

Colombia y Costa Rica son los únicos países de renta media-alta que en 2014 clasificaron en el *top 10* del índice. El primero, en particular por la transformación de su sector de petróleo y gas, cuya producción ha crecido por el éxito de la inversión y sin duda afectado positivamente el desempeño nacional en materia de seguridad energética y crecimiento económico (Colombia es autosuficiente en gas natural).

En efecto, al final de la década de 1990 y comienzos de la de 2000, el sector petrolero colombiano estaba de capa caída. Entre 1999 y 2003 la producción disminuyó de 800.000 a 541.000 barriles por día. El mercado del petróleo y del gas se hallaba estancado, con apenas algunos nuevos descubrimientos. Para empeorar las cosas, los constantes ataques guerrilleros contra los activos petroleros ponían en peligro la seguridad. La confianza inversionista comenzó a caer en picada y fue así como la inversión extranjera directa en 2003 llegó a 300 millones de dólares, luego de haber sido de 1.400 millones de dólares apenas tres años atrás. La autosuficiencia energética futura de Colombia estaba en entredicho.

Para enfrentar la situación, el gobierno de entonces reformó el sector de petróleo y de gas, inicialmente con el Decreto 1760 de 2003. Se revisó el régimen energético, y se pusieron en marcha una serie de innovadoras medidas de política. Todo ello conllevó el incremento del 50 por ciento en la firma de contratos; el aumento en ocho veces de la exploración, y asimismo el de la producción, que lo hizo en 61 por ciento entre 2009 y 2012. En este último año el sector petrolero recibió \$5.390 millones de inversión extranjera, lo que representa el 34 por ciento de la IED total en Colombia, y el país se convirtió en uno de los destinos más importantes de Latinoamérica para la inversión en el sector. Tal éxito se tradujo en beneficios adicionales, incluyendo el aumento de la expansión en la infraestructura.

Las reformas incluyeron la transición de Ecopetrol S.A. de una empresa totalmente estatal a una entidad independiente e integrada, la puesta en marcha en 2003 de un regulador independiente (la Agencia Nacional de Hidrocarburos o ANH) para manejar las actividades de exploración y producción, y en general las mejoras en la estabilidad regulatoria y la seguridad interna. En 2007 Ecopetrol S.A. vendió 11,5 por ciento de sus acciones a los colombianos, fondos de pensiones y otras empresas locales e internacionales. Este cambio en la propiedad dio lugar a un cambio de mentalidad. Ecopetrol S.A. ahora tiene que competir con el sector del petróleo y el gas mundial, ya no solo dentro de sus propias fronteras.

Costa Rica, por su parte, se ha establecido como un líder mundial en energías renovables, con una considerable inversión en su desarrollo y expansión, especialmente de la eólica. Produce cerca del ciento por ciento de su electricidad a partir del agua y del viento.

Resalta que ningún país de la OPEP (Organización de Países Exportadores de Petróleo) aparece en las primeras 50 posiciones, y Estados Unidos ocupa la número 55. De los países del grupo BRICS¹⁷, Brasil li-

17 Bloque conformado por Brasil, Rusia, China, India y Suráfrica.

dera en el puesto 21, seguido por Rusia (27), Suráfrica (59) India (62) y China (74).

Como se puede colegir, la Unión Europea ha sido consecuente con su estrategia energética revelada en 2011, según la cual en el año 2050 estaría transformada en una economía competitiva baja en carbón, y en cambio alta en energías renovables, mayor eficiencia y reducción importante de emisiones de gases de efecto invernadero. Los europeos confían en que en 2020 su portafolio muestre a las fuentes alternativas renovables apoderadas del 20 por ciento del total de los combustibles que consumen, y que en ese mismo año el 10 por ciento de la energía para el sector transporte provenga de aquellas.

Sin embargo, la mala situación de algunas economías de la región ha provocado el estancamiento de las acciones con miras a cumplir tales metas. Es el caso del Reino Unido, España e Italia, que enfrentan serios problemas para sostener los altos subsidios y los marcos adecuados para la inversión en renovables.

Pero en general, Europa está respaldando con medidas políticas y económicas a las energías alternativas y en particular los biocombustibles obtenidos de materias primas que cuenta a dos manos: el aceite de colza o canola, para el biodiésel, y los cereales, para el etanol.

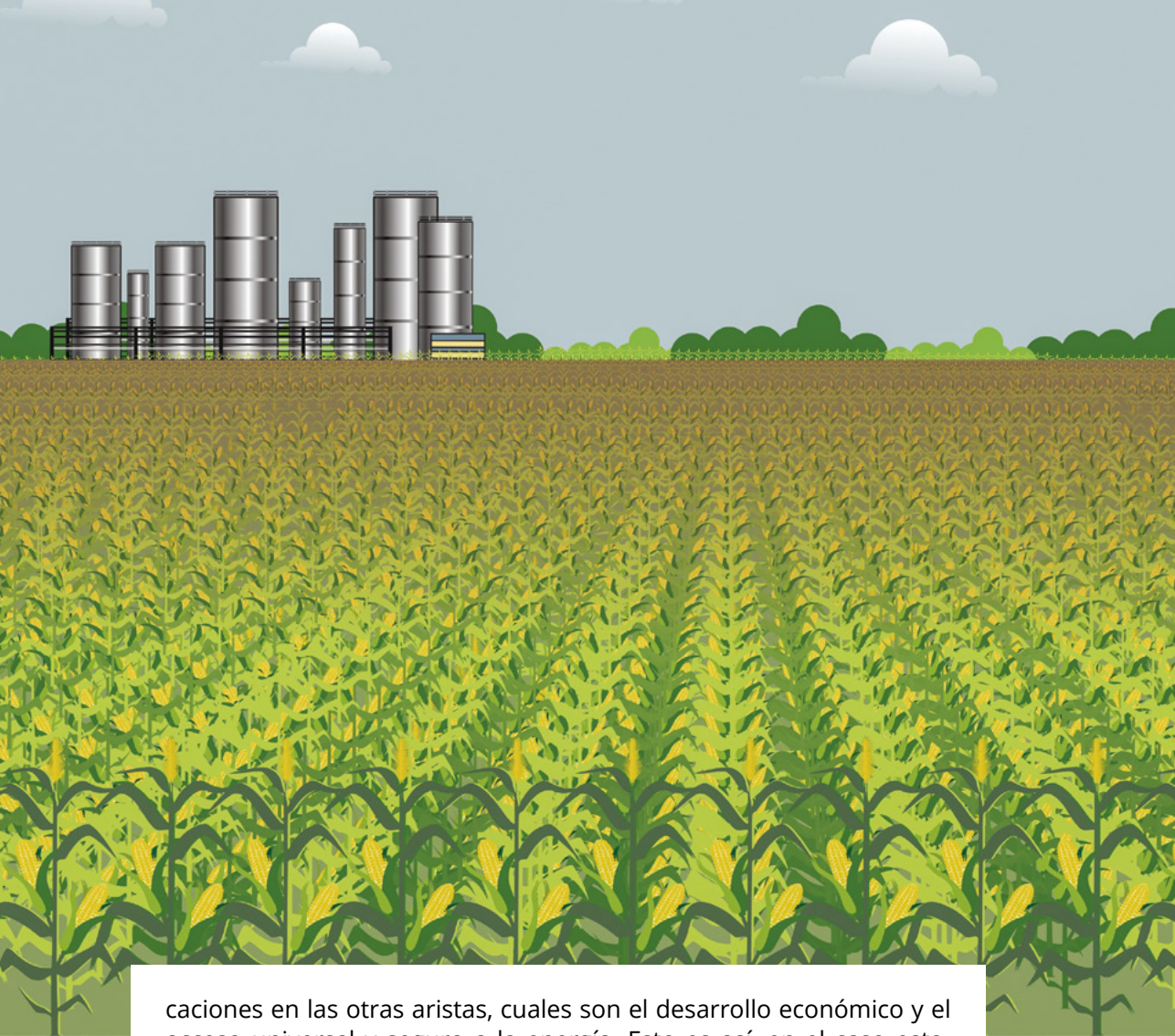
Contrario a lo que sucede en Estados Unidos, el Viejo continente ha mantenido la tendencia de emplear carros pequeños y eficientes; por eso extraña que solo hasta hace muy poco haya entrado a la era de los combustibles como el bioetanol, más aún si se tiene en cuenta que el petróleo en la región es escaso, como no lo es la superficie agrícola para cultivar energía.

Lo cierto es que ya hay desarrollos interesantes en Europa, como el BioPower, de la empresa sueca de automóviles Saab, cuyo modelo de motor "vegetariano" fue presentado en agosto de 2005.

Por su parte, Estados Unidos, país que hasta hace poco tiempo parecía no prestarle demasiada importancia a su consumo indiscriminado de hidrocarburos contaminantes, y le restaba interés a los temas concernientes al calentamiento global (de hecho no ha ratificado el Protocolo de Kioto), ha empezado a moverse en direcciones que apuntarían a que está repensando su posición, por el rechazo que ello causa entre la moderna sociedad internacional.

Por las calles norteamericanas transitan 300 de los 1.000 millones de vehículos que hay en el mundo, especialmente de motores de gasolina de alto cilindraje que, como se dijo, emiten al ambiente enormes cantidades del en extremo contaminante CO₂.

De manera que en Norteamérica, Estados Unidos, pero también Canadá y México, están catalogados en el triángulo energético como de bajo desempeño ambiental, a pesar de que obtienen buenas califi-



caciones en las otras aristas, cuales son el desarrollo económico y el acceso universal y seguro a la energía. Esto es así, en el caso estadounidense, porque está usando con mayor eficiencia sus reservas de hidrocarburos que han resurgido en forma inusitada como consecuencia del mencionado método de *fracking*, con el cual desde 2005 ha perforado alrededor de 6.000 pozos para extraer gas.

Al mismo tiempo, en ese país se están formulando políticas para participar con fuerza en el novedoso mercado de las energías renovables alternativas, porque hacerlo le significa utilizar sus excedentes agrícolas como materia prima, por ejemplo, para los biocombustibles.

Prácticamente todo el etanol estadounidense se produce a partir del maíz, que en cualquier caso es menos eficiente que el proveniente de caña de azúcar. Pero ciertas políticas favorecieron sus precios, y en el año 2007 una cuarta parte del cereal se desvió de su destino como comestible hacia el de insumo combustible, hecho que en su momento se consideró como un factor crítico que influyó en la crisis alimentaria mundial de ese año y del siguiente.

En lo relativo al biodiésel, fue en 1991 cuando se produjo el primero para uso comercial a partir de soya, y en 1998 se promovió su consumo masivo.

No se puede negar que los norteamericanos han venido dando pasos positivos en la búsqueda de la sostenibilidad ambiental. Uno de suma importancia fue la promulgación del Estándar de combustibles renovables (RFS, por su sigla en inglés), un programa federal iniciado en 2005 que exige que todos los combustibles que se vendan dentro del territorio federado contengan un volumen mínimo de combustibles renovables. Y no solo eso. También que su cantidad se incremente cada año, hasta llegar a 36.000 millones de galones en 2022.

En el plano individual, en el año 2006 el exvicepresidente Al Gore escribió el guión del documental "Una verdad incómoda" (*An Inconvenient Truth*) sobre los efectos del calentamiento global generado por la actividad humana sobre el planeta, que no solo le valió el premio Óscar de la Academia, sino también el Nobel de la Paz, el cual comparte con el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por su sigla en inglés).

Barack Obama hizo lo suyo. Quizá por primera vez en la historia de Estados Unidos, un presidente de esa poderosa nación se refirió al medio ambiente en su discurso: El estado de la Unión¹⁸, en los siguientes términos:



Uno de los factores principales para traer más empleos de vuelta es nuestro compromiso con la energía estadounidense. [...]. Eliminaré los impedimentos burocráticos para ayudar a los estados a construir [las nuevas] fábricas [que usan gas natural] y este Congreso puede ayudar poniendo personal para trabajar en la construcción de estaciones de servicio que transformen más automóviles y camiones de petróleo extranjero a gas natural estadounidense. [...].

Y la producción de petróleo y gas natural no es la única que está en pleno auge: también nos estamos convirtiendo en líder mundial en energía solar. [...] Sigamos con ese progreso con una política fiscal más inteligente [...], para que podamos invertir más en los combustibles del futuro que sí precisan este tipo de inversión. [...].

Pero tenemos que actuar con más urgencia porque el cambio climático ya ha empezado a hacer daño a las comunidades occidentales que sufren de sequía y a las ciudades costeras que tienen que lidiar con las inundaciones.



18 El Discurso: El estado de la Unión es un evento anual en Estados Unidos. Lo da el presidente de la República ante el Congreso, en enero de cada año, y se trata de un reporte sobre el estado del país. El de Barack Obama al que se hace referencia tuvo lugar en 2014.

Por su parte, los países del Grupo BRICS en general han mantenido un proceso de industrialización y crecimiento económico durante las últimas dos décadas y, aunque solo China e India se mantuvieron con buenos índices durante la crisis financiera de 2009, se espera que el resto retome la senda que traía.

El crecimiento de Suráfrica, India, China y Brasil se ha sustentado en la expansión de su industria manufacturera, minera y de construcción, mientras el de Rusia lo ha hecho a expensas de la producción y exportación de petróleo y gas. A excepción de Brasil, cuya canasta energética está dominada por el poder hídrico, la economía del grupo es intensiva en carbón, razón por la cual sus naciones han estado en el ojo del huracán. De manera que resolvieron, por lo menos China e India, trazarse unos objetivos claros para reducir la intensidad en la utilización de combustibles fósiles, a la vez que todo el conjunto está comprometido a incrementar el surtido de energías alternativas en su portafolio.

Por otro lado, la Asociación de Naciones del Sureste Asiático (Asean), que incluye grandes economías como Tailandia, Singapur, Indonesia, Filipinas y Malasia, y otras menos desarrolladas como Vietnam, Camboya, Laos, Myanmar y Brunei, tienen planeado integrar su sistema de redes eléctricas, al igual que el gasoducto transnacional.

Es importante decir que varios países de la Asean han sacrificado al medio ambiente por el crecimiento económico, por lo que se encuentran en la mira internacional de organizaciones no gubernamentales, y lejos de ubicarse en algún lugar privilegiado en el EAPI.

Por último debe mencionarse a África subsahariana, que aunque en conjunto tiene el más bajo puntaje en el índice, cuenta con países ricos en recursos como Nigeria, República del Congo y Angola, que se suman a unas reservas importantes de carbón en Suráfrica. Además, se espera que descubrimientos recientes de gas en las costas de Mozambique y Tanzania comiencen operaciones comerciales en 2016. Como sea, la región también tiene retos importantes en la electrificación, pues 590 millones de personas carecen de acceso a la energía moderna y 700 millones utilizan biomasa tradicional para cocinar.

Capítulo 3

Colombia: privilegiada fuente de energía verde

Playa, brisa y mar es lo más bello de la tierra mía...

Rafael Campo Miranda



Capítulo 3

Colombia: privilegiada fuente de energía verde

De 124 países estudiados por el Foro Económico Mundial¹⁹, Colombia ocupó en 2014 el puesto número 7, y de 125 en 2015 el número 9 entre los que presentan mejor desempeño de su arquitectura energética²⁰, la misma que se fundamenta en tres aristas: crecimiento económico, sostenibilidad medioambiental y garantía del acceso universal al suministro energético.

Lo curioso del caso, por decir lo menos, es que se ha venido codeando con naciones desarrolladas, la mayoría de ellas europeas, que tienen establecidas claramente como política de Estado en sus legislaciones metas orientadas a reducir las emisiones y la dependencia del abastecimiento externo. La razón es simple: alrededor del 65 por ciento del mix energético nacional es de componente hidráulico y una parte importante de la generación térmica proviene de gas natural (Gráfico 2), que es considerado como producción “limpia”, porque su extracción tradicional contamina menos que la del petróleo o el carbón.

19 En el capítulo 2 se detallan pormenores del estudio.

20 Para 2013 (primer año para el que se publicó el índice), Colombia ocupó el sexto lugar, y en el de 2014 descendió una posición. Cuando este libro se encontraba en imprenta, se dio a conocer el índice para 2015, en el que ya nuestro país aparece en el lugar número 9, y Costa Rica desaparece del *top 10*. Por su parte, Noruega le cedió a Suiza el primer lugar en la tabla y Portugal entró a ella con el número 10.

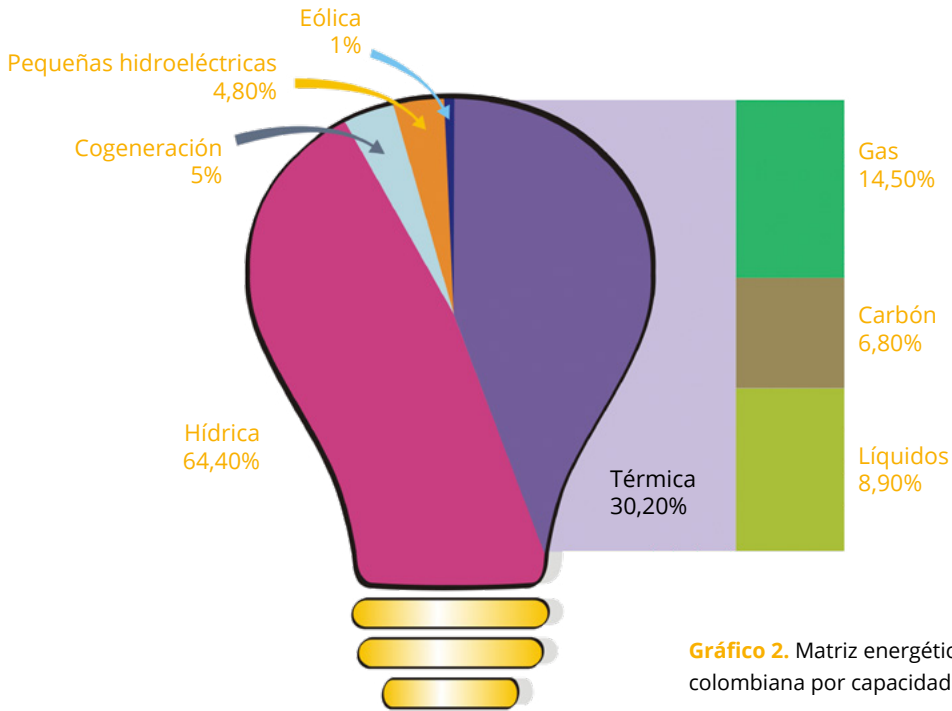


Gráfico 2. Matriz energética colombiana por capacidad instalada. 2013.

Fuente: XM, compañía filial de ISA.

Aunque ha ido descendiendo en la tabla cada año, la posición colombiana es válida como motivo de orgullo; por eso hay que tener cuidado de “dormirse en los laureles”, y por el contrario convertir el privilegio en un aliciente para comenzar a formular planes ambiciosos con el fin de intensificar la diversificación de la canasta energética y darle un enfoque menos convencional y más verde. Porque, excepción hecha de los biocombustibles, en nuestro país no se han identificado objetivos claros ni delineado estrategias en el campo ambiental ni en otros, dentro de un marco de política decidida a incorporar esas fuentes en el sector energético.

Y eso que a partir de la Ley 697 de 2001 se le dio el carácter de interés general y de conveniencia nacional al uso racional de energía, incluidas las renovables no convencionales. Además, existen estudios²¹ suficien-

21 Especialmente contratados por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) del Ministerio de Minas y Energía.

tes no solo sobre la dotación especialmente de los recursos solar, eólico, pequeñas centrales hidroeléctricas y biomasa, sino que también dan cuenta de su potencial, fortalezas y debilidades, y al mismo tiempo plantean objetivos, estrategias, planes, metas y acciones para hacer realidad su inclusión en el Sistema Interconectado Nacional (SIN).

Como Colombia es rica en carbón y en gas natural, hay quienes recomiendan, desde una perspectiva puramente económica, emplearlos con mayor vigor, sin considerar cuestiones ambientales. Pero desde este mero punto de vista tampoco todo es color de rosa. Los precios de los combustibles fósiles están sujetos a los siempre volátiles mercados internacionales, y el consumidor es, al final de cuentas, el pagani.



Ahora bien. Hay que seguir aprovechando la infraestructura existente en materia hidroenergética, y quizá ampliar y mejorar las represas que así lo permitan sin afectar la naturaleza, y al mismo tiempo desarrollar fuentes renovables no convencionales. Lo que está hecho está hecho y no sería razonable ignorarlo. Pero la ruta de crecimiento de la capacidad instalada de generación de manera amigable con el medio ambiente no puede seguir dependiendo del recurso agua, porque las hidroeléctricas podrían no dar abasto en medio de fenómenos naturales imparables de cambio climático, como El Niño, de cruel sequía.

Los primeros pinitos

Hay que reconocer esfuerzos de ciertos gobiernos nacionales y del Congreso de la República que han procurado delinear para Colombia una ruta energética poco convencional. En materia de combustibles para automotores, por ejemplo, el nuestro es hoy uno de los pocos países que obligan la mezcla de bioetanol con gasolina y de diésel con biodiésel para el consumo en el sector transporte.

Y no es que sea una de las grandes naciones contaminadoras. De hecho, el indicador correspondiente a sus emisiones de dióxido de carbono entre los años 2008²² y 2013 fue en promedio de 130 gramos de CO₂ por cada kWh²³. Y eso es tan bueno como que en América solo lo superó en ese mismo periodo Brasil, con 81.

Tales medidas respondieron con éxito, entre otras ideas, a las de generar empleo, desarrollar un buen negocio social en el campo –proveedor de la materia prima–, aminorar la dependencia de combustible extranjero y mejorar la calidad del aire que respiran los colombianos.

Por eso es necesario trazar una política de más largo aliento, que además de seguir en la misma línea con esos propósitos, sea consecuente con el enorme potencial de Colombia en energías renovables alternativas no convencionales, en algunos casos extraordinarios, como la biomasa de la que se obtienen los biocombustibles.

Se estima que el país tiene un potencial energético de la biomasa cercano a 16 GWh anuales, especialmente la proveniente de residuos forestales y agrícolas como el banano, la palma de aceite, la caña de azúcar, la cascarilla de arroz y la pulpa de café, entre muchos otros.

De acuerdo con la Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia (Fedebiocombustibles), las cantidades de toneladas de biomasa resultantes de la actividad agroindustrial, especialmente de la azucarera, la arrocería y la palmera, presentan grandes posibilidades en el desarrollo de esta fuente renovable en Colombia, sobre todo en las regiones de los Santanderes, los Llanos Orientales y la Costa Atlántica.

Aunque también es importante en la producción de energía eléctrica por combustión o por gasificación, que posibilitan obtener potencias que van de 1 a 50 MW, la biomasa se utiliza hoy en lo fundamental

22 En este año, por mandato legal se comenzó a mezclar el diésel fósil con el biodiésel de palma de aceite en el país. En el 2001 se había legislado sobre la mezcla de bioetanol con gasolina.

23 Las emisiones de dióxido de carbono aquí mencionadas son el resultado de la producción de una unidad de energía eléctrica (kWh). Este indicador, que es uno de los definidos por los mecanismos de desarrollo limpio (MDL), representa la huella que está dejando en el medio ambiente atmosférico la generación de energía eléctrica en un país determinado.

para generar calor. El sector agroindustrial le está sacando provecho no solo energético sino también económico a este valioso recurso otrora despreciado, porque se consideraba “desecho”. En particular lo está haciendo en un proceso de alta eficiencia energética denominado “cogeneración”, mediante el cual obtiene simultáneamente energía eléctrica y energía térmica (vapor, agua caliente).

En Colombia es el sector azucarero el que lidera el tema de la cogeneración. Eso es así, por la gran cantidad de biomasa con la que cuenta; en solo bagazo (residuos de la cosecha) de caña, son 1,5 millones de toneladas anuales que alimentan sus calderas. La energía así generada que no consume, se la vende como electricidad al SIN. El sector cogenera 190 MW de energía por hora y le vende 53 al sistema. Todos los ingenios del país, 13 en total, aportan a la red.

El Estatuto Tributario contempla incentivos fiscales por eficiencia energética, con el propósito de alentar a las empresas a que generen su propia energía. Lo cual significa que los industriales que inviertan en proyectos de cogeneración o en sistemas de control y mejoramiento del medio ambiente destinados a reducir el consumo de energía, tendrán, entre otros beneficios, deducciones de la renta líquida en el impuesto de renta.

La autogeneración de electricidad, además de biomasa, también puede utilizar gas natural y carbón. Pero de lo que se trata es de aprovechar ese recurso natural renovable, amigable con el medio ambiente, “elaborado” por manos campesinas, y de infinitas posibilidades.

Otro paso de relevancia se dio con la Ley 1665 de 2013, mediante la cual se aprobó el “Estatuto de la Agencia Internacional de Energías Renovables (Irena)”, hecho en Bonn (Alemania), el 26 de enero de 2009.

Más recientemente se promulgó la Ley 1715 de 2014, de iniciativa parlamentaria, cuyo objeto es “promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos, como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético (...)”.

A partir de su firma, el 5 de agosto de 2014, el Gobierno Nacional tiene nueve meses para reglamentar lo consignado en esta ley, que sin duda es audaz, creativo y novedoso en un país como el nuestro, que no ha mirado con mayor detenimiento ni utilizado con mayor decisión su riqueza natural renovable no convencional.

Con esta ley, se espera un mayor impulso a renglones productivos con alto potencial en la cogeneración de energía a partir de su biomasa.

Vale decir que, con la reglamentación adecuada, sectores como por ejemplo el palmero podrían cogenerar alrededor de 300 MW/hora, esto es, algo similar a lo generado en Urrá 1.

La energía renovable: fundamento del desarrollo

La energía es un insumo fundamental para el desarrollo de las naciones. De manera que una política de Estado que considere la aplicación masiva de energías renovables alternativas involucra al mismo tiempo la generación de empleo justamente remunerado, el mejoramiento de la calidad de vida de sus nacionales, el logro de la independencia energética, un aire más limpio para respirar y una transformación productiva progresista, amigable con el medio ambiente.

El Estado es el principal responsable de la seguridad energética, y como tal tiene la obligación de intervenir para que el mercado funcione apropiadamente, de modo que en los planes de desarrollo debe incluir programas que apunten al uso racional de la energía. Para promover las fuentes alternas de energía es necesario asignar suficientes recursos a la investigación, a la ciencia y a la tecnología aplicada al sector.

De acuerdo con un estudio de Corpoema para la UPME, en el caso del SIN, la penetración de pequeñas centrales hidroeléctricas, la cogeneración con base en bagazo de caña y más recientemente la generación eólica, se ha dado en el marco del mercado eléctrico con algunas flexibilidades que la regulación les permite a las plantas menores de 20 MW en la comercialización de energía.

El total empleado para generación de electricidad asciende a 761,42 MW. Para la cogeneración con biomasa se contempló la potencia total instalada en los ingenios azucareros, incluida la entregada al SIN. En el caso de energía térmica, se estimó una potencia equivalente para colectores solares de acuerdo con lo recomendado en el ámbito internacional.

Propósito nacional

Por la importancia que reviste el sector energético en los diferentes contextos de la vida nacional, una prioridad para el país tiene que ser el diseño y mantenimiento permanente de una estrategia que asegure la vigencia de una política rigurosa, coherente y estable de diversificación de la canasta energética, en la cual se incluyan las energías alternativas renovables.

El índice de desempeño de la arquitectura energética (EAPI) utiliza un conjunto de indicadores para resaltar el comportamiento de los países a lo largo de cada cara de su arquitectura energética, determinando hasta qué punto las naciones han sido capaces de crear sistemas de energía sostenibles y seguros.

La buena posición de Colombia en el EAPI ha sido determinada principalmente por la transformación vivida en sus sectores de gas y petróleo en los años recientes; luego de la caída de la producción de hidrocarburos ocurrida en 2008, Colombia ha visto un aumento sustantivo de su producción, consecuencia de una exitosa reforma legal para promover nuevas inversiones en exploración y desarrollo de sus campos. Esto afecta su desempeño en seguridad energética y en crecimiento y desarrollo económico; desde finales del siglo xx Colombia logró autosuficiencia en gas natural, e incluso recibe ingresos por las exportaciones del hidrocarburo a Venezuela.

No obstante, el auge en la producción de combustibles fósiles también tiene un impacto negativo en la sostenibilidad ambiental; de hecho, Colombia muestra el menor registro en esa variable comparado con los otros miembros del *top 10*²⁴; adicionalmente, presenta el peor indicador en ese mismo grupo en lo relacionado con el acceso de la población a la electricidad moderna y con el porcentaje de la población que utiliza combustibles sólidos para cocinar. Superar esos lunares que empañan su imagen en el mundo energético constituye un gran desafío para el país consistente en diversificar su portafolio energético y ampliar la cobertura de electricidad a las áreas rurales, que son las más afectadas.

No se trata de la tradicional búsqueda de proyectos aislados, sino de la formulación e implantación de toda una política de Estado adecuadamente flexible, con visión de largo plazo y que consulte lo que está sucediendo en otras latitudes con el tema energético y comience con un inventario real de los recursos y de las posibilidades del país especialmente en fuentes alternativas como la biomasa.

Es menester tomar en cuenta que la competencia principal que tienen las renovables no convencionales es el gas natural. Al mismo tiempo, es importante promover la investigación sobre tales fuentes y apoyar proyectos que hagan más segura su utilización.

Se trata de definir a las energías renovables como un “propósito nacional” para asegurar el desarrollo sostenible de la nación. Pues los altos costos de la energía frenan las actividades productivas, toda vez que afectan la competitividad de los empresarios y la economía del país.

24 Ver cuadro 1, capítulo 2.

En el campo, por ejemplo, producir alimentos es costosísimo, especialmente en las zonas que no están interconectadas a la red de suministro de energía y dependen principalmente del diésel, cuyo costo puede llegar a ser astronómico no solo por la oscilación de los precios internacionales, sino por el transporte y el mantenimiento de los generadores.

Inclusive irrigar los cultivos con energía eléctrica ya sea por generación hídrica o de gas natural, en los casos de las zonas interconectadas puede alcanzar un porcentaje sustantivo en la canasta de los costos variables de la producción de alimentos, que se traducen en el mayor precio para los consumidores.

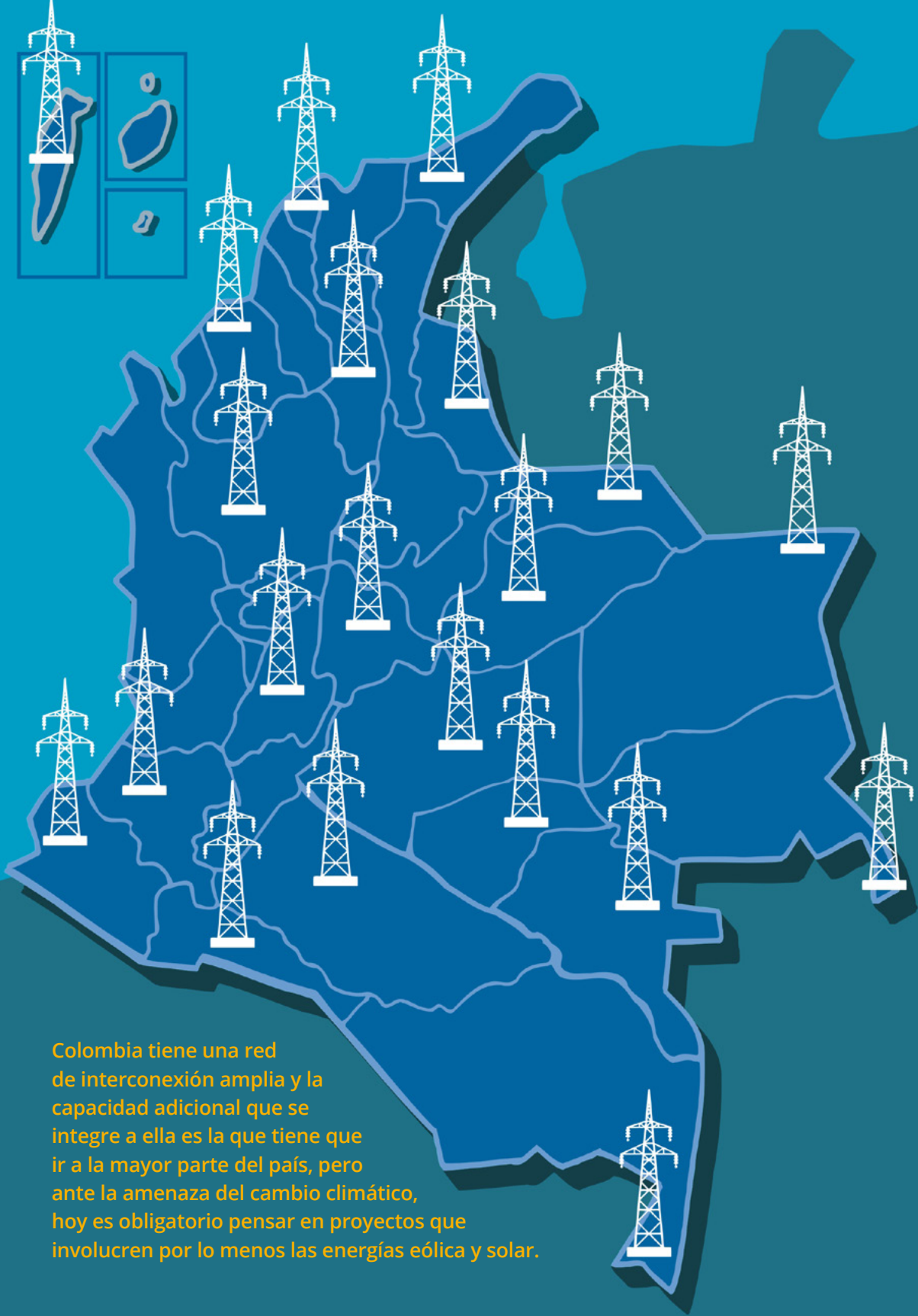
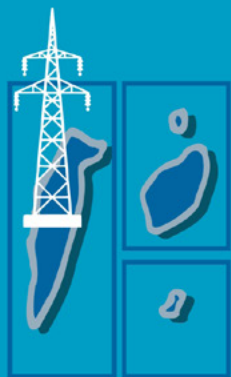
Así que el Estado debe obrar como facilitador, estimular y garantizar las condiciones institucionales que requieren el emprendimiento y la puesta en marcha de proyectos productivos basados principalmente en la búsqueda de soluciones a precios cada vez más cómodos y que apunten a coberturas universales en pro de objetivos de igualdad, equidad y tranquilidad para los hogares y para las empresas.

La canasta energética ideal para Colombia

Para cualquier país, lo ideal es que exista una combinación de distintas fuentes energéticas que aproveche los diferentes usos y tenga la suficiente flexibilidad como para evitar que se paralizen las actividades económicas por cuenta de las crisis que eventualmente se presenten en alguno de los proveedores de ese recurso. Hoy resultarían inadmisibles decisiones como las que condujeron al drástico racionamiento eléctrico que vivió el país en la última década del siglo pasado, principalmente por cuenta de la disponibilidad exclusiva de la hidroelectricidad.

En el presente Colombia tiene una red de interconexión bastante amplia y fuerte, y la capacidad adicional que se integre a esa red es la que tiene que ir a la mayor parte del país, pero ante la amenaza que constituye principalmente el errático comportamiento del clima en el planeta, hoy es obligatorio pensar en el emprendimiento de proyectos que involucren por lo menos los poderes eólico y solar.

Un proyecto energético está compuesto, además de la generación, que se encuentra en las fuentes, de la transmisión y la distribución. De manera que el análisis del mismo debe incluir esas tres fases e identificar en cada una de ellas tanto los costos como los márgenes derivados del negocio.



Colombia tiene una red de interconexión amplia y la capacidad adicional que se integre a ella es la que tiene que ir a la mayor parte del país, pero ante la amenaza del cambio climático, hoy es obligatorio pensar en proyectos que involucren por lo menos las energías eólica y solar.

Las energías alternativas renovables cuya puesta en marcha no implica lesionar al medio ambiente tienen un sinnúmero de virtudes; si bien la inversión inicial requerida es elevada, el costo de su mantenimiento en situaciones de mediano y largo plazo es mucho más bajo. Y lo mejor: es baratísima para su consumidor. Ello es tan sencillo como saber que ni el sol, ni el viento ni el movimiento de las mareas tienen precio. Lo costoso es lograr que esos fenómenos se pongan al servicio de las comunidades mediante la construcción de la infraestructura apropiada, y la creación y aplicación de las tecnologías que lo permitan. De ahí en adelante, todo es ganancia.

El mencionado estudio de Corpoema considera que la estrategia central para la utilización de energías renovables en las zonas no interconectadas es la construcción de soluciones estándar en el campo de la biomasa, solar, eólica y microcentrales a partir de la estructuración de proyectos de investigación, desarrollo, montaje de proyectos demostrativos en localidades típicas y su posterior réplica a otras localidades similares.



Para esa entidad, la más promisoría es la energía eólica, toda vez que sus costos de generación por kilovatio/hora se acercan al umbral de competencia. Asimismo, estima que la cogeneración tiene posibilidades de seguir avanzando en la medida en que se presenten proyectos que resulten eficientes como los actuales, mientras que la energía geotérmica todavía debe evaluarse con mayor detalle.

Por lo pronto, habrá que asumir los costos que represente el llegar a que las energías no convencionales resulten económicas para las actividades empresariales y de los hogares, e inocuas para el medio ambiente, en lo que podría permitirse saborear una dosis de optimismo como la que brinda el avance a pasos gigantescos logrado en apenas un par de décadas en áreas como la informática (que sin duda será un componente principal en el mundo energético), las ciencias médicas y las comunicaciones. El intelecto humano dispone hoy de mayores opciones para enfrentar problemas y crear soluciones viables y económicas. Basta recordar la evolución que por las economías de escala han tenido los celulares, los computadores y los televisores, para darse cuenta de que el precio comienza a dejar de ser un estorbo para que la humanidad disfrute de la ciencia y la tecnología.

Con incentivos gubernamentales podría crearse la oferta y satisfacer a una demanda que crece a medida que lo hace la conciencia ambiental. Al mismo tiempo brindarles la oportunidad a los colombianos de contar con políticas claras que les posibiliten la autogeneración, en la medida en que le puedan vender a la red la energía sostenible que produzcan.

En la actualidad, el kilovatio hora en el país cuesta 300 pesos, de los cuales los consumidores podrían pagar cierta suma en especie de energía renovable, de manera que el Estado no tendría que subvencionarlos, o por lo menos aliviaría la pesada carga fiscal implícita en la actual política de subsidios.

A fijar objetivos y metas

En 138 países se encuentran en camino procesos de aprobación, desarrollo e implantación por el Estado de sistemas de electricidad con altas participaciones de energías renovables. Y en 127, la mayoría de los cuales son de economías emergentes y en desarrollo, se están aplicando políticas de apoyo para expandir su uso.

Colombia tiene que mantener y –por qué no, superar– su posición entre las naciones del club de la energía renovable. Para ello es necesario vencer el mito según el cual la energía renovable no convencional es más costosa y solo es funcional en sistemas a gran escala.

Evidentemente no es posible montar una refinería en el jardín de la casa, ni abrir un hueco en la calle para sacar gas natural o para explotar una mina de carbón, pero sí se puede tener un calentador solar de agua, o un panel solar para generar la energía requerida para que funcionen la televisión y otros electrodomésticos.

El Estado podría dar ejemplo con acciones como implantar paneles solares para abastecer de electricidad a los edificios públicos, escuelas y hospitales, y a las luces y los semáforos de las calles, al tiempo que fomenta la investigación en las áreas energéticas de las diversas fuentes que propendan especialmente hacia el ahorro, y apoya proyectos sobre la materia de ciudadanos corrientes, investigadores y empresas.

Valdría la pena fijarse ciertos objetivos y metas como lo hacen no solo los países desarrollados y las grandes capitales del mundo, sino también por diversas razones pequeñas regiones y municipios.

En principio, Colombia no tendría problemas a la hora de defender en un debate internacional su condición de mínima generadora de emisiones de carbono; o de sacar pecho, como lo viene haciendo, por poseer un mix energético en su mayoría proveniente de una fuente renovable como lo es el agua; o de alegar que entre los hidrocarburos se autoabastece de gas, que es el menos contaminante de ellos²⁵.

Pero no tiene argumentos para sustentar que no haya emprendido proyectos reales de energía renovable no convencional con metas claras que coadyuven a lograr la esquivada competitividad país, si, como dice la canción, posee playa (sol), brisa (viento) y mar (agua). Eso sin contar un considerable potencial geotérmico en varias zonas volcánicas y otras.

Todo lo cual le permite ser en extremo ambiciosa para trazarse metas y objetivos, que por mérito propio le auguren el éxito en mantener su privilegiado puesto en la lista de las naciones con una envidiable arquitectura energética.

Hay por dónde empezar. En primer lugar, deben aumentarse las mezclas de etanol con gasolina y de biodiésel con diésel, con lo cual no solo se remplazarán con mayores porcentajes los combustibles fósiles, se diversificará la canasta energética y se procurará un aire más limpio, sino que a su vez se crearán mejores condiciones en las zonas rurales, puesto que la materia prima para ambos productos proviene del campo. Esto, además, dinamizaría la demanda para que nuevos cultivos

25 Es necesario mencionar en este punto que en la Ronda Colombia 2014, el país ofreció un total de 98 bloques para explotación de hidrocarburos, que incluyen cierta cantidad de no convencionales para hacer *fracking* de petróleo y de gas de esquisto. El 20 de agosto del mismo año se inició la segunda fase del proceso de licitación, cuyo pronto término le dará la largada a la aplicación de ese controvertido método en nuestro país.

crezcan a expensas de su aporte energético. En la actualidad, Colombia solo tiene cinco cultivos²⁶ con el doble propósito de producir alimentos y energía. De manera que la política agrícola debería estar desarrollando de la mano de la política de diversificación energética.

Asimismo, debe seguir alentándose la auto- y la cogeneración en la agroindustria, pero también a escalas menores, como en fincas, y viviendas y pequeñas empresas rurales.

En segundo lugar, es necesario legislar para que por lo menos todas las nuevas construcciones de vivienda ciudadinas instalen tecnologías de generación eléctrica como por ejemplo paneles solares que posibiliten producir su propia energía para calentar el agua. Existen en el país numerosos proyectos exitosos de este tipo, que no siguieron siendo ejemplarizantes frente a un gas natural abundante y barato.

Y es que el sector de la construcción puede reducir significativamente el consumo de energía incorporando estrategias de eficiencia energética en el diseño, la construcción y la operación de nuevos edificios, e inclusive con remodelaciones en los existentes.

De hecho, el “edificio de energía neta cero”, que empleando fuentes renovables produce toda la energía que consume, dejó de ser un simple concepto para convertirse en realidad.

Así, gobiernos municipales se están moviendo de las tradicionales metas de “ahorro porcentual” al uso “cerca de cero” o “cero neto”. Para ello están avanzando en nuevos códigos de construcción, estándares y proyectos demostrativos.

A título de ilustración, vale mencionar a Bhopal, que en 2012 se convirtió en la sede del primer edificio cero-neto de India, que produce el ciento por ciento de su electricidad y cubre las necesidades de refrigeración en el sitio, con paneles solares. En el mismo año, la ciudad de Surat obligó el uso de calentadores solares de energía en todos los edificios, y Chandigarh, Kolkata, Howrah, Durgapur y Siliguri obligaron su instalación en todos los centros comerciales.

Por su parte, Hong Kong reveló su primera construcción cero-neto diseñada para funcionar con energía solar y biodiésel derivado del aceite de cocina usado. Y, en otras latitudes, Seattle (Estados Unidos), hizo lo propio y lanzó un programa piloto de construcción de vivienda para motivar el desarrollo de 12 edificios en los próximos tres años y así establecer la adopción de estándares de edificios para vivienda como una base para el desarrollo futuro de la ciudad. Al mismo tiempo, Lancaster, en California, obligó la instalación de un sistema de

26 Banano, caña de azúcar, palma de aceite, arroz y café.

aprovechamiento de energía con paneles solares de 1-1,5 kW en las nuevas viviendas familiares construidas desde enero de 2014.

Todo lo anterior, no obstante, debe enmarcarse en un ambiente favorable para la inversión. Por ejemplo, en materia tributaria, como fue en una época para el sector hotelero que tuvo exenciones de impuestos por cierto número de años, para nuevas construcciones e inclusive para remodelaciones.

Hay que incentivar la producción de energía renovable especialmente por los pobladores del campo. Y eso no es nada complicado. Se necesita abaratar las importaciones de equipos para el efecto o de fabricación nacional, como los calentadores de agua, los paneles para las cercas eléctricas, etcétera. Y, por supuesto, las de los electrodomésticos que funcionan con ese tipo de energía.

Podría intentarse de igual forma la promoción de compañías locales de energía mediante asociaciones público-privadas para avanzar en proyectos comunitarios de energía renovable, de la manera como lo hicieron las ciudades japonesas de Odawara y Shizuoka.

Asimismo, abrir licitaciones para contratar la construcción y operación de plantas de energía renovables en ciertos municipios, que podrían transferirse a los mismos una vez los contratistas recuperen su inversión.

Y, claro, incentivar con rebajas y créditos tributarios el despliegue de la energía renovable. Por ejemplo, la ciudad de Valencia (España) expidió un programa de apoyo que subsidia más del 45 por ciento del costo de los proyectos con soporte adicional para individuos y pequeños negocios.

Por su parte, acompañando a San Francisco, el Condado de Los Ángeles y Washington, D.C., 142 ciudades norteamericanas firmaron el programa The California Property Assessed Clean Energy (PACE), en el que las ciudades toman prestados fondos de inversionistas y los arriendan a los propietarios locales para financiarles adiciones que permitan mejorar la eficiencia energética y la energía renovable. Los propietarios repagan los préstamos mediante incrementos voluntarios en impuestos a la propiedad y estos préstamos pueden ser transferidos a los nuevos propietarios en caso de que se vendan las propiedades.

En definitiva, si no hay unos objetivos y unas metas establecidas, las decisiones volverían a recaer en la voluntad de los mandatarios de turno. Por eso, el país como un todo debe trazárselas y convertirlas en Ley de la República, que con seguridad todos y cada uno de los colombianos abrazarán con entusiasmo.

¿Qué tal si la meta más ambiciosa que se fije el país tenga que ver menos con cifras de disminución de emisiones y de dependencia de

combustibles extranjeros –que por supuesto hay que trazarse, como se dijo–, y más con la disminución del costo de la energía en el total de los costos de producción de las industrias y en el bolsillo de las familias?

¿Qué tal si la meta más ambiciosa que nos fijemos en materia de aplicación de renovables no convencionales también sea que en el año 2025 no haya un solo colombiano que carezca de energía?

Colombia tiene cómo y con qué meterse de lleno en la lista de países futuristas que intentan conservar el planeta Tierra para esta y las futuras generaciones. Y las energías renovables alternativas no convencionales son la opción convincente y conveniente para hacerlo.

Bibliografía



Bibliografía

- Camargo, Luis Alejandro; Arboleda, María Nohemí, Cardona, Edison. 2013. *Producción de energía limpia en Colombia, la base para un crecimiento sostenible*. Boletín XM, Compañía Expertos en Mercados, Filial de ISA, Colombia. Consulta marzo de 2014 en: www.xm.com.co/boletinxm/documents/mdlcolombia_feb2013.pdf
- Energías renovables. (s.f.). Consulta marzo de 2014 en: <http://twenergy.com/energias-renovables>
- Estudio IAASA-WEC sobre las Perspectivas globales de la energía al 2050 y más allá (WEA de UNDP). [MHAdV1]
- Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia (Fedebiocombustibles) (s.f.). *El sector azucarero es líder en cogeneración*. Consulta 30 de agosto de 2014 en: <http://www.fedebiocombustibles.com/v3/nota-web-id-1379.htm>
- Fedebiocombustibles; Fedepalma. 2014. *Evaluación beneficio-costos del uso del biodiésel como componente en la formulación del diésel distribuido en Colombia*. Estudio contratado por la Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia (Fedebiocombustibles) y realizado por Energías Limpias y Renovables de Colombia S.A.S. (ELRC)
- Moreno, L. (Compilador). 2011. *Regulación de los biocombustibles: Análisis de caso colombiano y comparado*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia. Colección de Regulación Minera y Energética n.º 4. p. 150.
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century (REN 21). 2013. *Renewable 2013 Global Status Report*. Disponible en: <http://www.ren21.net/ren21activities/globalstatusreport.aspx>
- Rueda, Alejandra; Ahumada, Marlyn. 2013. *Biodiésel de palma colombiano: De la ficción energética a la realidad de un negocio*. Fedepalma. p. 229

- Semana Sostenible. 2014. *El fracking llegó a Colombia*. Consulta 28 de agosto de 2014 en <http://www.sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/articulo/fracking-llego-colombia/31672>
- UPME. Ministerio de Minas y Energía. 2010. *Formulación de un plan de desarrollo para las fuentes no convencionales de energía en Colombia (PDFNCE)*. 1. Estudio realizado por Consorcio Energético Corpoema. Disponible en: www.upme.gov.co/Sigic/DocumentosF/Vol_1_Plan_Desarrollo.pdf
- Weintraub, Sidney. 2009. *Cooperación energética en el hemisferio occidental: beneficios e impedimentos*. (Traducido al español del inglés: *Energy Cooperation in the Western Hemisphere: Benefits and Impediments*), publicado en Estados Unidos por The CSIS Press, Washington, DC. Bogotá: Legis, p. 564.
- World Economic Forum. 2014. *The Global Energy Architecture Performance Index Report 2014*. Disponible en <http://www.weforum.org/reports/global-energy-architecture-performance-index-report-2014>
- World Economic Forum. 2015. *The Global Energy Architecture Performance Index Report 2015*. Disponible en: http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalEnergyArchitecture_2015.pdf

