

CONCIENCIA ENERGÉTICA:
RESPECTO AMBIENTAL

Revista científica popular trimestral de YUTUBÚ, S.R.L.
No. 80 (vol. 40) - 2017 - 0049 2228 0120



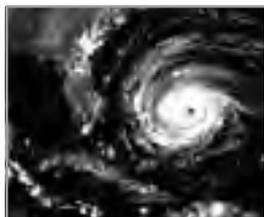
20
años

ENERGÍA

Y TUBÚ

En este número...

ENERGÍA

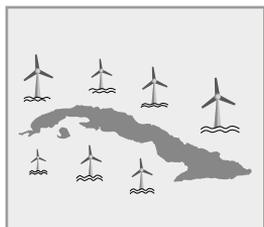


2 EDITORIAL

4 LA RESILIENCIA ENERGÉTICA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

8 SISTEMAS FV CON SEGUIDORES VS. SISTEMAS FV FIJOS

12 EL PAPEL DE LA SOCIEDAD CIVIL EN EL DESARROLLO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES



15 ¿PARQUES EÓLICOS FUERA DE COSTA (*OFFSHORE*) EN CUBA?

21 INVESTIGACIÓN, PLANEACIÓN, ORGANIZACIÓN Y MANEJO DEL RIEGO DEL ARROZ

24 VERBO Y ENERGÍA

29 MUJER Y ENERGÍA



31 LAS TECNOLOGÍAS DE COCCIÓN EN LOS HOGARES CUBANOS

38 DIEZ AÑOS DE ENERGÍA RENOVABLE EN LA ELECTRICIDAD PINERA

42 EN ESTA CIUDAD, NATURALMENTE

44 SALUD Y COCINA CON EL AJONJOLÍ

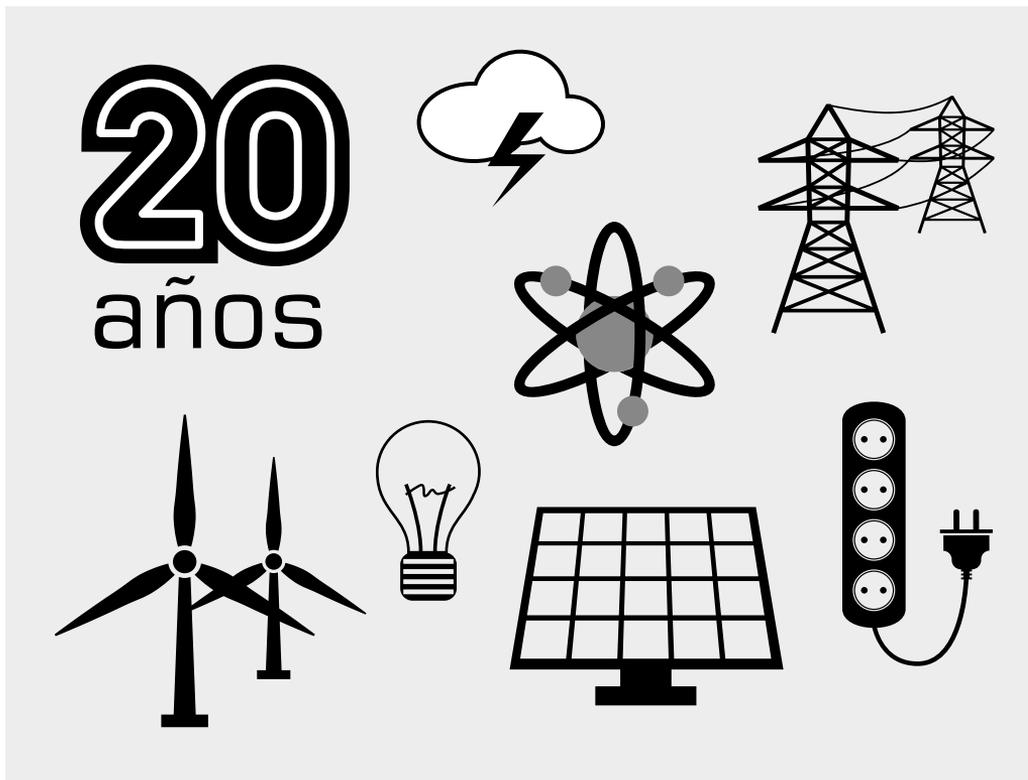
47 EVENTO GRANSOL 2017

49 CRUCIGRAMA

50 CONVOCATORIA

Energía y Tú en su 20 Aniversario

Editorial | 2



ESTE NÚMERO 80 de nuestra querida revista *Energía y Tú* tiene una significación especial, porque coincide con su veinte aniversario como publicación ininterrumpida y periódica. Se dice rápido y parece fácil. Pero cuidado, se trata de una facilidad engañosa, acaso influenciada por esa tan conocida estrofa que asevera que veinte años no es nada!

Desde el mismo momento de su constitución como organización no gubernamental, en 1994, los directivos de Cubasolar comprendieron que para su desempeño social, para el cual se había creado, resultaba necesario, en

rigor indispensable, que la nueva sociedad dispusiera de voz. En términos prácticos, ello significaba crear un órgano comunicacional que la vinculara de forma sistemática y permanente en el entramado dinámico del país en revolución. Fue así que a resultados de ese empeño, en 1997 Cubasolar logró la publicación del Número Cero de su revista *Energía y Tú*, al cual le seguirían, de forma permanente durante dos décadas, cuatro ejemplares por año.

Ha sido un largo y hermoso camino, no exento, claro está, de dificultades de muy

diverso talante, pero que en esta ocasión de recuento y salud preferimos pasar por alto.

Energía y Tú es una realidad comunicacional plenamente posicionada. En ella destacamos, en primerísimo lugar, el decisivo aporte de los numerosos –sí, numerosos– colaboradores que a lo largo de este andar han volcado en nuestras páginas lo mejor de sus conocimientos y experiencias en las diversas temáticas que conforman el abanico editorial de la publicación. Y lo han hecho, y lo hacen, de forma ejemplarmente voluntaria y gratuita, motivados por la sola –y muy valiosa– gratificación de saber que sus aportes contribuyen a la conciencia energética y el respeto ambiental que proclama Cubasolar, en correspondencia a su vez con los altos propósitos y valores que guían a nuestra Revolución.

Hubiéramos querido mencionarlos a todos, pero ello desbordaría el espacio de esta nota editorial; además, en rigor no resulta necesario, dado que ellos saben quiénes son, y nuestros lectores por igual los conocen y aprecian, satisfacción que constituye el principal estímulo para esos autores. A todos, una vez más, el agradecimiento sumado de editores y lectores.

Algunos temas han alcanzado espacio permanente en nuestras páginas, y para ello baste citar a la eficiencia energética, las energías eólica y fotovoltaica, la arquitectura bioclimática, la soberanía alimentaria, el respeto ambiental, la producción y uso del biogás, experiencias energéticas y ambientales locales y otros, en cada número aderezados con informaciones sobre eventos en Cuba referentes a esos y otros temas. El crucigrama energético ambiental aporta una pincelada singular muy apreciada por los lectores, y se le ha abierto un espacio también fijo a las mujeres cubanas, de todas las provincias, que

aportan su trabajo, experiencias y vivencias en estas actividades.

En ese contexto temático no es posible obviar la temprana y permanente brega conceptual que desde siempre ha llevado a cabo Cubasolar, y su órgano *Energía y Tú*, en aras del desarrollo de las fuentes renovables de energía. Y como es conocido, dicho desarrollo ha pasado a ser uno de los pilares energéticos del país.

Un rasgo que reafirma la voluntad social de *Energía y Tú* lo constituye el que la gran mayoría de sus ejemplares, que suman miles, se distribuye gratuitamente a todas las escuelas y bibliotecas del país, conscientes sus editores y los directivos de Cubasolar de que en las manos y el saber de los jóvenes está el futuro de nuestro desarrollo energético y la preservación del invaluable entorno ambiental cubano.

No puede faltar tampoco en este recuento, el valioso acompañamiento que a lo largo de este andar de veinte años han venido realizando diversas entidades y organizaciones nacionales e internacionales, así como personalidades relevantes, a las que por igual también expresamos el agradecimiento de todos.

Aunque es un lugar común, reiteramos que el saldo de estos veinte años genera sobre todo un gran compromiso: hacer de cada número una mejor revista, siempre más útil y en lo posible, agradable. Y sin el menor titubeo sumamos en este compromiso a todos nuestros valiosos colaboradores, sobre todo a los autores, que constituyen nuestro más valioso capital.

Retomando a Gardel, y apropiándonos ahora de su cita autoral, a veces veinte años sí dejan algo a tener en cuenta, y en nuestro caso, un saldo muy valioso e impercedero. 🇨🇺



La resiliencia energética ante el cambio climático antropogénico y el desarrollo sostenible

Vías para revertir el cambio climático y alcanzar su estado natural de equilibrio

Por LUIS BÉRRIZ PÉREZ *

YA ES CONOCIDO que la causa del cambio climático antropogénico actual es la ruptura o aumento del punto de equilibrio térmico entre el Sol y la Tierra como sistema termodinámico, debido al cambio de las propiedades ópticas de esta, principalmente su poder de absorción de la radiación térmica por el incremento en la atmósfera de los gases de efecto invernadero con el consecuente calentamiento global y sus efectos directos e indirectos.

Las consecuencias de un cambio climático reflejadas en un aumento de fenómenos extremos, hacen para muchos muy difícil pensar en un desarrollo verdaderamente sostenible. Incrementos de inundaciones en algunos lugares y sequías en otros, subidas del nivel del mar con la consecuente disminución del territorio de algunas islas actualmente habitadas, la ocurrencia con mayor frecuencia de ciclones de gran intensidad con catastróficos resultados como los que acaban

de pasar por el Caribe, son evidencias muy difíciles de ocultar.

Para poder pensar en un desarrollo sostenible es necesario, en primer lugar, prepararse para afrontar las consecuencias negativas del cambio climático que ya son evidentes, y en segundo lugar, combatir las causas que lo originan y aumentan, para así poder revertir el cambio y llevar el clima a su estado original de equilibrio. Con esto se alcanzaría la supervivencia, factor imprescindible para el desarrollo. Este segundo punto es muy difícil, pues tiene que lograrse a nivel mundial y no solo local.

En cuanto a los huracanes provocan daños por miles de millones de dólares anuales. Según datos de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), entre 1970 y 2016 los desastres naturales vinculados al clima causaron daños por 340,000 millones de dólares en el Caribe. De ello, 14,5 % han tenido lugar durante los últimos dos años (Comunicado de prensa de la Cepal del 27 de septiembre de 2017: «Cepal resalta potencial estratégico de la cooperación triangular para dar gran impulso ambiental a las economías de la región»). En este año 2017, las cifras son alarmantes.

Para poder resarcir en alguna medida estas afectaciones, la Organización de las Naciones Unidas, así como diversos países, destinan sumas millonarias a las naciones afectadas para su reconstrucción y restablecimiento. Sin embargo, es imposible recuperar las vidas ni el tiempo perdido en la implantación y marcha de los planes de desarrollo y sociales, haciendo más largo o imposible el camino hacia el desarrollo sostenible.

Por su importancia, tanto para la supervivencia como para el desarrollo, vamos a referirnos exclusivamente al sistema electroenergético de un territorio o país.

En Cuba, con el paso del ciclón Irma por casi todo el país, el sistema eléctrico nacional prácticamente colapsó. Se dañaron totalmente dos torres de alta tensión, 3 mil 616 postes, 2 mil 176 kilómetros de líneas, mil 379 transformadores, mil 300 kilómetros de acometidas y diez subestaciones (Información del Consejo de Defensa Nacional

de Cuba, publicado en Cubadebate el 29 septiembre 2017). Llegó un momento en que la generación de electricidad en las centrales termoeléctricas petroleras y su transmisión y distribución por la red eléctrica nacional, fue de cero kilowatt-hora.

Justamente una semana después, 90 % del país ya tenía electricidad y La Habana llegó a 99 %. Se restauró la electricidad a todo el país en menos de tres semanas. Y lo más importante, en ningún momento, aún durante el paso del ciclón, ningún punto de importancia como hospitales, policlínicas, panaderías, centros de la defensa civil y otros, dejó de tener electricidad, gracias a la generación distribuida y al uso de las fuentes locales y renovables de energía.

Se demostró en la práctica tener un sistema energético de alta resiliencia, pero desgraciadamente todavía a un alto costo. Mucho se puede hacer todavía.

Por lo general nos hemos conformado con desarrollar métodos para el conocimiento de los fenómenos atmosféricos. Por ejemplo, hemos mejorado mucho en el conocimiento de los huracanes y en su pronóstico, tanto en su intensidad como en su trayectoria. Los partes meteorológicos son confiables y nos avisan con prudencial certeza y con tres a cinco días de antelación, tanto la trayectoria como la intensidad y peligrosidad del huracán.

Sin embargo, hemos estudiado muy poco cómo combatir los ciclones y otros fenómenos atmosféricos. Les hemos dado, en pleno 2017, un tratamiento casi de divinidades y no de fenómenos físicos.

Hace algunos años, un grupo de científicos cubanos propuso un proyecto multinacional de investigación científica dirigido a combatir los huracanes por medio de barreras térmicas transitorias, creadas por medio de plataformas marítimas autopropulsadas de grandes dimensiones y llenas de paneles solares fotovoltaicos, que aprovecharan tanto la energía solar como el agua fría de las profundidades marinas, la cual suele tener entre 5 y 10 grados centígrados, para la formación de dichas barreras en aquellos

lugares y momentos donde y cuando sean necesarias. Esta sería una forma de disminuir los daños ocasionados por esos fenómenos.

Por otro lado, científicos de varios países han demostrado que la principal causa del cambio climático antropogénico es el incremento en la atmosfera de los gases de efecto invernadero debido a la combustión del carbón, el petróleo y otros derivados con fines energéticos en la producción de electricidad, la industria, la agricultura y el transporte. O sea, que la política energética que han llevado a cabo y llevan los diferentes países del mundo, principalmente los más desarrollados, es la causa de la contaminación y el cambio climático actual con sus catastróficas consecuencias.

Todo país tiene derecho a procurar un desarrollo sostenible, pero cualquier razonamiento sobre la satisfacción de las necesidades energéticas que lo garanticen, nos conduce a los postulados siguientes:

- Toda actividad necesita y consume energía.
- Todo desarrollo necesita, en primer lugar, de un uso más eficiente de la energía, y después, de un aumento de su consumo.
- El desarrollo se logra con el aumento generalizado de nuevas actividades puntuales, pero toda actividad nueva requiere de un nuevo consumo energético.
- Es imposible concebir un desarrollo sostenible basado en fuentes de energía contaminantes y además, agotables.
- Para que un desarrollo sea sostenible es imprescindible que el mismo se realice con respeto al medioambiente, o sea, con el uso de las fuentes naturales renovables de energía.

La energía disponible en las fuentes renovables, el viento, el agua, los residuales de biomasa, y principalmente la radiación solar, es mucho mayor que las necesidades energéticas presentes y futuras de toda la humanidad.

Por ejemplo, en Cuba, el consumo eléctrico promedio por cada vivienda es de 150 a

180 kilowatt-hora al mes; igual cantidad de energía solar que esa misma casa recibe en un solo metro cuadrado de su azotea.

En el territorio cubano de 111 mil kilómetros cuadrados, se recibe cada día un valor de energía solar equivalente al petróleo que consume durante cinco años. Dicho de otra forma, en Cuba se recibe mil ochocientas veces más energía solar que la del petróleo que consume.

Además de haber en cualquier lugar del mundo mayor disponibilidad de energías renovables que las necesarias, existe en la actualidad suficiente desarrollo científico y tecnológico para incrementar el uso de dichas fuentes y evitar, además, la contaminación atmosférica con gases de efecto invernadero.

A pesar de las contradicciones e intereses del mercado mundial, ya se comercializan a precios asequibles muchos equipos e instalaciones que permiten el uso de las fuentes renovables de energía. Son frecuentes, normales y comerciales las plantas bioeléctricas o fábricas generadoras de electricidad con residuales de la biomasa, las cuales son muy económicas y efectivas en aquellos lugares donde existe el residual, como en los centrales azucareros.

Son comunes los digestores de biogás de diferentes capacidades para el tratamiento de residuales por vía anaerobia, con la correspondiente producción del gas metano. Este gas se utiliza para la producción de electricidad o directamente para el bombeo de agua, el secado de productos agrícolas, la producción de algunos productos industriales o, posiblemente lo más importante y con mayor generalización, la cocción de alimentos.

El agua caliente es un problema totalmente resuelto con energía solar. Son frecuentes y comerciales los calentadores solares para calentar agua con fines tanto industriales como comerciales y domésticos.

El bombeo de agua es un problema resuelto con los molinos de viento y las bombas fotovoltaicas, y además, con el correspondiente almacenamiento del agua a la altura necesaria para obtener, cuando haga falta, agua con la presión requerida.



La mejor forma de conservar los productos alimenticios y plantas condimentosas y medicinales es con el mantenimiento de sus principios activos y propiedades organolépticas por medio del secado o de la refrigeración. En el primer caso se utiliza el calor y en el segundo, el frío. El secado solar está tecnológicamente y económicamente desarrollado para cualquier tipo de producto. La congelación o mantenimiento en frío de productos para su conservación también está tecnológicamente y económicamente resuelta con energía solar (o eólica), con la producción del frío mientras haya radiación solar (o viento) y con su acumulación en placas de congelación (eutéticas) a la temperatura deseada.

La climatización de locales con el suministro centralizado de agua fría está muy desarrollada y ha demostrado su eficiencia energética y ventaja económica. Incluso, se utiliza el agua fría de las profundidades marinas con grandes ventajas económicas, ya sea para el desarrollo del turismo como de almacenes climatizados.

Los aerogeneradores y los parques eólicos están generalizados y cada día su uso es más frecuente.

Las micro, mini y pequeñas hidroeléctricas son muy frecuentes y han demostrado ser económicamente muy ventajosas donde exista el recurso hidráulico. Son una forma de generación distribuida muy útil y efectiva.

Los paneles solares fotovoltaicos reducen cada día sus costos y los parques fotovoltaicos son también más frecuentes en el balance energético de varios países, incluyendo Cuba, debido a su rentabilidad. También se generalizan en el mundo los techos fotovoltaicos.

Se desarrollan equipos cada vez más eficientes, tales como las luminarias *leds* y otros efectos electrodomésticos. Aumenta también la eficiencia en la maquinaria industrial.

Se desarrolla el transporte eléctrico y el colectivo, con los correspondientes parqueos fotovoltaicos.

Muchos de estos logros se deben a la política de la generación distribuida y cerca del lugar de consumo. Así se generaliza en muchos lugares el uso de los recursos energéticos renovables locales propios en la satisfacción del desarrollo sostenible.

Mucho ha significado y significa el cambio de mentalidad del consumidor de electricidad a productor-consumidor. Aumenta la cultura del ahorro y la protección del medioambiente contra el despilfarro y la contaminación ambiental.

Todos estos factores aumentan la resiliencia energética de un territorio o país, y por lo tanto, favorecen al logro de un verdadero desarrollo sostenible. 🇨🇺

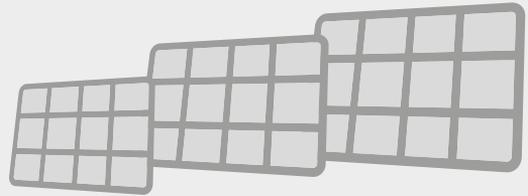
* Doctor en Ciencias Técnicas. Presidente de Cubasolar.
E-mail: berriz@cubasolar.cu

Sistemas FV con seguidores vs. Sistemas FV fijos



Argumentos para la instalación de sistemas fotovoltaicos

Por DANIEL STOLIK NOVYGROD*



8

DETERMINAR qué sistema FV es mejor entre fijo o con seguimiento (*tracking*) no es nada simple, depende de muchos factores como costos, eficiencia de conversión, tipos de estructuras, posibilidades de fijaciones al suelo, disponibilidad de tierras y áreas, factores geográficos (latitud, magnitud de la radiación solar, relación entre directa vs. difusa), dependencia de la carga y resistencia al viento, por lo que para tomar decisiones al respecto hay que tener en cuenta la importancia de cada característica. En la figura 1 se plantean todas las variantes: la fija (1), las tres de un eje (2), y la de dos ejes (3).

Existen distintos tipos de sistemas con seguimiento (*tracking*):

1. De un solo eje con variantes de:
 - a. Eje vertical en que el módulo cambia el azimut de este a oeste (Fig. 2).

- b. Eje horizontal en que el módulo gira norte-sur (Fig. 3).
- c. Eje horizontal en que el módulo gira de este a oeste con distintos ángulos de inclinación (*tilt*) (Fig. 4).

2. De dos ejes que siguen al sol perpendicularmente en todo momento (Fig. 5).

Sistemas FV con seguimiento

Aumento de la generación FV: Constituye la ventaja mayor de los sistemas con seguimiento, como promedio es 12 % a 30 % mayor en comparación con el sistema FV fijo, en dependencia del lugar geográfico, latitud y relación entre radiación directa vs difusa, entre otros factores. En la figura 6 se muestran ejemplos en varios países entre 13 % y 22 % de aumento de la generación FV con seguimiento.

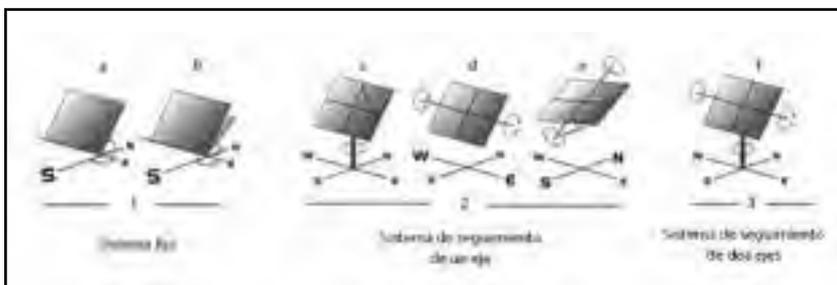


Fig. 1. a) Orientado al sur en el hemisferio norte. b) Orientado al sur en el hemisferio norte con otro lado de inclinación. c) De eje vertical en el que el módulo cambia el azimut de este a oeste. d) De eje horizontal, el módulo cambia el azimut de norte a sur. e) De eje horizontal, el módulo gira de este a oeste. f) De dos ejes que sigue al sol perpendicularmente todo momento.



Fig. 2. Ejemplo de un eje vertical.



Fig. 3. Horizontal norte-sur.



Fig. 4. Horizontal de este a oeste.



Fig. 5. De dos ejes que sigue al sol perpendicularmente.

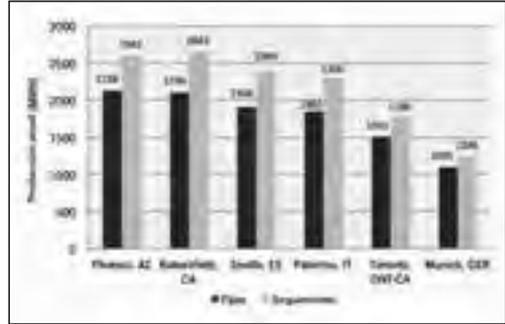


Fig. 6. Estadísticas de países con aumento de generación FV con seguimiento.

Fuente: GTM Solar Balance-of-System: To Track or Not to Track.

Aumento temporal de la generación eléctrica: Es otra ventaja de los sistemas con seguimiento a horas más tempranas y más tarde también, como se indica en la figura 7 (*trackers* con línea más oscura):

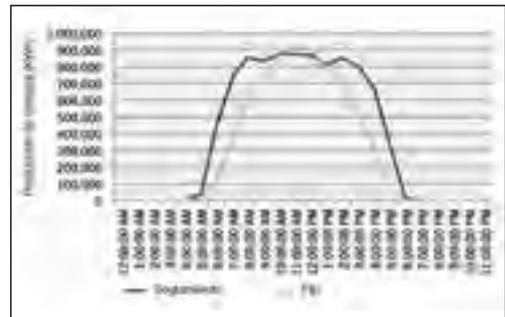


Fig. 7. Comportamiento sistemas con seguimiento.

Fuente: GTM Solar Balance-of-System: To Track or Not to Track.

Sistemas FV fijos

Entre las ventajas de los sistemas fijos están:

Sencillez mecánica: No tienen partes móviles, diseños más sencillos, y fácil instalación.

Costos: Inicial, de instalación y de mantenimiento más bajos. Cuando los módulos FV eran mucho más caros, los *trackers* tenían el propósito de sacar más energía a los modelos; ahora que los modelos son mucho más baratos no siempre tienen sentido los *trackers*. El sistema con seguidores con parte mecánica en movimiento siempre añade un costo inicial complementario y mayor costo de O-M.

Carga de viento: El fijo es más fácil y más barato de fijar, calcular, diseñar y para resistir fuertes vientos, aspecto muy importante en zonas de huracanes.

Ejemplos de los sistemas fijos se muestran en la figura 8.

El sistema de seguimiento sobre un poste necesita mucha más robustez y es más vulnerable que el fijo con postes delanteros y traseros.

Área: Se necesita comparar el costo del mantenimiento de los *trackers* con el costo de aumentar el número de módulos en instalación fija (sin *trackers*) para lograr la misma energía FV. Con modelos más baratos la variante costo-beneficio que puede ser mejor es la de instalar más módulos fijos. Por ejemplo, en California un sistema con seguimiento de un eje de 20 MW, o un sistema fijo de 24 MW (utilizando inversores centrales y la misma técnica de cableado), producen la misma energía.

La utilización de menos área de instalación se muestra en el gráfico comparativo de requerimiento de tierra en función de la eficiencia de conversión del módulo FV (Fig. 9):

Radiación: El montaje de sistemas fijos es una buena opción en lugares de alta radiación difusa. Además, existe la posibilidad de utilizar la radiación albedo (reflexión difusa en superficies) en algunos tipos de instalaciones (Fig. 10).

El albedo en superficies blancas alcanza 90 % de reflectividad con posible aumento de > 30 % de eficiencia con utilización de módulos bifaciales que se comercializan actualmente.

Alineamiento: El sistema fijo tiene mucha menor dependencia al desalineamiento

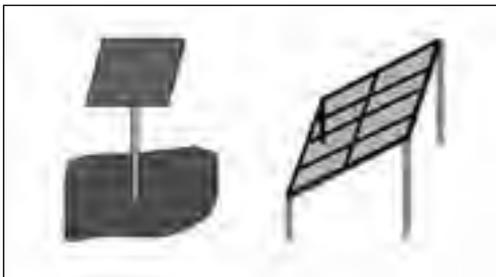


Fig. 8. Ejemplos de sistemas fijos.

angular del módulo con la radiación directa del sol. Además, existe la posibilidad de cambiar el *tilt* manualmente (con aumento de la radiación entre dos y ocho soles) mediante sistemas mecánicos manuales de barras (*rack system*), cambiando el ángulo (*tilt*) cuatro veces al año, a la mitad entre solsticios y equinoccios (Fig. 11), que pueden aumentar la producción de energía FV hasta en 5 % (Fuente: NREL *Solar Radiation Data Manual*).

Garantía: En sistemas fijos las garantías son por más tiempo, mientras que las de los seguidores (*trackers*) están en un rango entre 2 y 10 años.

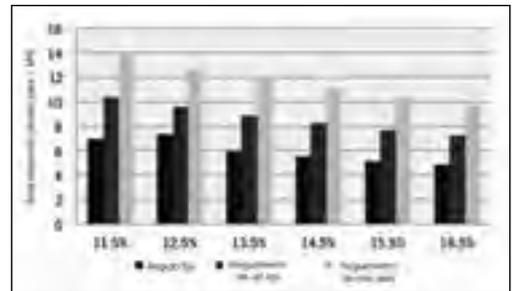


Fig. 9. Gráfico comparativo de requerimiento de tierra en función de la eficiencia de conversión del módulo FV. Fuente: GTM *Solar Balance-of-System: To Track or Not to Track*.



Fig. 10. Utilización de la radiación albedo.

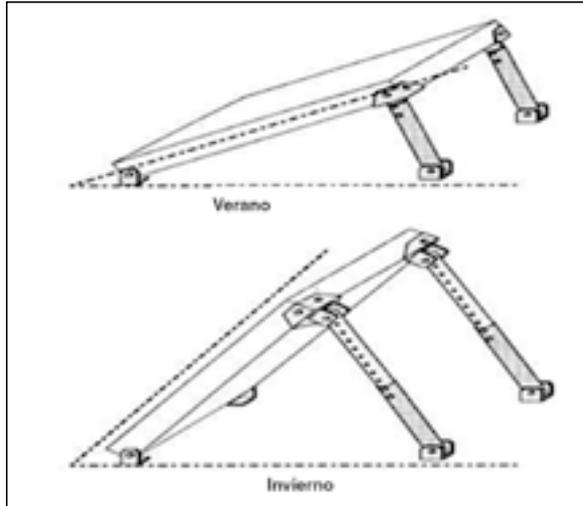


Fig. 11. Ejemplos de alineamiento según la estación.

Conclusión

En texto del sitio Ecured, de «Energía solar», se plantea con relación a Cuba: «A diferencia de los países continentales secos, la nubosidad en Cuba es muy alta, debido principalmente a los mares que la rodean. La radiación difusa tiene un valor promedio mayor de 40 %. La cantidad promedio de días nublados por mes es mayor que 10, aunque es difícil encontrar un día que no salga el Sol aunque sea por un momento».

De acuerdo con lo anterior, en lugares de alta radiación difusa disminuye el aporte que pueden dar los sistemas FV con seguimiento de la radiación directa del sol. Además de factores ya expuestos, entre otros, como:

sencillez, abaratamiento de módulos, menor área de ocupación, estandarización de los parques FV, menores costos iniciales y de O-M, mayor resistencia a los vientos huracanados, posible seguimiento parcial manual en algunos sistemas FV instalados, posibilidades en un futuro próximo de utilizar la radiación albedo, se recomienda desarrollar fundamentalmente las instalaciones fijas de los sistemas FV. 🇨🇺

* Doctor en Ciencias y Profesor Titular de la Facultad de Física y el Instituto de Materiales y Reactivos (IMRE), Universidad de La Habana, Cuba.
E-mail: dstolik@fisica.uh.cu

Evite usar la plancha eléctrica para una sola prenda



pues calentará la resistencia sin aprovechar la ocasión

El papel de la sociedad civil en el desarrollo de las energías renovables desde la perspectiva de la cooperación internacional

Recorrido histórico de nuestra apuesta por las energías renovables en Cuba

Por FEDERICA CARRARO * Y SERGIO ESCRICHE RAMOS **

12



EN LA DÉCADA de los 90 del pasado siglo, Cuba afrontó su peor crisis económica, por el cambio de las relaciones internacionales simbolizada por la caída del muro de Berlín, desaparición del Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME) y tiene que salir a un mercado internacional hostil y desconocido. La escasez de petróleo hace que Cuba empiece a centrar su estrategia en las energías renovables. Por tanto, tal necesidad lleva el gobierno cubano a orientarse en ese sentido.

El sistema educativo cubano, que ofrece a sus estudiantes de todos los niveles las necesarias comidas diarias, estuvo entre los primeros demandantes de soluciones. Las cocinas de los comedores escolares en las zonas rurales empezaron a utilizar la madera como combustible, usando los bosques cercanos a las instalaciones, con la consiguiente deforestación. Las condiciones de trabajo de «las cocineras» empeoraron sustancialmente, ya que los fogones alimentados con leña necesitan de mucho tiempo para que sea eficiente

la cocción. El horario de trabajo empezaba a las cinco de la mañana y los humos producidos por las improvisadas cocinas de leña produjeron afectaciones respiratorias y oftalmológicas.

La alarma de parte del Ministerio de Educación no se centraba solo en las dificultades energéticas, sino también por la escasez de alimentos, que por igual dependían de las importaciones justas y ventajosas del CAME. La organización SODEPAZ (Solidaridad para el Desarrollo y la Paz) en esa época, en torno al año 1992, en ocasión del primer encuentro de Cooperación Internacional que se celebró en La Habana –donde por primera vez ONG internacionales se reúnen con ONG cubanas para contribuir a aliviar algunos de los problemas más agudos del momento–, entra en contacto con la desaparecida Comisión Nacional de Energía (CNE). Parte de sus técnicos darían vida en 1994 a la ONG cubana Cubasolar, nuestra contraparte hasta el día de hoy.

Las primeras propuestas se orientaron a dos tipos de soluciones:

- a. Digestores para la producción de biogás.
- b. Energía fotovoltaica.

El primero fue un programa de muy larga duración, casi seis años, la contraparte fue el Ministerio de Educación cubano, que previó la instalación de digestores en los centrales azucareros donde coincidían centros de formación profesional para técnicos azucareros, y los comedores de los empleados del central, así como la población estudiantil, docente y personal de servicio. Estos digestores se alimentaban de los residuos cañeros, que a través del proceso anaeróbico producen gas que una vez canalizado alimentaba a las cocinas.

En las 14 provincias existían condiciones similares, por lo que, con la colaboración de los gobiernos provinciales, se construyeron con diferentes tecnologías 14 biodigestores. La población directamente beneficiada fue la estudiantil, así como los productores azucareros.

Con relación a la energía fotovoltaica, la instalación de paneles solares fue otro programa que sigue en funcionamiento en la

actualidad. Nuestra contraparte ya fue Cubasolar. Empezamos con la electrificación de los consultorios médicos en zonas de montaña, aislados, aunque el Sistema Eléctrico Nacional de Cuba ofrece cobertura a más de 96 % de la población, las zonas aisladas de montaña no reciben este servicio y a las cuales había que atender a través de esta tecnología.

Frenar la emigración del campo a la ciudad dotando el campo de los servicios básicos, fue y sigue siendo una prioridad para el gobierno cubano. Los centros de salud, que solían albergar también las viviendas de médico y enfermero, fueron los primeros que se empezaron a equipar de paneles, suficientes para abastecer de energía eléctrica bombillas para la iluminación, aparatos de diagnóstico, frigoríficos para las vacunas y radio para las emergencias sanitarias e interconsultas.

Cinco años más tarde, una vez electrificados más de 100 consultorios, se procedió a realizar una evaluación en conjunto con Cubasolar, que arrojó datos extraordinarios sobre el impacto no solo en los índices de salud de la población rural, por las mejores condiciones de trabajo del personal sanitario y mejores capacidades diagnósticas y asistenciales, sino porque la población rural aumentó su socialización y su cohesión.

Este programa se extendió a otros servicios como los círculos sociales, dotándoles de equipamiento para la proyección de vídeos, que permitía el encuentro de los pobladores para la visión de documentales y películas, y en su última fase se empezó con la electrificación de las viviendas individuales de los propios campesinos, con capacidad suficiente para instalar una televisión, vídeo y bombillas para la iluminación.

Se experimentaron también proyectos donde la instalación fotovoltaica fuese comunitaria, es decir, se instalaron paneles para un conjunto de viviendas e instalaciones próximas. En este caso, las soluciones fueron menos frecuentes ya que las zonas eran montañosas, caracterizadas por la dispersión y alejamiento de los asentamientos humanos.

A partir de 2005 se inicia una nueva etapa del trabajo con Cubasolar en colaboración

con Catedes en Guantánamo, abriendo nuevos desarrollos con las energías renovables, en este caso para impulsar el abastecimiento de agua a comunidades afectadas por la sequía, tanto para el consumo humano y animal como para riego.

Otras experiencias de aplicación de las energías renovables se realizaron en el tratamiento de los residuos de una despulpadora de café, con la construcción de una planta piloto de tratamiento y producción de biogás en la comunidad El Limoncito, en Guantánamo.

Otros ejemplos han sido la instalación y reparación de varias mini hidroeléctricas, hasta un total de ocho, fundamentalmente en Sierra Maestra, y la energización solar del municipio de Guamá, Santiago de Cuba, programa que hoy se sigue desarrollando con nuevas iniciativas y propuestas.

Nuestro aprendizaje en la Cooperación Internacional nos ha llevado no solo a facilitar el intercambio sur-sur entre nuestras contrapartes para introducir, de la mano de Cubasolar, estas tecnologías aplicadas a iniciativas de soberanía y seguridad alimentarias, sino para organizar las jornadas internacionales «Renovando la Cooperación: Jornadas Formativas Internacionales de Cooperación al Desarrollo y Energías Renovables» en junio de 2010, en Navarra.

Con el apoyo inestimable del Centro de Referencia Nacional en Energías Renovables y Eficiencia Energética (Cenifer) en Navarra, España (www.cenifer.com), se fortaleció este intercambio para las organizaciones del sur participantes, promocionando la replicabilidad de los proyectos más efectivos de cada zona, así como fraguando propuestas de colaboración profesional entre los países participantes.

Es de destacar que en Cuba, en estos años, se pasó de una política energética de urgencia donde las energías renovables ocupaban un lugar subsidiario temporal, a una política energética donde las renovables son fuentes viables, sustitutorias y definitivas.

En esos inicios los defensores de las renovables fueron minoritarios, aunque hoy, con la aprobación de los nuevos Lineamientos en mayo de 2011, se aprecia un futuro prometedor, en particular con el número 247 que

plantea: «Potenciar el aprovechamiento de las distintas fuentes renovables de energía, fundamentalmente la utilización del biogás, la energía eólica, hidráulica, biomasa, solar y otras; priorizando aquellas que tengan el mayor efecto económico».

En ese mismo año, y diversificando nuestro trabajo en materia de energías renovables (EERR), afrontamos uno de los mayores retos de nuestra organización, mediante el desarrollo del programa «Aprovechamiento de la biomasa de marabú y otras especies energéticas, como combustible para la generación de electricidad y recuperación ambiental en Camagüey», financiado por la Comisión Europea para cinco años. Ejecutado en conjunto con la ONG cubana Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales (Actaf), la iniciativa ha contado con la mayor atención de las autoridades cubanas e internacionales debido a su complejidad, innovación y pertinencia.

En 2015 SODEPAZ firma un acuerdo marco con el Ciemat (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), institución pública española de referencia tanto a nivel nacional como internacional en materia de EERR. En pocos meses dicho acuerdo da su primer fruto con la aprobación por parte de la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (Aecid), del primer proyecto consorciado «Hybridus: cogeneración de energía, eléctrica y térmica, mediante un sistema híbrido biomasa-solar para explotaciones agropecuarias en la isla de Cuba», en fase de terminación. En este, la capacitación a científicos y expertos cubanos en las diferentes tecnologías en EERR, ha sido uno de los ejes fundamentales.

Hoy en día seguimos difundiendo las energías renovables para todos los proyectos de cooperación, y su aplicabilidad a iniciativas de soberanía alimentaria en nuestro propio país, según estas estrategias. 📌

*Directora de Sodepaz.

E-mail: f.carraro@gmail.com

**Coordinador proyectos Sodepaz Cuba.

E-mail: sergio@sodepaz.org

¿Parques eólicos fuera de costa (*offshore*) en Cuba?

Consideraciones sobre la factibilidad de desarrollar parques eólicos marítimos en Cuba

Por CONRADO MORENO FIGUEREDO *

15



YA EN 2006, en el número 35 de esta revista, este tema fue tratado con el título «Parques eólicos marítimos (*offshore*)». En la literatura se emplean varios términos: parques eólicos marinos, marítimos, costa fuera y fuera de costa. En definitiva son los parques que no se instalan en tierra firme. En aquellos momentos no existía un programa de desarrollo eólico en el país. En esta ocasión, cuando los planes de desarrollo de la energía eólica están en pleno desarrollo en Cuba, se retoma el tema en este nuevo escenario. Hoy por hoy, personas interesadas preguntan: ¿Y los parques eólicos marítimos en Cuba no están en los planes de desarrollo inmediato?

Es opinión del autor que aunque nuestro país está rodeado de mar por todas partes y posee una plataforma marítima amplia, la posibilidad de instalar parques eólicos marítimos no está cercana, pues los costos aún son altos en comparación con los parques terrestres. Esto, unido a que los mares cercanos a las costas en determinadas zonas ventosas son profundos, hace que las áreas disponibles sean limitadas. A esto se agrega que el desarrollo turístico acoge aquellos sitios cercanos a las costas donde los mares son más o menos profundos. Además, áreas que reúnen condiciones son protegidas desde el punto de vista medioambiental. Si a esto se le agrega la frecuencia de los huracanes

que nos azotan, se confirma que la introducción de esta tecnología requiere estudios climatológicos y económico-financieros que demuestren su factibilidad. No obstante, no es un tema a descartar totalmente (Fig. 1).

Desarrollo de la energía eólica marina en el mundo

En el mundo la generación eólica marítima está en pleno desarrollo, desde la instalación del primero de sus parques costa fuera en Dinamarca, en 1991, y se concentra en Europa y Asia. Recientemente se incorporó Norteamérica. La capacidad instalada de parques eólicos *offshore* en el mundo a finales de 2016 supera los 14 000 MW, de acuerdo al último reporte de 2016 del REN21 y el Consejo Mundial de Energía Eólica. Se instalaron 2,2 GW, de los cuales 1,6 GW fueron en Europa para 70 %, y del total, 12,6 GW pertenecen a ese continente, es decir, 88 %. La mayor cantidad de proyectos se instalan en Alemania (0,9 GW), Holanda (0,7 GW), Gran Bretaña (56 MW) y China con 0,6 GW. Como se observa, todos son países con un desarrollo económico notable (Fig. 2).

Particularidades de los parques eólicos marítimos (PEM)

Los PEM, en comparación con los terrestres, tienen un mayor factor de capacidad, es decir, tienen una productividad mayor como resultado de que el régimen de viento

es más estable, por lo que la potencia máxima se aproxima más a la potencia media. Esto se traduce en mayor cantidad de horas equivalentes de trabajo a potencia máxima. Si el viento es más estable, evidentemente la producción de energía es mayor en la tecnología marina.

El análisis económico evidencia que los costos de los PEM son mayores debido a que la construcción es más difícil y compleja al requerir más tiempo, materiales y una logística más sofisticada. Las turbinas tienen que transportarse en barcos y la transmisión de la electricidad debe ser por cable submarino hacia tierra firme. Lo que justifica el desarrollo de los PEM es que su factor de capacidad (rendimiento) mayor compensa esos altos costos. Por eso la potencia que se instala en los PEM es mayor, cientos de MW, ya que la economía de escala posibilita atenuar dichos costos superiores, lo que los hace rentables.

La principal diferencia entre un proyecto marino y otro terrestre está en el costo de la inversión, que es el doble con respecto a los proyectos eólicos en tierra firme. Es decir, los parques marítimos tienen más dificultades para competir desde el punto de vista económico.

Los parques eólicos marinos tienen una vida útil que duplica la duración de los parques terrestres; por ser el viento menos va-



Fig. 1. Parque eólico marítimo.

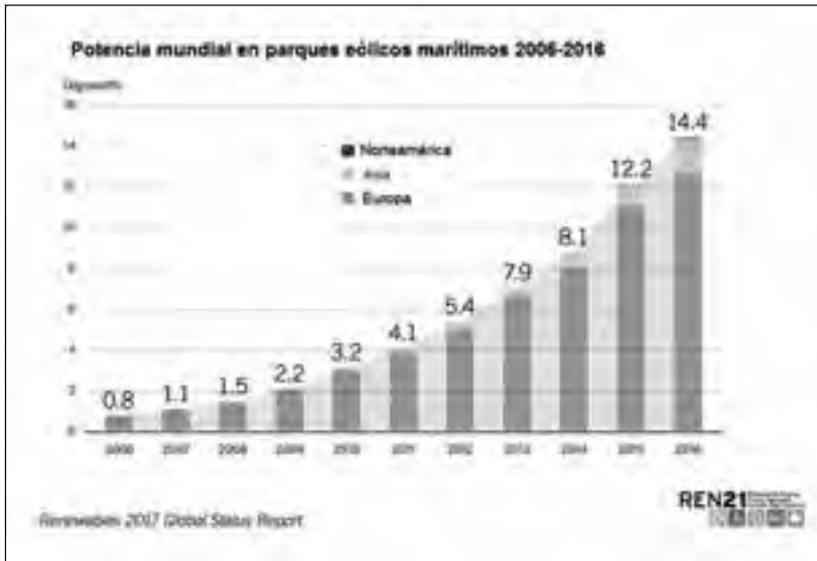


Fig. 2. Potencia mundial en parques eólicos marítimos 2006-2016.

riable y más constante, los aerogeneradores están menos afectados con cargas cíclicas que producen desgaste y empeoramiento de las condiciones de trabajo, al no tener que realizar tantas paradas ni arranques en contraste con los parques terrestres.

Si bien la inversión inicial hace que el tiempo de recuperación sea mayor que en los parques terrestres, su vida útil es diez años más con respecto a los terrestres, lo que compensa esta desventaja.

Tecnología de los parques eólicos marítimos (PEM)

En un breve plazo, la tecnología marina deberá ser aún más eficiente y más competitiva por el trabajo que se realiza en la reducción de los costos y los nuevos desarrollos tecnológicos que están en pleno desarrollo, y está ganando cada día más adeptos. Esto se demuestra con lo siguiente: si bien en los años noventa solo tres países habían instalado parques eólicos marítimos, en estos momentos más de 15 países ya tienen esta tecnología en explotación. A la vez, esta tecnología ha provocado un aumento brusco del diámetro de las turbinas eólicas, desde 37 metros hasta 126 metros.

En Europa, la capacidad media de las nuevas turbinas marítimas que se construyeron en 2016 fue de 4,8 MW, 15 % mayor con respecto al 2015 y 62 % con respecto a una década atrás. La industria de la eólica marítima es diferente, desde el punto de vista tecnológico y logístico, a la terrestre. Algunas firmas dominan este mercado con su tecnología. Siemens fue el líder suministrador en 2016 con 67 % de la capacidad añadida, seguido por Sewind de China con 24,6 %.

Aunque los tipos de cimentaciones más discutidos y utilizados en instalaciones eólicas *offshore* son el monopilote, la cimentación de gravedad, el trípode y el *jacket*, existen multitud de variantes que también han de ser consideradas en esta fase del proyecto. La tecnología marítima ha continuado desarrollándose hacia fondos marinos más profundos y el tamaño promedio de los proyectos en construcción también continúa en aumento; todo ello tratando de reducir los costos de los proyectos y los problemas de logística. La mayoría de las turbinas marinas instaladas en Europa se basan en cimentaciones en monopilotes (88 %), seguidas por las de tipo *jacket* (12 %). Siemens está desa-

rollando un nuevo concepto híbrido donde se combinan las cimentaciones gravedad-*jacket*. También se continúa desarrollando la turbina flotante adaptada a aguas profundas.

La elección entre los distintos tipos de cimentaciones ha de basarse en un análisis técnico y económico, sin perder de vista el aspecto medioambiental (Figs. 3, 4, y 5).

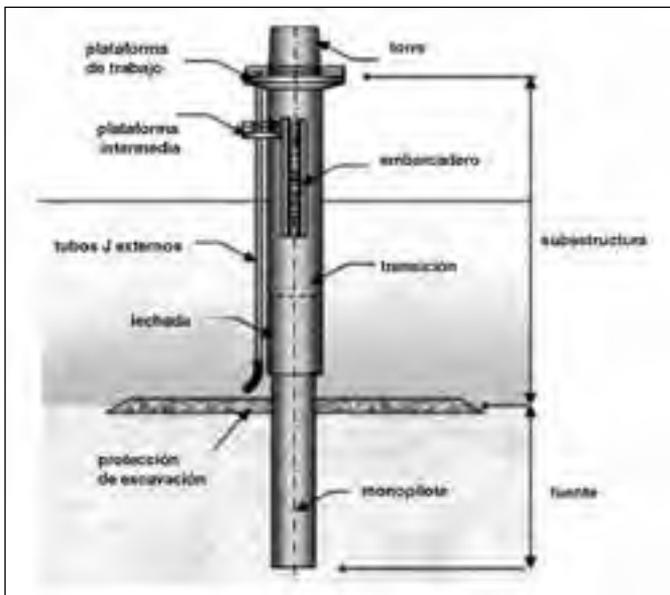


Fig. 3. Cimentación de tipo monopilote.

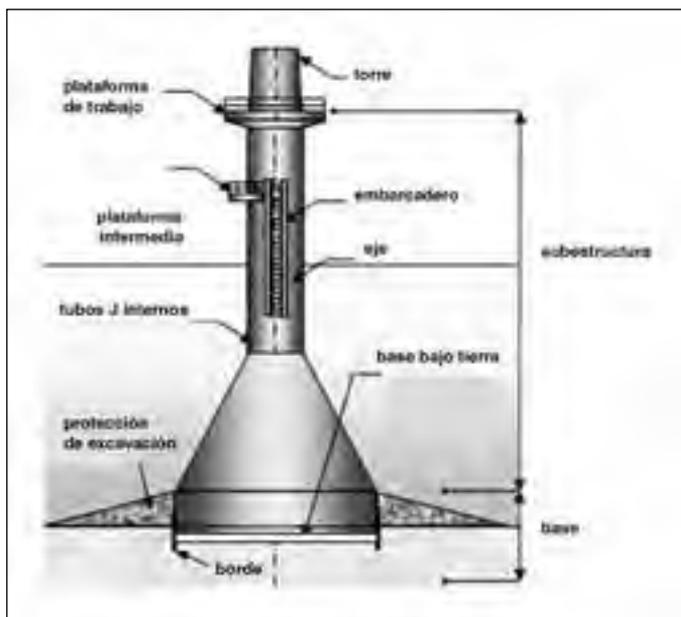


Fig. 4. Cimentación de tipo *jacket*.



Fig. 5. Turbina eólica flotante.

Los PEM deber ser resistentes a la corrosión proveniente del aire de mar, mucho más húmedo y contiene más sal que los parques ubicados en las costas.

La electricidad producida por la turbina tiene parámetros similares a los terrestres, y debe ser entregada a la red eléctrica que se encuentra en la costa más cercana en tierra firme (Fig. 6).

Hasta el momento la transmisión de la electricidad desde los PEM se ha realizado con corriente alterna; no obstante, en un futuro cercano es muy posible que se emplee la corriente continua. Hoy por hoy se debate a nivel de desarrolladores e investigadores sobre la utilización de corriente alterna o continua para la transmisión de la electricidad generada en parques eólicos *offshore*.

La corriente continua tiene varias ventajas con respecto a la alterna, como es la mayor



Fig. 6. Subestación eléctrica marítima.

capacidad de transporte de electricidad y las menores pérdidas relacionadas con la transmisión de la energía eléctrica, pudiendo ser 20 % menor que las que se producirían con corriente alterna. Además, el costo por unidad de longitud de línea de transmisión en corriente continua es menor al de una de corriente alterna. No obstante, como se mencionó, todo esto está en discusión.

A los PEM se les debe garantizar una alta protección contra las descargas eléctricas, y las instalaciones en altamar son más dadas a ser alcanzadas por estos fenómenos.

Las cimentaciones y las torres de los PEM están sometidas a fuertes cargas provenientes del viento y de las olas, por separado o en combinación. Sin embargo, al estar alejadas de las zonas urbanas, no existen limitaciones en cuanto al impacto del ruido producido, con respecto a los parques terrestres, cuya velocidad en la punta de la pala se limita a 65 m/s. Esto hace que la producción de energía de la turbina sea mayor.

Los costos de mantenimiento son mayores debido a que las condiciones de clima son más severas, a lo que se les unen las largas distancias de las costas. Esto acarrea también que disminuya la disponibilidad del tiempo de funcionamiento, al ser más frecuentes reparaciones no planificadas (Fig. 7).



Fig. 7. Mantenimiento de un parque eólico marítimo.

Particularidades de Cuba para la instalación de parques eólicos marítimos

Un elemento decisivo en el desarrollo de la eólica marina son los fondos marinos. A mayor profundidad más compleja es la instalación, fundamentalmente por la cimentación o la forma de mantener las turbinas a flote en funcionamiento, lo cual encarece los proyectos. Muchos fondos marinos cubanos, en general, tienen una pendiente muy abrupta, y las zonas donde las profundidades marinas son bajas se explotan por el turismo, por lo que subyace un conflicto con este desarrollo. Esto no sucede en las regiones donde hay mayor desarrollo de esta tecnología, como en el norte de Europa donde los fondos marinos son bajos.

Otra particularidad de Cuba son los huracanes, lo que hace que las cimentaciones tengan que ser capaces de resistir los vientos de estos fenómenos. Como se conoce, la fortaleza de los huracanes en alta mar es mayor que en tierra, por lo que esto pudiera ser una gran limitante. También, los huracanes vienen acompañados de marejadas, lo que también influye en la necesidad de cimentaciones más fuertes, que sean capaces de enfrentar estos dos fenómenos.

La corrosión y las descargas eléctricas son otros aspectos negativos para el desarrollo de los PEM en Cuba. La alta corrosión atmosférica que caracteriza a nuestro clima exige mayor atención a este fenómeno. De acuerdo a los estudios realizados en las regiones orientales, donde los vientos son más favorables, existen condiciones contaminantes muy agresivas.

La tecnología eólica marina es una tecnología relativamente nueva. A corto plazo, el viento costa afuera de seguro será más eficiente y competitivo debido a las reducciones de costos y a los avances tecnológicos. Esta tecnología innovadora está en una fase de desarrollo acelerado y está ganando muchos adeptos en todo el mundo.

Conclusiones

La producción de energía eólica costa fuera se ha convertido en una fuente de energía importante en Gran Bretaña, Dinamarca, Alemania y Holanda, donde las aguas poco pro-

fundas en zonas ventosas ofrecen condiciones ideales para las instalaciones eólicas fuera de las costas. Norteamérica, China y Japón se están incorporando a este grupo analizando sus ventajas, sin dejar de considerar sus desventajas. Esto, claramente dado por la caída de los precios, ha despertado las esperanzas de que la producción de energía eólica marina pueda competir pronto con las fuentes de energía fósiles, como el petróleo y el gas.

Teniendo en cuenta que el desarrollo eólico de Cuba es incipiente y apenas comienza, es obvio que el desarrollo de PEM no debe estar en los planes inmediatos; ello explica que en los 656 MW planificados para el 2030 no aparezca esta tecnología. El propio desarrollo de esta modalidad, la reducción de los costos de inversión y en particular los avances en las turbinas flotantes aptas para mayores profundidades, pudiera hacer que en los planes después del 2030 aparezcan estos parques *offshore* en los mares de Cuba. Por lo tanto, no es descartable que empresas especializadas en este tipo de instalación se interesen en analizar estas posibilidades para Cuba en un futuro cercano y lleguen a los organismos cubanos correspondientes con este tipo de propuesta.

No obstante, se ratifica que es recomendable realizar estudios sobre la potencialidad de Cuba para desarrollar estos parques eólicos marítimos, donde se determinen las áreas que cumplan los requisitos, fundamentalmente en cuanto a la distancia de la costa, profundidad de las aguas, altura de las olas, intensidad del oleaje, características del viento, ubicación del punto de conexión a la red en tierra y demás elementos antes mencionados, como el desarrollo turístico y las áreas protegidas, en aras de conocer nuestra potencialidad y estar preparados para posibles y futuras inversiones. 📍

* Doctor en Ciencias Técnicas. Vicepresidente de la Asociación Mundial de Energía Eólica (WWEA). Profesor Titular del Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables (Ceter), La Habana, Cuba.
E-mail: conrado@tesla.cujae.edu.cu

Investigación, planeación, organización y manejo del riego del arroz con el uso de las mangueras flexibles en Camagüey

Innovaciones eficientes en el cultivo de arroz

Por HÉCTOR MORENO GUERRA *



21

EL AGUA ES un elemento imprescindible para el consumo humano, la rama industrial, social y agrícola. Aunque el cultivo de arroz en Cuba existía antes del triunfo de la Revolución, es en 1968 que con el fin de auto abastecerse se inició el plan arrocero nacional. Para desarrollarlo se tuvieron en cuenta diversos factores, entre ellos las inversiones relacionadas con el riego y el drenaje, las que presentan una elevada participación (sistemas de riego, presas, estaciones de bombeo, etc.), por ser imprescindibles para la producción arrocera.

No es posible considerar la práctica del riego y el drenaje sin una cuantificación del elemento fundamental que interviene en el mismo, el agua.

En nuestro país, salvo en muy contadas excepciones, se puede afirmar que el riego se efectúa sin tener presente el requisito básico de medición del agua, la ausencia en los sistemas de riego de las obras hidrométricas y los métodos de organización necesarios para su utilización y el manejo de canales, que carecen de

obras de entrega y que dificultan el uso adecuado del agua.

Ha faltado una plena conciencia de la importancia de la hidrometría, y de esta forma se han ejecutado a lo largo de los años los sistemas de riego y drenaje sin las obras hidrométricas correspondientes.

Este trabajo está dirigido a la investigación e introducción en las áreas agrícolas de la sustitución del canal terciario del arroz, de tierra, por mangueras flexibles con compuertas calibradas entre 1–6 L/s que satisfacen la demanda del cultivo. El principal objetivo es demostrar la eficiencia de conducción y la norma de aplicación.

El cálculo de las normas de riego, hidromódulo, balance de agua, gastos, conducción eficiente, etc., quedan como elementos teóricos de los proyectos cuando no es posible medir y controlar el agua en las condiciones prácticas del regadío; por ello hemos decidido realizar este trabajo que servirá de punto de partida para otras investigaciones de riego del arroz con esta tecnología.

La prioridad en el desarrollo de las redes hidrométricas se establecerá para los sistemas de riego arrocero, donde se maneja 60 %, aproximadamente, del agua total de riego.

En la práctica agrícola cubana se utiliza el riego y drenaje, pero en el cultivo del arroz este elemento es decisivo debido a sus características técnicas, y es por eso muy usual la existencia de los sistemas de riego; sin embargo, en las condiciones actuales estos

sistemas presentan muchas insuficiencias, entre las que se destacan:

- Explotación deficiente.
- Deficiente estado técnico.
- Tecnologías obsoletas.
- Rendimientos bajos.

¿Cómo evaluar la eficiencia de los sistemas de riego tradicional y semingeniero para su correcta explotación, sin sustituir el canal terciario?

Para el cumplimiento del objetivo trazado se prevé la cuantificación de las pérdidas de conducción y normas de aplicación en los sistemas de riego y drenaje, lo cual permitirá establecer criterios de eficiencia de los sistemas de riego en el cultivo del arroz. Las características técnicas de las mangueras flexibles se muestran en la tabla 1.

En 2010 comenzaron las investigaciones, llegándose a la conclusión en la investigación de Esmeralda que había que introducir la tecnología en áreas estatales, pues dio como resultado 46 % de eficiencia en terciario, y 98,8 % con mangueras flexibles. En el 2016 se seleccionó la UBPC Daniel Readigo para comenzar la generalización de las mangueras en la Empresa Agroindustrial de Granos Ruta Invasora (EAGRI), con mangueras flexibles en 13,42 ha, y con el canal de tierra terciario en otras 13,42 ha. Con la manguera flexible se obtuvo 85 % de eficiencia y con el canal de tierra 43 % de eficiencia (Tabla 2).

Tabla 1. Características técnicas de las mangueras flexibles

| Manguera flexible | Compuertas con gastos de 1–6 L/s de agua | Kit de perforación para introducir las compuertas en las mangueras |
|---------------------------------|--|--|
| Presión máxima soportable 5 Psi | Pueden colocarse liberadores de presión cada 1,5 m de desnivel | Se producen de 200–1016 mm de diámetro |
| Soportan 70 °C de temperatura | Deben cubrirse con residuos del arroz para que duren 10 años | Las compuertas pueden ser aforadas por la fórmula $Q=V/t$ |
| Montaje y desmontaje sencillo | Terminada la campaña de riego se guardan en almacenes | Las medidas de almacenamiento son muy sencillas |

Tabla 2. Comparación de indicadores con el uso de mangueras flexibles y canal de tierra terciario

| Criterios de comparación | UBPC Daniel Readigo | |
|--|---------------------|-------------------|
| | Canal terciario | Manguera flexible |
| Eficiencia (%) | 43 | 85 |
| Horas de riego en siembra | +72h en 13,42ha | 15h en 13,42ha |
| Agua para regar 1 ha (m ³) | 19 440 | 1187,2 |
| Costo del agua para 1 ha (CUP) | 3499,28 | 213,7 |
| Costo en la explotación (CUP) | 135 034,00 | 88 681,00 |



Resultados y conclusiones

Los resultados logrados con la introducción de las mangueras flexibles en la arrocera Grupo Agroindustrial de Granos Ruta Invasora, en Vertientes, Camagüey, UBPC Daniel Readigo y UBPC Armando Diéguez Pupo son:

Se reduce 20 % de plagas y enfermedades, se incrementa el área para siembra en 0,16 ha.

Se crece por concepto de agua ahorrada en 10 ha, que representan 20 t/m que sustituyen importaciones por un valor de 10 500 MLC.

Diferencia en el costo para la explotación entre ambas tecnologías, \$ 46 353; se explica la diferencia de los costos, sencillamente, por la cantidad de agua utilizada.

Entre los cálculos más destacados hasta el momento, el ahorro de agua oscila entre 1500 m³/ha a 1800 m³/ha, de acuerdo con las normas dictadas del cultivo para cada provincia.

La diferencia entre la manguera flexible y el canal terciario es de 8165, 34 m³/ha en las normas calculadas.

A modo de conclusión podemos afirmar que con el uso de la conducción cerrada a través de las mangueras flexibles se sustituye el canal terciario, que es el encargado de entregar el agua a los surcos, bandas y terrazas; se realiza un aprovechamiento óptimo en la conducción del agua, disminuyendo considerablemente las pérdidas por rugosidad, infiltración, evaporación y otros factores que influyen directamente en esta problemática.

Las mangueras flexibles dotadas con compuertas plásticas adheridas, y colocadas equidistantes, logran una distribución adecuada del agua directamente a los campos, permitiendo calcular la conducción y las normas de aplicación a los diversos cultivos, teniendo en cuenta los distintos suelos y las condiciones climáticas imperantes. En estas condiciones es posible cuantificar técnica y científicamente el uso del agua.



Nota: Se agradece la colaboración para el presente trabajo a los especialistas: Ing. Raidel Vidal González, M. Sc. Ing. Eduardo Fernández Chinae e Ing. Luis Vázquez Serrano; como revisores: M. Sc. Ing. Fernando R. Puente Borrero, Dr. C. Camilo Bonet Pérez (Minagri) y Dr. C. Modesto Ponce Hernández (Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte y Loynaz). 📍

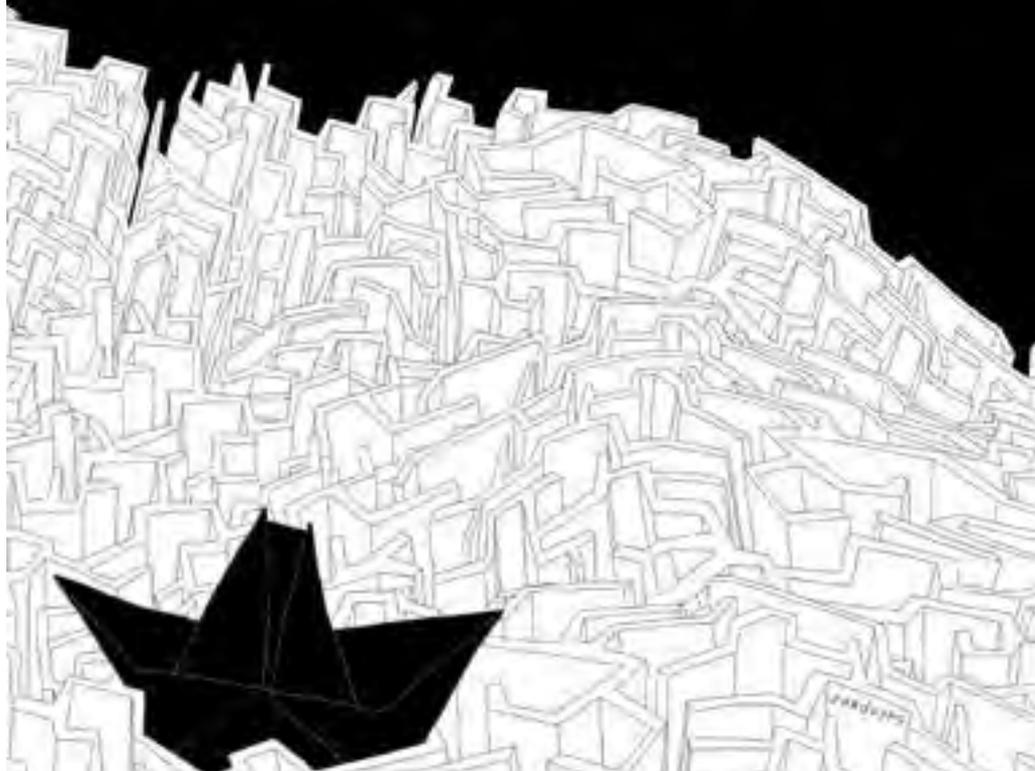
* Ingeniero y Máster en Ciencias. Centro Integrado de Tecnologías del Agua, CITA.

E-mail: hector@cita.hidro.cu

Verbo y energía

Por JORGE SANTAMARINA GUERRA

24
Verbo y energía



Pueblo de aguas

LA LEYENDA cuenta de Taita Domingo, esclavo que sanara en el monte sus malezas con las aguas milagrosas, y al andar del tiempo las aguas realizarían un milagro mayor. Los manantiales de aguas cálidas y generosas hicieron germinar pocetas al aire libre; las pocetas, bohíos de baño; los bohíos a un rústico balneario, y este a uno moderno. A la par y a su vera nació y crecía el pueblo de San Diego de los Baños, hecho de aquellas mismas aguas de la leyenda esclava del Taita por donde luego de tantos años vividos, continúa discurriendo mi juventud.

Bosque de piedra

Por una de esas magias que la naturaleza y el tiempo hacen de consuno, en la Sierra del Chorrillo nació hace mucho un bosque de piedra y aún se le ve. De la recia tronconera todo lo vegetal y vivo en aquel pasado lejanísimo desapareció, y la dura piedra inanimada ocupó su lugar. Inimaginable el tiempo empleado en semejante obra maestra, solo que la escultora, artista maravillosa, insuperable, posee mucha paciencia, la necesaria hasta para convertir los árboles vigorosos en piedras inmutables. 🗿

Mujer y energía

Utilidad de la virtud

NILDA IGLESIAS DOCMECQ (NID)

Santiago de Cuba
Profesora de Matemática
de la Universidad de Oriente.
Asesora del biogás
del Poder Popular de
Santiago de Cuba



¿Cuáles han sido tus aportes en el terreno de las fuentes renovables de energía y el respeto ambiental?

NID: En 2003 recibí un curso de sensibilización en permacultura dado por la Fundación Antonio Núñez Jiménez, en Santiago de Cuba. A partir de ahí y por la

motivación que se había despertado por el cuidado del medioambiente, comencé a trabajar en el espacio de tierra que tengo (una hectárea), en la producción y conservación de alimentos de forma sana y sostenible. En una visita que realicé al Proyecto de Conservación de Alimentos de Marianao, liderado por Vilda Figueroa y José Lama, construí un secador solar para darle tratamiento a las semillas y a los alimentos que conservara.

Más tarde, en 2012, después de haber pasado el huracán Sandy por Santiago de Cuba, construí un biodigestor de 7 m³ que me aporta el suficiente gas para la cocción de los alimentos de la casa; pero ya viendo los beneficios de esta tecnología no dudé, y en 10 meses construí otra planta de 14 m³ y así garantizar hervir agua y dársela a los vecinos; incrementé la masa porcina y tenía que procesar todo el residual y así dejaba de contaminar, sin contar que los residuales de las dos plantas suplen el abono para el subsistema agrícola, cumpliendo uno de los principios de la naturaleza, cerrando ciclo, ya que de esos cultivos se alimentan los animales que mantienen la planta del biogás. En 2013 construí un baño ecológico. De ahí en adelante me he dedicado a dar talleres de sensibilización sobre el uso adecuado de las energías renovables, y mi casa se ha convertido en un polígono de referencia donde a diario se reciben muchas visitas.

¿Cómo logras el balance entre el trabajo y la responsabilidad de la familia?

NID: Creo que yo misma ni sé, solo te puedo decir que gracias a la familia que tengo puedo hacer lo que hago, porque estamos muy coordinados.

¿Qué obstáculos has tenido que superar?

NID: En un principio fueron muchos, los orientales son machistas y ver a una mujer trabajando en la Universidad y llegar a su casa y trabajar la tierra y decidir qué se hace, no me fue fácil; pero hoy y después de 10 años esos obstáculos se han ido superando.

Principales satisfacciones...

NID: Vivir en el espacio que vivo, en plena armonía con la naturaleza. Ser la profesional que he logrado ser, poder disfrutar de mi madre, hija y nieta con plena salud.



¿Qué te gusta hacer en casa relacionado con la labor doméstica?

NID: Me encanta cocinar para mi familia y mis amigos.

¿Tus entretenimientos favoritos?

NID: Leer sobre disímiles temas, escuchar música romántica y estar entre las plantas.

Alguna anécdota relacionada con tu papel de género...

NID: Te puedo decir muchas: cuando una comisión de la agricultura urbana visitó el espacio productivo que tengo, yo les hago el recorrido desde el corral de los animales, el subsistema agrícola, el estanque de peces y las plantas de biogás, y al hacer el resumen, el compañero que estaba al frente del grupo me dice dónde está su esposo para felicitarlo por lo logrado aquí: Le contesté qué pena que no se haya dado cuenta de que está frente a la persona que ha logrado todo esto con sus propios manos, sin perder la condición de ser mujer.

Palabra favorita...

NID: Perseverancia.

Palabra que rechazas...

NID: No puedo.

Lo que más amas...

NID: Lo que logro por mis manos.

Lo que más odias...

NID: La falsedad, la hipocresía.

¿Qué otra ocupación hubieses querido realizar?

NID: Me hubiera gustado ser arquitecta, me gusta diseñar, habría diseñado mi casa con más aprovechamiento de la luz solar, con mayores ventanas para aprovechar lo que la naturaleza me da.

Algún consejo..

NID: No te detengas en la vida, es una sola, basta con proponértelo y en los obstáculos ve oportunidades, no problemas. 🍀

Las tecnologías de cocción en los hogares cubanos

Valoraciones sobre la eficiencia para cocinar en casa mediante el empleo de diversas tecnologías

Por CARLOS MARTÍNEZ COLLADO*

El por qué de estas notas

RECIENTEMENTE comenté sobre las variantes de cocción de alimentos y la diferencia entre los conceptos de eficiencia y conservación energética; y en esas notas destacaba la conveniencia, tanto de la cocción con electricidad como de la cocción con gas para el país, siempre y cuando ambas tecnologías fueran acompañadas con técnicas de conservación energética; también comenté la prudencia de que ambas opciones estuvieran disponibles a la elección de la población para poder elegir la variante de su conveniencia y que de ello resulte lo mejor para todos. Pero no comenté lo que significan las cocinas de inducción o de gas para un hogar cubano, y a esto y un poco más quiero dedicar estas palabras.

La tarifa vigente para el pago de la electricidad consumida

La tarifa vigente en Cuba es escalonada e incremental: en la medida en que se incrementa el consumo se encarece el costo de la energía, con el objetivo de dar una señal de ahorro a la población para que intente, en lo posible, consumir menos electricidad. Estos rangos permiten cuantificar los consumos promedios de la población (viviendas del sector residencial) y determinar cómo se manifiesta el consumo energético a nivel nacional; es significativo que 95 % y algo más de la población consume

menos de 350 kilowatt-hora mensualmente, o para decirlo de manera más comprensible en términos económicos domésticos, más de 95 % de los clientes del sector residencial pagan menos de 189 pesos al mes, poco más de 90 % consume menos de 300 kWh y el importe es inferior a 114 pesos mensuales, y más de 80 % de la población consume menos de 250 kilowatt-hora y paga menos de 74 pesos en igual período (Tabla 1).

Esta estadística permite hacer una selección de los rangos de consumo más adecuados, para evaluar qué representa para el pueblo la inclusión en su vivienda de una cocina de inducción o una de gas, en sustitución de la hornilla de resistencia eléctrica (Fig. 1).

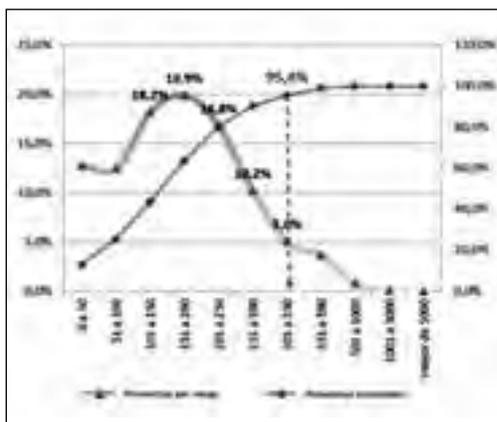


Fig. 1. Porcentaje de viviendas por rangos de consumo.

Tabla 1. Tarifa residencial en Cuba

| No. | Rangos de consumo (kWh) | Tarifa vigente (CUP) |
|-----|-------------------------|----------------------|
| 1 | 0 a 50 | 0,09 |
| 2 | 51 a 100 | 0,30 |
| 3 | 101 a 150 | 0,40 |
| 4 | 151 a 200 | 0,60 |
| 5 | 201 a 250 | 0,80 |
| 6 | 251 a 300 | 1,50 |
| 7 | 301 a 350 | 1,80 |
| 8 | 351 a 500 | 2,00 |
| 9 | 501 a 1000 | 3,00 |
| 10 | 1001 a 5000 | 5,00 |
| 11 | mayor de 5000 | |

La eficiencia de las tecnologías de cocción con electricidad

Para comprender por qué las cocinas de inducción garantizan un ahorro energético en la vivienda, es necesario mencionar y comparar la eficiencia de cada una de las diferentes tecnologías de cocción disponibles en el mercado que funcionan con energía eléctrica. Para ello nos apoyaremos en un gráfico en el que se incluyen cuatro tipos de estos equipos, de los cuales la población no está familiarizada con dos de ellos, pues las cocinas vitrocerámicas de resistencias y las halógenas, son apenas conocidas en el país. Es decir, se conocen mayormente en Cuba las cocinas de resistencia eléctrica, que poseen una eficiencia que ronda 44 % y las de inducción electromagnética con una eficiencia mínima de 75 %; no obstante, estas últimas se fabrican nacionalmente con una eficiencia estándar mínima de 82 %, pero este no será el valor a considerar; por tanto, cuando se sustituye una cocina de resistencia eléctrica por otra de inducción, se puede alcanzar un ahorro superior a 30 % de energía durante la cocción. Veamos entonces su influencia en una vivienda (Fig. 2).

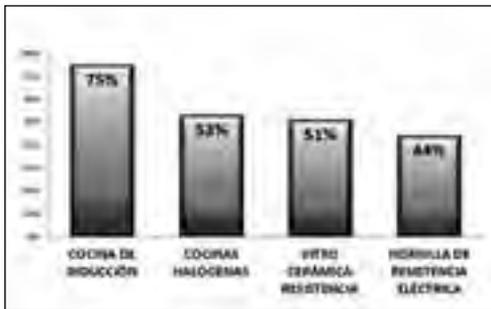


Fig. 2. Eficiencia de las cocinas eléctricas.

El consumo promedio de una vivienda cubana

En la tabla 2 se muestran los equipos y la media mensual de consumo de un núcleo típico residencial cubano de cuatro personas, que es de 185 kWh, para lo cual el importe equivalente es de treinta y ocho pesos (\$ 38,00 CUP). En tal caso la hornilla de resistencia eléctrica representa 24,3 % del consumo total en la vivienda debido a su variado uso, pues además

de utilizarla en la cocción, se emplea también para hervir pañales, calentar agua, hacer café, etc., con lo cual su consumo medio mensual puede llegar a 45 kilowatt-hora.

Ahorros por uso de cocinas de inducción en sustitución de las cocinas de resistencia

Sobre la base de un consumo en cocinas de resistencia ascendente a 45 kilowatt-hora mensuales, el ahorro de 30 % de energía por reemplazo de las hornillas eléctricas por cocinas de inducción representan 13 kilowatt-hora ahorrados al mes, y como el consumo de 185 kilowatt-hora está comprendido en el rango de 151 a 200 kilowatt-hora, el precio del kilowatt-hora es igual a cuarenta centavos (0,40 CUP/kWh), por lo que cuando se restan los 13 kWh ahorrados a los 185 kWh del mes, el consumo desciende a 172 kWh al mes; al no variar el rango, pues el consumo se mantiene entre 151 y 200 kilowatt-hora, el ahorro en dinero resulta de la multiplicación de dicho ahorro por el precio del kilowatt-hora ahorrado:

13 kilowatt-hora por 40 centavos por kilowatt-hora es igual a 5 pesos con 20 centavos y el importe a pagar disminuye desde 38 pesos hasta 32 pesos 80 centavos.

Los ejemplos que se analizan a continuación permitirán determinar los posibles ahorros monetarios que se pueden lograr en viviendas con cualquier consumo y con una composición similar al núcleo familiar ejemplificado, en el que la cocina de resistencia eléctrica tenga un consumo promedio de 45 kWh al mes; de modo que:

1. Si el consumo mensual de la vivienda es de 240 kWh, este se encuentra en el rango entre 201 y 250 kWh, el importe a pagar es de 68 pesos y en este rango el precio del kilowatt-hora es de sesenta centavos (0,60 CUP/kWh), por lo que 13 kilowatt-hora por 60 centavos por kilowatt-hora es igual a 7 pesos 80 centavos y el importe a pagar disminuye de 68 pesos a 60 pesos 20 centavos.

Tabla 2. Electrodomésticos más comunes y el consumo promedio de una vivienda en Cuba

| | Electrodomésticos estándar en una vivienda | | | | | | |
|--|--|------------------------|------|-------|----------|-----------------|--------------|
| | Cantidad | Factor de coincidencia | Watt | h/día | días/mes | kWh/mes | % de Consumo |
| Bombillo ahorrador | 4 | 0,4 | 14 | 6 | 30 | 10,1 | 5,4 % |
| Luminaria fluorescente | 4 | 0,4 | 22 | 6 | 30 | 15,8 | 8,6 % |
| Lavadora | 1 | 1 | 350 | 4 | 5 | 7,0 | 3,8 % |
| Refrigerador | 1 | 1 | 130 | 9 | 30 | 35,1 | 19,0 % |
| Plancha | 1 | 1 | 1000 | 1 | 5 | 1,4 | 0,7 % |
| DVD | 1 | 1 | 20 | 3 | 15 | 0,9 | 0,5 % |
| Televisor | 1 | 1 | 75 | 6 | 30 | 13,5 | 7,3 % |
| Calentador eléctrico | 1 | 1 | 1000 | 0,74 | 30 | 22,2 | 12,0 % |
| Ventilador | 2 | 0,6 | 40 | 7 | 30 | 16,8 | 9,1 % |
| Cocina eléctrica HECEB | 1 | 1 | 1200 | 1,25 | 30 | 45,0 | 24,3 % |
| Olla arrocera | 1 | 1 | 600 | 0,3 | 30 | 5,4 | 2,9 % |
| Olla multipropósito | 1 | 1 | 800 | 0,5 | 30 | 12,0 | 6,5 % |
| Consumo mensual de la vivienda: | | | | | | 185 kWh | 100 % |
| Importe mensual: | | | | | | \$ 38,00 | |

- Si se consumen 286 kWh en el mes, que está en el rango entre 250 y 300 kWh, el importe a pagar será de 102 pesos 80 centavos, y en este rango el precio del kilowatt-hora es igual a ochenta centavos (0,80 CUP/kWh), por lo que 13 kilowatt-hora por 80 centavos por kilowatt-hora es igual a 10 pesos 40 centavos y el importe a pagar disminuye de 102 pesos a 92 pesos 40 centavos.
- Si el gasto energético es de 338 kWh mensuales, que está entre 300 y 350 kWh, el importe a pagar será de 171 pe-

sos 80 centavos, y en este rango el precio del kilowatt-hora es igual a un peso con cincuenta centavos (1,50 CUP/kWh), por lo que al multiplicar 13 kilowatt-hora por 1,50 pesos por kilowatt-hora es igual a 19 pesos 50 centavos y el importe a pagar disminuye a 151 pesos 50 centavos.

Visualizando estos beneficios en una gráfica, se aprecia que cuando los consumos aumentan son más perceptibles los ahorros monetarios para el consumidor, por el mismo ahorro de 13 kWh en el mes; es decir, con me-

nos del doble del consumo en la vivienda, el ahorro económico puede ser superior a cuatro veces de un nivel a otro (Fig. 3).

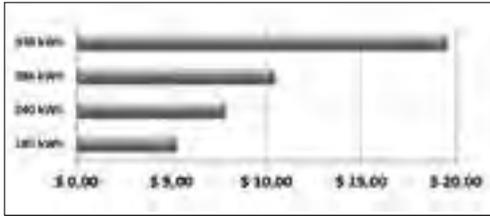


Fig. 3. Ahorro monetario por ahorrar 13 kWh por uso de cocina de inducción.

El impacto de las cocinas a gas en los hogares de Cuba

Las tecnologías de cocción a gas han evolucionado favorablemente en los últimos años, lográndose fabricar quemadores que garantizan aumentos cercanos a 10 % por encima de la eficiencia tradicional de estos equipos, para alcanzar valores totales de 56 % de eficiencia de la cocina de gas. Aunque comparativamente, equipo a equipo, estas son menos eficientes que las cocinas de inducción, garantizan una mayor eficiencia global pues se transforma directamente la energía química contenida en el combustible en la energía térmica requerida para la cocción, y se prescinde de toda la cadena de transformaciones que se requieren para cocinar con cocinas eléctricas (Fig. 4).

De esta forma, por los adelantos técnicos que se han introducido en las cocinas de gas, que incluyen técnicas de conservación energética, estos equipos están en condiciones

de ser empleados favorablemente por la población para garantizar ahorros económicos y energéticos, tanto para la economía familiar como para la Nación.

Al retomar los mismos valores de consumo de energía que se analizaron en los cuatro ejemplos, que simulan consumos energéticos en viviendas diferentes con una estructura similar del núcleo familiar, y que utilizan cocinas de inducción en sustitución de las de resistencia eléctrica y que poseen consumos similares en los casos analizados, los ahorros logrables al emplear cocinas de gas en reemplazo de las hornillas eléctricas pueden conducir a lo siguiente:

1. Cuando se consumen 185 kWh al mes, si se reemplaza la hornilla eléctrica por una cocina de gas, automáticamente se dejan de consumir 45 kWh cada mes, por lo que para determinar el ahorro monetario se debe tener en cuenta que el rango de los precios de la energía varió, pues el consumo desciende desde 185 hasta 140 kWh al mes, consumo que cae al rango inmediato inferior de 151 y 200 kWh; por ello se dividen los kilowatt-hora que caen en uno y otro rango y se multiplican por el precio de la energía en cada caso; es decir, 10 kilowatt-hora por 30 centavos por kilowatt-hora es igual a 3 pesos, más 35 kilowatt-hora por 40 centavos por kilowatt-hora que es igual a 14 pesos, por lo que al sumar ambos valores el ahorro total aumenta a 17 pesos mensuales y el importe a pagar disminuye de 38 a 21 pesos al mes.



Fig. 4. Cocina de gas de alta eficiencia.

2. Un consumo de 240 kWh se encuentra en el rango entre 201 y 250 kWh y representa un importe a pagar de 68 pesos, y cuando se ahorran 45 kilowatt-hora se deben calcular 40 kWh al precio de 0,60 pesos por kilowatt-hora que ofrecen un ahorro de 24 pesos, a los cuales se deben sumar los dos pesos que resultan de la multiplicación de los 5 kilowatt-hora por 0,40 pesos por kilowatt-hora, con lo cual el ahorro monetario total asciende a 26 pesos al mes y el importe a pagar disminuye de 68 a 42 pesos al mes.
3. Con análisis similares a los anteriores y partiendo de un consumo de 286 kWh en el mes y un ahorro de 45 kilowatt-hora, la energía de la vivienda desciende hasta 241 kilowatt-hora al mes y el importe a pagar desde 102 pesos 80 centavos hasta 68 pesos 60 centavos, teniendo un ahorro neto total de 34 pesos 20 centavos.
4. Y por último, con un gasto energético de 338 kWh mensuales con importe a pagar de 171 pesos, se ve disminuido hasta 293 kWh con un importe de 108 pesos 40 centavos, con lo cual se alcanza un ahorro de 62 pesos 60 centavos.

Al graficar estos resultados se observan ahorros mucho mayores desde el punto de vista económico cuando se utiliza una cocina de gas en reemplazo de una hornilla

de resistencia eléctrica, que al sustituir esta por una cocina de inducción; sin embargo, los ahorros que pueden tener los clientes residenciales que realicen esta sustitución no son equiparables al precio actual de 110 pesos con que se comercializa el cilindro de 10 kg de gas licuado de petróleo (GLP) liberado para la población, hecho que se observa entre el ahorro máximo de estos ejemplos y el precio de la balita, como comúnmente se le conoce en Cuba (Fig. 5).

Este hecho, que muchas personas toman en cuenta, hace que el GLP no sea competitivo al compararlo con la electricidad, por lo que esta sigue siendo el portador energético principal para cocinar en el país. En tal sentido, la energía eléctrica -con toda la infraestructura que se requiere y los altos precios del combustible diésel, mayormente empleado en las horas pico- continúa siendo la principal opción de la población para cocinar. De ahí la necesidad imperiosa de disminuir el precio del cilindro de GLP a la población, pues esta solución le es conveniente tanto al pueblo como al país; es decir, esta es una acción a tomar muy conveniente para las dos partes interesadas: pueblo y Estado.

Esta es una buena razón para que comparemos los ahorros monetarios que se pueden lograr en los hogares cubanos al sustituir las actuales hornillas de resistencia eléctricas por cocinas de inducción, contra los beneficios monetarios que se

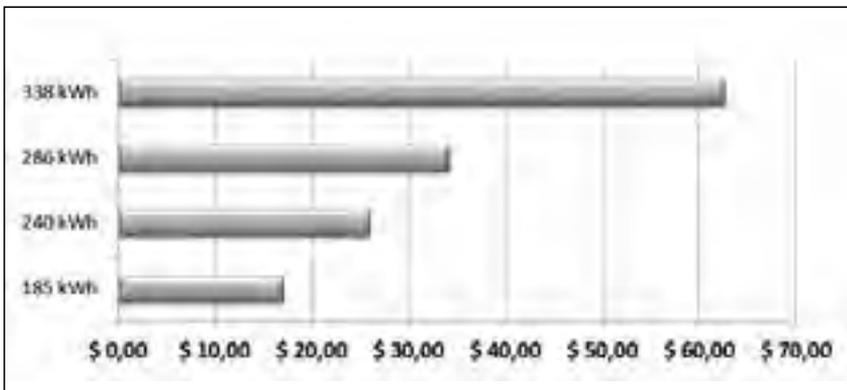


Fig. 5. Ahorro monetario por ahorrar 45 kWh por uso de cocina de gas.

pueden alcanzar cuando estas son reemplazadas por cocinas de gas (Fig. 6).

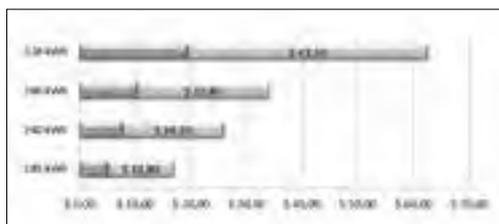


Fig. 6. Diferencia de ahorro entre cocinas de inducción y de gas.

Con la instalación de una cocina de gas, una familia que utilice hornilla de resistencia eléctrica y que se encuentre en el último rango de los analizados, que va de 300 a 350 kWh/mes, por debajo del cual e incluyéndolo se concentra 95 % de la población residencial cubana, puede ahorrar por dejar de pagar electricidad más de 62 pesos al mes; sin embargo, la cantidad de clientes que forman este grupo solo representa 5 % del sector residencial, por lo que su peso en la balanza final se ve afectado por su baja participación; no obstante, para este mismo grupo de clientes se observa un ahorro de 43 pesos mensuales al comparar la cocina de gas con la de inducción; lo que demuestra la conveniencia para el pueblo de cocinar con gas, si el precio al que este se comercializara tuviera algún subsidio tal como la energía eléctrica que se consume para cocinar.

En la tabla 3 se expone un resumen de los posibles ahorros que se alcanzan en cada uno de los ejemplos, obteniéndose finalmente el ahorro promedio ponderado para cada una de las tecnologías, que se calcula multiplicando el ahorro en la vivienda tipo

por el porcentaje de viviendas en el rango dividido entre el 52 %, que es la suma de los porcentajes que representa cada grupo, por lo que estos ejemplos muestran el beneficio que la medida tendría para más de la mitad del sector residencial cubano.

En términos generales, el promedio de ahorro por empleo de cocinas de inducción alcanza cerca de los 11 pesos, mientras que con gas, el beneficio ronda los 35 pesos, sin tomar en consideración el porcentaje de viviendas que se encuentra en cada rango de consumo.

Al tener en cuenta el indicador, porcentaje de clientes en el rango de consumo que establece la tarifa vigente para el sector residencial, el ahorro promedio ponderado para los clientes que emplean cocinas de inducción llega a poco más de 8 pesos mensuales, mientras que para los que utilizan gas llega a 27 pesos por vivienda, aproximadamente, al sustituir una u otra tecnología por la hornilla de resistencia eléctrica. No obstante, los precios de los cilindros de 10 kilogramos de GLP ascienden a 110 pesos la unidad, lo que no estimula su compra para emplearlo diariamente, aunque se compre para tenerlo como reserva en caso de avería o falla del servicio eléctrico, tal como se comentó en el artículo anterior en que abordamos un tema similar.

En los rangos analizados se concentra 52 % de los clientes residenciales a los cuales ofrece sus servicios la Unión Eléctrica; por ello, si se quiere que más de 52 % de la población ahorre energía y dinero, y se eviten millonarias inversiones en nuevas plantas para generar la energía eléctrica que demanda la población para cocinar, debe

Tabla 3. Ahorro simple y ponderado por uso de cocinas de inducción.

| | Cocina de inducción, \$ | Cocina de gas, \$ | Diferencia, \$ | Porcentaje de viviendas en el rango, % | Promedio ponderado inducción | Promedio ponderado con gas, \$ | |
|---------------------------|-------------------------|-------------------|----------------|--|------------------------------|--------------------------------|-------|
| Consumos en las viviendas | 185 kWh | 5,20 | 17,00 | 11,80 | 19,9 | 1,99 | 6,52 |
| | 240 kWh | 7,80 | 26,00 | 18,20 | 16,8 | 2,52 | 8,41 |
| | 286 kWh | 10,40 | 34,20 | 23,80 | 10,2 | 2,04 | 6,70 |
| | 338 kWh | 19,50 | 62,60 | 43,10 | 5,0 | 1,88 | 6,08 |
| | Promedio | 10,73 | 34,95 | 24,23 | 52 | 8,44 | 27,71 |

considerarse una disminución del precio de venta de los cilindros de gas a la población hasta valores que rondan los 50 pesos por balita, pues ello no solo contribuirá a mejorar la economía familiar, sino a que se eviten, tal como se dijo, millonarias inversiones tanto en activos fijos como en gastos de operación, pues la energía eléctrica es un producto terminado que emplea el combustible como materia prima para generarla.

Por el aumento de la eficiencia en todo el proceso de cocción, el empleo de combustible directo en este es una vía eficaz para ahorrar combustible en la generación de electricidad, y garantizará a la par la diversificación de la seguridad alimentaria, pues un fallo en la electricidad no implicaría mayores inconvenientes en la cocción, valor agregado que debe ser tenido en cuenta a la hora de formar el precio que se ha propuesto para el cilindro de GLP y que se abordará en otro momento.

Para resumir, propongo que recordemos, como ya señalamos anteriormente, que más de 82 % de los clientes residenciales pagan menos de 74 pesos al mes, por ello, el precio de comercialización del cilindro de gas debe estar en función de su precio internacional como primera señal, así como de los costos de infraestructura, operación y mantenimiento de todo el sistema de suministro en el país, que incluye la revisión de las balitas cada cinco años y su sustitución total a los diez años, considerando en la formación de su precio el factor adicional de la posibilidad de evitar inversiones en nuevas plantas de generación de energía eléctrica y el hecho de que es más eficiente, y en determinadas condiciones más conveniente para el país la cocción con gas que con electricidad; por lo cual el autor considera, que para el país es más conveniente subsidiar el gas, en caso de que fuera necesario, que continuar subsidiando la energía eléctrica.

Esta última idea será el punto de partida para fundamentar la propuesta de un precio no mayor que 50 pesos para la venta a la población del cilindro de gas licuado de petróleo. Propuesta que puede ser aceptada o no, a la luz de otros factores que pude haber omitido involuntariamente en este artículo y que pueden

no ser de carácter económico, tal como es la visión brindada, basada en lo que las personas pueden ahorrar y lo que le cuesta actualmente el cilindro de GLP a precio liberado.

Aclaración importante

Los cálculos están referidos a un modo de uso particular de los diferentes equipos electrodomésticos disponibles actualmente en una vivienda cubana, y como existen tantas posibilidades de empleo como viviendas existen en Cuba, sugerimos que para mayor precisión se evalúe su propia situación y determine sus consumos teniendo en cuenta la cantidad de personas de su hogar y las horas de uso de sus equipos, pues aquí solo puedo ofrecer una posible guía, mientras que la solución a su problema queda por cada usuario.

Conclusiones

1. No toda la población puede cocinar con gas, hay un grupo importante para los cuales la cocción con electricidad resulta más conveniente, tanto para la economía familiar como para la economía del país, y estas viviendas en la generalidad de los casos coinciden y son aquellas a las que transmitir la electricidad resulta más barato que recorrer grandes distancias para llevar y comercializar las balitas de gas; estas son las familias de las zonas rurales, que perciben menos ingresos y no les convendría pagar el gas aun cuando su precio pueda ser de 50 pesos por balita.
2. Los precios de venta de la balita de gas deben bajar, por ser conveniente para todos, ya que para el país es mejor subsidiar el gas que no la electricidad, pues ello contribuye a evitar inversiones en plantas generadoras de electricidad y mejora la calidad de vida de la población. 📌

* M.Sc. de Agroecología y Agricultura Sostenible. Ingeniero Mecánico en la especialidad de Termoenergética. Esp. de Normalización y Evaluación Energética. Oficina Nacional para el Control del Uso Racional de la Energía (Onure). Ministerio de Energía y Minas (Minem).
E-mail: carlosmc@oc.une.cu

Diez años de **energía renovable** en la electricidad pinera

Avances en la aplicación de las fuentes renovables de energía en la Isla de la Juventud

38

Por FERMÍN MANUEL MOLINA ALFONSO *,
YOHANA AGUIAR CASAS ** y PABLO ANIEL SANTANA MENA **

EL SISTEMA eléctrico de la Isla de la Juventud es un sistema aislado del Sistema Eléctrico Nacional y toda la energía eléctrica que se necesita es producida en el municipio con diversas fuentes.

Desde la primera planta que produjo electricidad en 1914, hasta 2007, toda la energía se producía con el empleo de combustible convencional, en una primera etapa con diésel y desde 1999 se comienza la introducción del fuel oil con una planta que constó inicialmente con una potencia instalada de 10,8 MW, compuesta por 3 unidades de 3,6 MW.

Como parte de la Revolución Energética se decide que este territorio se convirtiera en un polígono de pruebas para la introducción de diferentes fuentes de energía renovables en la producción de electricidad. En 2006 se comienza la construcción de un parque eólico, que se inaugura en febrero de 2007, comenzando este programa que ya cumple 10 años y sigue en desarrollo, donde ya hay en funcionamiento tres parques solares y una pequeña planta de biomasa forestal.

Parque eólico Los Canarreos

Este parque eólico demostrativo fue el primero en la Revolución Energética y en su época fue el de mayor potencia instalada en el país (Fig. 1).

Es un parque atípico a los que habitualmente se observan en el mundo y a los



Fig. 1. Parque eólico Los Canarreos.

que posteriormente se han instalado en el país. Esto está dado porque las máquinas poseen una torre de 50 metros, soportada por tensores, lo que facilita el montaje y el mantenimiento, y en caso de alerta ciclónica pueden ser rápida y fácilmente bajadas hasta el suelo evitando daños o su destrucción.

Esta característica trae aparejada que solo tengan dos aspas, lo que disminuye el aprovechamiento del aire y por tanto, menor eficiencia.

Una ventaja constructiva es que utilizan muy poco volumen de materiales en comparación con los tradicionales, ya que la mayor cantidad es en la base principal y son solamente 4 m³ de hormigón; además, todo el montaje se realiza con una grúa de 20 toneladas y todos los trabajos se realizan en un andamio de altura 2m, lo que disminuye la peligrosidad y no requiere de personal adiestrado para trabajar en grandes alturas.

Las características técnicas de los aerogeneradores son:

- Diámetro de las palas, 32 metros.
- Potencia nominal, 275 kW.
- Poseen un sistema de regulación que les permite ser acoplados o desacoplados de la red varias veces en el día con total seguridad y sin afectar la calidad.
- La velocidad máxima del viento a la que se autoriza hacer la maniobra de un aerogenerador, tanto para el izaje como para el descenso, es de 10 m/s (36 km/h) de velocidad promedio estable durante 30 min. Más allá de esta velocidad del viento, está prohibido iniciar la maniobra.
- Los aerogeneradores arrancan cuando el viento es superior a 4 m/s.
- Cuentan con dos generadores y el cambio ocurre cuando el viento supera los 6 m/s.
- Cuando el viento supera los 14 m/s se bloquean para evitar daños en las palas.

El parque totaliza 1,65 MW instalados. En los 10 años de explotación ha tenido la producción que se muestra en la figura 2.

Como se aprecia, en los últimos tres años ha venido decreciendo su producción debido a averías ocurridas en el mismo y a la baja velocidad de los vientos en el 2016, que fue el peor año. El total generado es de

11 598,6 MWh, equivalente a unas 2900 toneladas de combustible dejadas de quemar, lo que significa aproximadamente 9800 toneladas de CO₂ no emitidas a la atmósfera por este concepto.

Un aspecto importante es que en agosto de 2008 pasó por el territorio el huracán Gustav con vientos de hasta 230 km/h; el parque resistió este huracán con daños en dos palas, debido a falta de sujeción, situación que se corrigió. Esto demostró la efectividad de este sistema para la protección ante huracanes de gran intensidad.

El aprovechamiento de este parque ha sido pobre con un factor de capacidad promedio de 9,7, muy inferior a los 13,9 con que se diseñó. Hay que tener en cuenta que este parque no fue ubicado después de un estudio de viento, sino por apreciaciones, y quedó dentro de la zona marginal. Los estudios de potencial eólico recomiendan el montaje encima de los mogotes existentes en el territorio, donde las velocidades medias superan los 7 m/s.

Planta de biomasa forestal en Cocodrilo

Al suroeste de la Isla está ubicado el pequeño poblado costero de Cocodrilo, que estuvo sometido a varios regímenes de servicio eléctrico, en un principio de seis horas, posteriormente se elevó a 12 horas diarias y

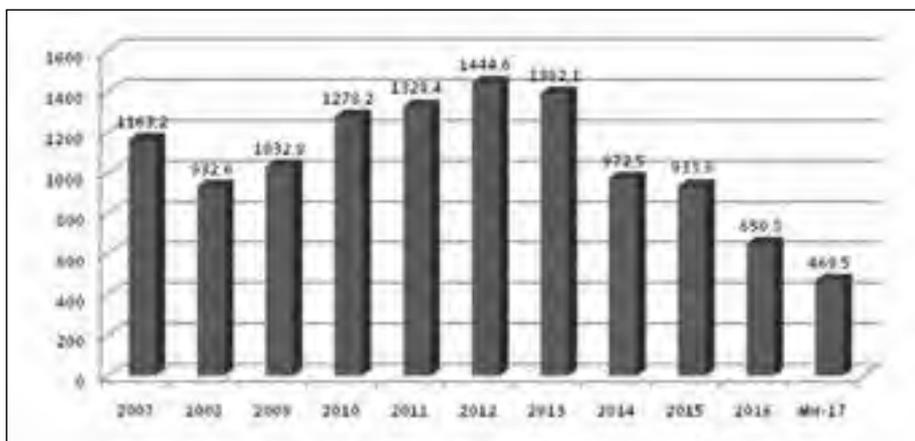


Fig. 2. Generación anual eólica (MWh).

Fuente: Estadísticas del Despacho de Carga Isla de la Juventud.

en 2004, a partir de tres grupos electrógenos diésel, se llega a 24 horas de servicio (Fig. 3).



Fig. 3. Vista del gasificador de la Planta de biomasa forestal de Cocodrilo.

En 2011, por una donación de la Onudi se monta un grupo dual de 75 KVA que genera con diésel y gas de biomasa forestal, capaz de sustituir hasta 80 % del diésel que consume dicho grupo. Esta planta también fue montada de forma demostrativa para el estudio de sus resultados y su posterior generalización en comunidades aisladas. La idea inicial fue que empleara los residuos del raleo de los bosques de esta zona; esto nunca llegó a concretarse con la empresa de flora y fauna municipal y se utilizó biomasa procedente de otros suministradores, empleándose en el gasificado marabú, eucalipto y acacia.

El diseño de esta planta está basado en producir gas de madera con muy bajo contenido de metano, que se inyecta a un grupo electrógeno que comienza a funcionar con diésel.

Como se explicó anteriormente, este proyecto no ha sido explotado establemente, llegando a los mejores valores en 2013. En la tabla 1 se exponen los resultados.

Tabla 1. Generación anual con biomasa en Cocodrilo

| Años | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | Abril 2017 | Total |
|------|------|------|------|------|------|------|------------|-------|
| MWh | 3,4 | 9,5 | 56,8 | 6,4 | 37,3 | 0 | 0 | 113,4 |

Fuente: Estadísticas del Despacho de Carga Isla de la Juventud.

Se observa que la producción ha sido inestable, en lo fundamental por no dispo-

nilidad de biomasa y averías puntuales ocurridas en los diferentes componentes del procesamiento del gas. Esta producción ha representado un ahorro de unas 28 toneladas de diésel. En 2016 el motor sufrió una avería que no hizo posible utilizarlo todo el año con biomasa. En la actualidad se realiza un mantenimiento capital a la instalación, donde se sustituyen los componentes con alta corrosión debido a la agresividad del ambiente, para volver al empleo de la biomasa.

Parques fotovoltaicos

Esta es la fuente de energía renovable que más rápido ha crecido en el municipio y que mayores aportes ha dado a la generación eléctrica.

En 2014 se monta el primer parque fotovoltaico en la zona de La Fe, con una potencia instalada de 817 kWp. Este parque cuenta con 4000 paneles producidos en Cuba con una potencia de 185 W cada uno, que llegan a 44 inversores de 17 kW y de ahí a un totalizador conectado a un banco de transformadores que lo conecta a la red. En el tiempo que lleva trabajando, este parque ha aportado al sistema un total de 3970,0 MWh. Posteriormente, en abril de 2015 se inaugura un segundo parque en la zona de Los Colonos (Fig. 4) con una capacidad de 1,0 MWp, con 4000 paneles cubanos de 250 W, y a diferencia del anterior tiene un solo inversor de 0,9 MWp desde donde se conecta a un transformador y a la red eléctrica. En el tiempo de explotación ha aportado al sistema un total de 2726,1 MWh.

En agosto de 2016 se inaugura el parque fotovoltaico ubicado frente a la universidad Jesús Montané Oropesa, con una capacidad instalada de 2,4 MWp; este cuenta con 9600 paneles cubanos de 250 W, con dos inversores de 1,0 MWp cada uno, que llegan a un transformador y de ahí se conecta a la red eléctrica. En el tiempo de explotación ha aportado al sistema eléctrico un total de 2551,0 MWh.

En la figura 5 se muestra el aporte de estos parques que totalizando es de 9247,0 MWh, lo que equivale a unas 2311 toneladas de combustible dejadas de utilizar y por consiguiente un total de 7823 toneladas de CO₂ no emitidas a la atmósfera.



Fig. 4. Vista del parque fotovoltaico Los Colonos.

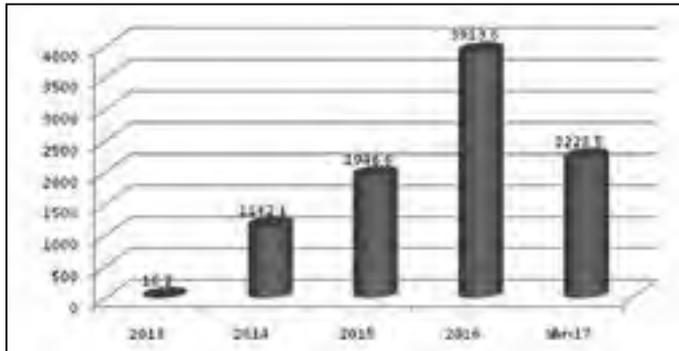


Fig. 5. Generación anual fotovoltaica (MWh).

Fuente: Estadísticas del Despacho de Carga Isla de la Juventud.

Aporte total al sistema eléctrico pinero

En la figura 6 se muestra el crecimiento anual del aporte al sistema eléctrico pinero, donde se aprecia el incremento a partir de la entrada en servicio en el 2015 de los parques fotovoltaicos.

17 795 toneladas de CO₂, dando nuestro pequeño aporte a la reducción del calentamiento global. 🌱

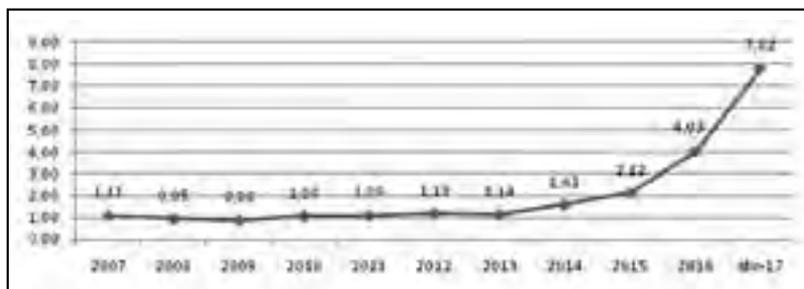


Fig. 6. Generación renovable en el sistema eléctrico (%).

Fuente: Estadísticas del Despacho de Carga Isla de la Juventud.

Finalmente, en estos 10 años la introducción de energía renovable ha representado 1,70 % de la generación eléctrica, aportando un total de 20 961,1 MWh, por lo que el país ha dejado de utilizar unas 5240 toneladas de combustible fósil y dejado de emitir a nuestro ambiente unas

* Director UEB Despacho de Carga. Empresa Eléctrica Isla de la Juventud.

E-mail: fmma71@elecij.une.cu

**Ingenieros. Especialistas en Redes y Sistemas. UEB Despacho de Carga. Empresa Eléctrica Isla de la Juventud.

E-mail: yohana.casas@elecij.une.cu

E-mail: pablo@elecij.une.cu

En esta ciudad, naturalmente

*Una sorprendente biota
natural rodea a los capitalinos*

Por JORGE SANTAMARINA GUERRA *



COMO DICE la calle, el tiempo pasa volando y hace ya unos ¡treinta años! el periódico *Tribuna de La Habana* publicó en su suplemento cultural una crónica con el mismo título de esta nota. Para mi sorpresa, y agrado, los directivos del diario me sugirieron abrir una sección fija con ese nombre genérico, para la cual cada semana yo escribiría una crónica con tema y título específicos. Así lo hice con gran disfrute y durante varios meses fueron publicadas unas quince con temas muy diversos, todas bajo el manto genérico que anunciaba la sección: En esta ciudad, naturalmente. Ahora retomo la idea.

Lo hago porque en nuestra querida Habana tan cantada por bardos y poetas, y que nos regala tantas joyas, paisajes y sorpresas agradables –aunque desdichadamente también algunas otras de sabor contrario–, hay todo un mundo natural viviente que por lo general, para muchos, pasa inadvertido. Cabe afirmar que en medio de nuestra trama urbana e inmobiliaria, que domina el paisaje y caracteriza a la ciudad, existe una sorprendente biota natural. Sí, existe, o si se prefiere subsiste, y por supuesto, esta muy somera incursión no pretende descubrir nada; a lo sumo, ayudar modestamente a ver eso que siempre está ahí a nuestro lado. Y de ser posible, a disfrutarlo.

Nos referimos a los seres vivos, animales y plantas, que con o sin nuestra aquiescencia, o inclusive autorización, cohabitan este nicho capitalino. Los humanos estamos incluidos en el listado, claro está, pero no en el grupo «natural» al que apunta esta nota; tampoco las palomas caseras, gatos y perros, domésticos o ferales de tejados y basureros, ni otros animales supuestamente afectivos que, de tanto cariño que les profesan sus dueños, paradójicamente los condenan a vivir enjaulados.

En el mundo vegetal habanero sobresalen las catedrales verdes, es decir, los grandes árboles que en numerosos parques y avenidas, y patios, nos regalan sus colores y su sombra. Y el encantador espectáculo de su presencia majestuosa. Son los corpulentos y con frecuencia centenarios jagüeyes, anacagüitas, cupeyes, carolinas, ceibas –devenidas altares de ofrendas–, ocujes, cedros, flamboyanes y otros señores de la altura, y con todo derecho también pertenecen a este grupo, y lo embellecen, nuestras altaneras y emblemáticas palmas reales, y uno que otro datilero por igual de orgulloso en su talla y porte árabe.

Por debajo de esos gigantes verdes existe en esta ciudad, naturalmente, una formidable urdimbre vegetal, aunque tan extensa y variada que no hay cabida en esta nota ni para intentar la mención de sus numerosísimos integrantes. A propósito de ello escribí para aquella sección de *Tribuna* la crónica «Un pasillo cotidiano», en la cual me permití «descubrirle» al lector, en el espacio mínimo de un

reducido nicho con muy poca tierra, ejemplares de casi toda la cadena botánica: desde los musgos y helechos más «inferiores», hasta las leguminosas más evolucionadas, y entre ellas, por supuesto, varias especies de esas empecinadas invasoras, las herbáceas, que por doquiera brotan y proliferan, hasta en las techumbres y cualesquiera resquicios.

Y en el otro reino, el de los animales, ostentan la palma de popularidad, y de visibilidad, las aves. Revolotean a nuestro lado o por encima en calidad de residentes permanentes, los sinsontes, zorzales, totfés y chichinguacos, palomas rabiches y sus diminutas primas, las tojosas de canto tristón para nuestro ánimo, y en algunos espacios más abiertos incursionan blanquísimas las garzas; también, aunque no frecuentes, esas preciosas flores aladas de jardines y parques, los inconfundibles zunzunes. Y por doquiera su majestad, el gorrión, habitante como nosotros –y las ratas, fea similitud– de casi todo el planeta. La tórtola de collar es una bella paloma de allende los mares, aunque recién llegada como quien dice: los primeros ejemplares habaneros fueron reportados en los años ochenta, procedentes al parecer de Bahamas, pero su implante ha sido rápido y exitoso y ya su nutrida población exhibe carné de habanera en toda nuestra ciudad.

Las incomprendidas e injustamente vilipendiadas auras sobrevuelan la ciudad todo el año, y sobre nuestras costas son frecuentes de ver las esbeltas y siempre hambrientas gaviotas y algún que otro pelícano. Por sobre las rocas de marisma,avecillas costeras siempre inquietas de variados aspectos y diversos nombres. Con la llegada de nuestro tímido y apenas apreciable otoño arriban las bijiritas migratorias para alegrar jardines, patios y espíritus sensibles, y con ellas algunas mariposas –el pajarillo, no el insecto– y negritos, los que desdichadamente atraen también a sus perseguidores bípedos, denostables jaule-ros atrapadores que convierten esas joyas naturales en mercancía. También llegan otros visitantes alados como pájaros carpinteros, algunas rapaces y otras aves, pero

son infrecuentes en la ciudad. Años atrás yo solía divisar la sombra blanca y silenciosa de alguna que otra lechuza por sobre los techos del barrio, pero hace ya mucho que no veo ninguna de esas reinas de la noche. Y si de noche se trata resulta obligado mencionar a los murciélagos, esos misteriosos aliados que por miles sobrevuelan nuestra ciudad sin que los veamos, y que millones de insectos voladores nos suprimen en cada jornada. Por cierto, sin reclamarnos nada en cambio por realizar tan valioso, indispensable servicio.

Y sobre la tierra o dentro de ella, y por lo general muy impopulares o hasta perseguidos, allí viven los anfibios –ranas y sapos–, los reptiles –lagartijas, salamanquitas, majacitos y jubos–, los arácnidos y escorpiónidos e innumerables insectos de todo tipo. Aunque no todos son dañinos y por el contrario en su gran mayoría son inofensivos, e inclusive beneficiosos, es innegable que la gran masa de habaneros los detesta y siempre que pueden los eliminan, o tratan. Por lo general sin advertir que tal extinción indiscriminada es un viejo, contraproducente y mal hábito.

Pero lo cierto, inobjetable, es que todos y todas, plantas y animales, son legítimamente habaneros, con certificados de ciudadanía o de residencia temporal, y entre todos ellos, admirados y queridos unos, o repelidos otros, también contribuyen a configurar, a veces un poquito y otras veces mucho, a esta ciudad, naturalmente, que tanto queremos.

Admitamos que ni siquiera en la más excluyente urdimbre urbana estamos solos, que en cualesquiera nichos que ocupemos, ciudadanos o no, los humanos cohabitamos con muchas otras formas de vida, y que, inclusive, si todas ellas llegaran a faltar, por igual y casi al unísono también llegaríamos a faltar nosotros. Porque el respeto ambiental no es una consigna ni una moda ni un lujo, sino un inexcusable valor en la ecuación de nuestra supervivencia. Así de simple, y a la vez categórico, es el asunto. 🐾

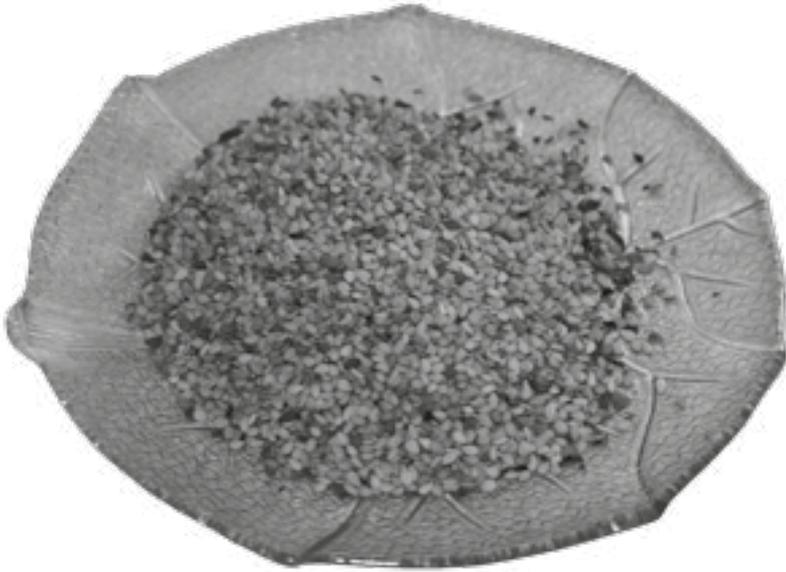
* Ecologista y escritor. Miembro de la Uneac y Cubasolar. Premio David (1975). Autor de varios libros de cuentos, novelas y artículos.

E-mail: santamarina@cubarte.cult.cu

Salud y cocina con el ajonjolí

Una planta necesaria para el consumo habitual

Por MADELAINE VÁZQUEZ GÁLVEZ*

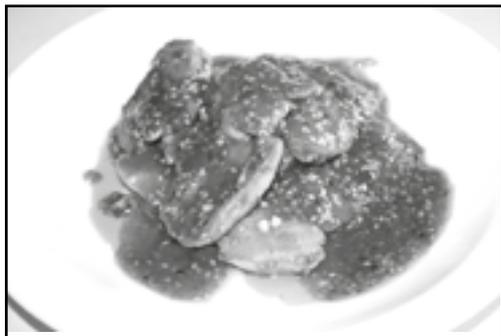


EL AJONJOLÍ o sésamo (*Sesamum indicum*) es una semilla actualmente disponible en los agromercados cubanos. Quizá muchas personas no conozcan sobre sus notables virtudes, tanto culinarias como terapéuticas. Es muy rica en nutrientes, y por tanto, ayuda en la prevención de múltiples enfermedades. Una verdadera panacea, cuyo consumo merece mayor atención. Su planta mide cerca de un metro de altura y se ha cultivado sobre todo por el aceite que producen sus semillas.

El sésamo es una planta originaria de India y África; desde ahí llegó a América transportada por los esclavos. En la tumba del faraón Ramsés III (siglo XIII, antes de nuestra era) hay indicaciones sobre su uso culinario. En la tradición hindú, el sésamo o ajonjolí representa el principio de la vida. En la antigua Grecia

era conocido y apreciado, recomendándolo Hipócrates en sus escritos. En la actualidad es una de las semillas con mayor presencia en la gastronomía mundial, en particular en la cocina oriental. Hay muchas variedades que producen semillas de distintos colores: negras, marrones y blancas; estas últimas dan aceite más fino y de mejor calidad.

Las semillas de sésamo contienen una amplia variedad de principios nutritivos de alto valor biológico. Tienen 52 % de lípidos, principalmente ácidos grasos insaturados, lo que posibilita una gran eficacia en la regulación del nivel de colesterol en sangre. Entre estos lípidos se encuentra la lecitina, componente esencial del tejido nervioso, que ayuda en la prevención del agotamiento nervioso y cerebral, y de la arteriosclerosis.



Pollo agridulce con ajonjolí
Ingredientes para 4 raciones:

| | | |
|----------------|--------|---------------------|
| Pollo | 300 g | 2 cuartos |
| Zumo de limón | 30 mL | 2 cucharadas |
| Sal | 15 g | 1½ cucharaditas |
| Pimiento | 170 g | 2 unidades medianas |
| Ajo | 10 g | 5 dientes |
| Aceite | 34 g | 2 cucharadas |
| Maicena | 8 g | 1 cucharadita |
| Caldo vegetal | 125 mL | ½ taza |
| Puré de tomate | 28 g | 2 cucharadas |
| Vinagre | 15 mL | 1 cucharada |
| Vino seco | 30 mL | 2 cucharadas |
| Azúcar moreno | 28 g | 2 cucharadas |
| Ajonjolí | 20 g | 2 cucharadas |

PROCEDIMIENTO:

1. Extraer lonjas de los cuartos de pollo, y adobarlas con el limón y una cucharadita de la sal.
2. Cortar el pimiento en dados pequeños y el ajo muy fino.
3. Saltear el pollo en el aceite, dorar y cocinar tapado con baja intensidad de calor, durante diez minutos, aproximadamente.
4. Retirar las lonjas de pollo del recipiente de cocción.
5. En ese mismo recipiente, saltear el pimiento y el ajo.
6. Diluir la maicena en el caldo vegetal y adicionarla al salteado.
7. Añadir el puré de tomate, el vinagre, el vino seco y el azúcar.
8. Revolver sistemáticamente hasta que la salsa espese.
9. En los minutos finales, añadir el ajonjolí (previamente tostado) y el pollo, y puntear de sal. Cocinar durante dos minutos más.

Nota: Un cuarto de pollo está formado por el muslo y contramuslo. Se puede decorar con frutas glaseadas.

El sésamo es el vegetal más rico en lecitina. Por otra parte, contiene 20 % de proteínas de alto valor biológico, así como vitaminas B₁ o tiamina, y B₂ o riboflavina, en cuantía mucho más elevada que cualquier otra semilla oleaginosa.

También aporta buena cantidad de vitamina E (tocoferol), de alto poder antioxidante, por lo que ayuda a retardar el envejecimiento, reducir la tasa de colesterol, eliminar los metales tóxicos, mantener el tono muscular y nervioso, entre otras propiedades.

Con relación a los minerales se destaca por su alto contenido en calcio biodisponible. Esta semilla contiene cuatro veces más calcio que la leche (apenas un tercio de taza de ajonjolí provee 50 % del calcio que necesita un adulto). Otro de sus aspectos relevantes con respecto a los lácteos, es que está bien dotado de los minerales necesarios para que ese contenido de calcio pueda ser fácilmente asimilado por el organismo, como magnesio, fósforo, silicio, zinc, cobre y boro. Además, el sésamo posee la mayoría de los demás nutrientes sinérgicos al calcio, como ácidos grasos esenciales, vitaminas y aminoácidos. Igualmente contiene cantidades importantes de potasio, hierro, selenio, yodo y cromo.

En la riquísima composición del sésamo, vale resaltar su óptima calidad de fibra vegetal. Además de la fibra insoluble, están los mucílagos presentes en la semilla, los cuales le confieren una suave acción laxante y un importante efecto protector de la flora intestinal. En el imaginario de algunos países, se le atribuyen notables propiedades afrodisiacas.

Desde el punto de vista culinario es muy conocido su uso en la salsa *tahini*, que es una pasta cremosa de ajonjolí, aderezada con sal y especias; al mezclarse con pasta de garbanzos se obtiene el famoso *hummus*. Con esta semilla también se elabora el popular *gomasio* (significa «sal de sésamo»), que se prepara mediante un ligero tostado de las semillas, las cuales luego se muelen y se mezclan con sal marina. El *gomasio* ayuda a reducir el uso de sodio

en la dieta, y en la cocina se emplea para condimentar cereales y verduras. También es conocido el uso del sésamo adicionado a productos de panificación: tartas, panes, bizcochos, tortas y pastelería. Es muy agradable en salsas, ensaladas, horchatas, leches y postres.



Torrejas al ajonjolí
Ingredientes para 8 raciones:

| | | |
|------------------------|--------|---------------|
| Pan | 460 g | 1 libra |
| Leche | 250 mL | 1 taza |
| Agua | 125 mL | ½ taza |
| Vino seco | 30 mL | 2 cucharadas |
| Huevos | 150 g | 3 unidades |
| Sal | 2,5 g | ¼ cucharadita |
| Azúcar moreno | 14 g | 1 cucharada |
| Ajonjolí | 30 g | 3 cucharadas |
| Aceite para freír | | |
| <i>Para el almíbar</i> | | |
| Agua | 45 mL | 1 tacita |
| Azúcar moreno | 56 g | 4 cucharadas |
| Canela | 4 g | 2 rajitas |

PROCEDIMIENTO:

1. Cortar el pan en rebanadas. 2. Mezclar en un bolo la leche, el agua, el vino seco, los huevos batidos, la sal, el azúcar y el ajonjolí tostado. 3. Elaborar aparte el almíbar, con el agua, el azúcar y la canela. 4. Remojar el pan con

suavidad, por unos segundos. 5. Freír las torrejas por ambos lados hasta que doren.

Nota: Se recomienda utilizar el pan integral. También se pueden endulzar con miel, en lugar del almíbar.

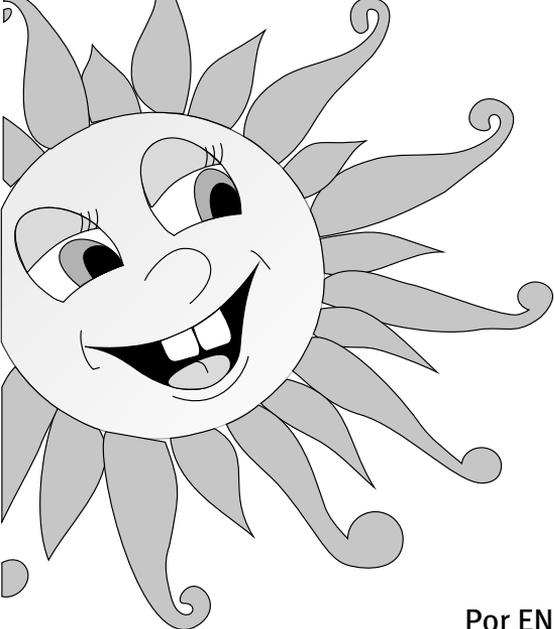
Finalmente, vale resaltar el uso del aceite de ajonjolí, que se destaca por su notable estabilidad debido a su contenido en compuestos antioxidantes, que le garantizan una mayor durabilidad e impiden que se enrancie. Es un aceite de gran calidad y lo importante es su extracción en frío y sin proceso alguno de refinación. En el caso de Cuba, algunos productores y campesinos desarrollan esta práctica con notables resultados.



Se considera un magnífico aceite para masajes, cosmética (previene la formación de arrugas y se usa como protector solar) y terapia (regenera estrías posembarazo). 🍷

* Ingeniera Tecnóloga en la especialidad de Tecnología y Organización de la Alimentación Social. Máster en Ciencias de la Educación Superior, Cuba.

E-mail: madelaine@cubasolar.cu



Evento

GRANSOL 2017

*Intervención de Enrico Turrini
el 23 de septiembre en la inauguración
del evento Gransol en el Centro
de Estudio Solar (CES) de la Ciudad
Escolar Camilo Cienfuegos (CECC)*

47

Por ENRICO TURRINI*

EL EVENTO Gransol 2017 quiere hacer una invitación a todos nosotros aquí presentes para tomar siempre más fuerza el camino de un amor para todos, es decir, el Camino del Sol.

Un saludo con cariño solar a todos ustedes, jóvenes, de parte de dos viejitos: Enrico (cumplí el 3 de septiembre 79 años) y la querida compañera de mi vida, Gabriela (cumplirá en noviembre 76 años). Como ustedes saben, el evento estaba programado para el 9 de septiembre y se tuvo que postergar al día de hoy por el huracán Irma, debido a descompensaciones naturales causadas por la utilización en el mundo de demasiadas cantidades de fuentes fósiles de energía (como petróleo y carbón). Este huracán Irma causó graves daños en muchos lugares de la Isla, pero nos ayuda a darnos cuenta de cómo en Cuba, con las enseñanzas de su maravillosa revolución, en difíciles situaciones se saben encontrar soluciones ayudándose con amor, no dejando a nadie desamparado y deprimido. Se trata del camino que hoy buscamos seguir y por eso es muy lindo encontrarse aquí en plena Naturaleza con la energía que nos brinda el Sol. ¿Qué cosa nos enseñan el Sol y la Naturaleza? Ellos nos invitan en adelantar unidos brindando amor a todos los seres vivos (hombres, animales, plantas, hierbas, flores...). Ellos actúan con verdadero amor.

Pensamos en el Sol que envía sus energías limpias a todos los seres, sin privilegiar a nadie, sea en forma directa con sus rayos, o en forma indirecta: pensamos en la energía del viento que se genera por las diferencias de temperaturas en la atmósfera producidas por el Sol; pensamos en la energía del agua en movimiento generada por el Sol que produce la evaporación de los mares, la formación de las nubes y enseguida las lluvias que alimentan los ríos; pensamos en la energía de la biomasa (productos vegetales a los cuales el Sol les da vida). Todas estas energías nos ayudan a utilizarlas de manera correcta, teniendo lejos las energías sucias como las fósiles y las nucleares que hacen daños muy grandes a la Naturaleza. Pensamos en la Naturaleza que nos enseña a no perder nada: las hojas de las plantas que cuando caen a la tierra se convierten en humus que da vida a nuevas plantas, así que la muerte se transforma en vida. Además, las diferentes plantas que crecen en el mismo lugar se ayudan unas con otras, es decir, la biodiversidad brinda vida. De esta manera se aprende a reciclar todo. Productos viejos que parecen no poder utilizarse más, como papel, materiales plásticos, vidrio, etc., se pueden reutilizar como si fueran nuevos, protegiendo de manera valiosa la Naturaleza.

Los animales también saben ayudarse. Un lindo y pequeño ejemplo: paseando en los bosques nos acontece a menudo a mí y a Gabriela de ver un ave que, cuando le brindamos algo a comer, llama a sus congéneres para compartir con ellos la comida. Podemos siempre darnos cuenta de que Sol y Naturaleza promueven la vida. Con la ayuda de ellos podemos entregarnos para vivir hoy un día maravilloso ayudándonos con amor, dando cada uno su pequeño aporte, manteniéndonos lejos de la mentalidad capitalista corrompedora, y procurando compartir lo que tenemos con verdadera gratuidad. Hoy ustedes jóvenes dan un aporte lindo en esta dirección con los trabajitos que hicieron, con las canciones, con los dibujos, todo relacionado con el Sol y la Naturaleza. En este día sentimos cerca a Raulito, el joven que siempre participaba con amor en este Evento y que murió en mayo del año pasado. Sin duda muchos de ustedes se acuerdan como él mismo, paralizado, tenía mucha inteligencia y corazón. Siempre estaba listo en brindar su ayuda a los otros y comprendía la importancia de proteger la Naturaleza utilizando fuentes limpias de energía solar. Por eso él quería tener en la casita de montaña donde vivía, y en la casita de su hermano que vive cerca, dos plantas de biogás. Es lindo mencionar aquí ese ejemplo de amor verdadero con mentalidad solar. Conociendo cuánto lo deseaba Raulito, los que trabajan aquí donde nos encontramos organizaron hace poco, con otros amigos, los preparativos para construir las dos plantas de biogás. Después fueron al lugar donde vivía Raulito, quedándose algunos días y lograron, con la ayuda de la familia muy cariñosa del joven desaparecido, hacer con éxito el montaje de las plantas, todo con gratuidad absoluta, solo poniendo mucho amor siguiendo así al 100 % la enseñanza del Sol y de la Naturaleza. Eso ayuda a todos a seguir ejemplos de este tipo. Además, es muy importante tener presente que la Revolución Cubana sigue esta dirección, y por eso se puede decir que el Sol y la Naturaleza son sus primeros padres. Un hombre que comprendió estos valores y que contribuyó de manera

excepcional a desarrollar esta Revolución, fue Fidel. Él también murió, pero lo sentimos vivo aquí con nosotros y lo agradecemos de todo corazón.



En este día de fiesta todos unidos ratificamos el compromiso de seguir siempre más correctamente el Camino del Sol y de la Naturaleza, apartándonos de todas formas de egoísmo, brindando siempre más amor y compartiendo la vida con los otros. Te queremos a ti, Sol, a ti, Naturaleza, a ti, Fidel, a ti, Raulito. Nos sentimos muy agradecidos a ustedes y todos unidos nos entregamos a seguir siempre vuestro ejemplo. 🌻

* Científico y humanista italiano y cubano. Miembro de Honor de Cubasolar.

E-mail: cestudiosolar.cecc@enet.cu

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 7 | 8 | | 9 | 10 | | 11 | | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| 17 | | | | | | 18 | | | | 19 | | 20 | | | 21 | | | | |
| 22 | | | 23 | | | | | 24 | 25 | | | | | 26 | | | 27 | | |
| 28 | | 29 | | | | | 30 | | | | | 31 | | | 32 | | | | |
| 33 | | | | 34 | | 35 | | | | | 36 | | | 37 | | | | 38 | 39 |
| | 40 | | | 41 | | | | 42 | | 43 | | | | | | 44 | | | |
| 45 | | | 46 | | 47 | | | | | 48 | | | 49 | | | | 50 | | |
| | | 51 | | 52 | | 53 | | | 54 | | | | | 55 | 56 | | | | |
| 57 | 58 | | 59 | | 60 | | 61 | 62 | | | | | 63 | 64 | | | | | |
| 65 | | | 66 | | | 67 | | 68 | | | | 69 | | | | 70 | | 71 | |
| 72 | | | | | 73 | | | | | | | 74 | | | | | | | |

Por MADELAINE VÁZQUEZ GÁLVEZ

HORIZONTALES

- 1.** Perteneciente o relativo a Eolo, dios de los vientos. **7.** Cada una de las paletas de la turbina que reciben el impulso del fluido. **11.** Ser vivo que necesita oxígeno para subsistir. **17.** Sistema de tres corrientes eléctricas alternas iguales, desfasadas entre sí (fem.). **19.** Polisacárido compuesto por lactosa. **21.** Natural de Irán. **22.** Vocal repetida. **23.** Producto nitrogenado de la orina. **24.** Agitación violenta de las aguas del mar. **27.** Televisión Cubana. **28.** Examinador. **30.** Instrumento para la labranza. **31.** Apócope de Momo. **32.** De leer. **33.** Nombre de mujer. **34.** Viento suave. **36.** Papel escrito que una persona envía para comunicarse. **38.** Interjección. **40.** Consonantes de tisú. **41.** Cultura que habita la región del lago Titicaca. **43.** Vara de oro u otra materia preciosa que usaban solamente emperadores y reyes. **44.** Mamífero carnívoro plantígrado (fem.). **45.** Fiel. **47.** Que nada. **49.** De reír (inv.). **50.** Artículo determinado masculino del plural. **51.** Agente físico que hace visibles los objetos. **53.** Negación. **54.** Esfera aparente azul y diáfana que rodea la Tierra (inv.). **55.** Operario que transporta mineral en las minas. **57.** Preposición. **59.** Nave. **61.** Individuos. **63.** Pelusa (inv.). **65.** Símbolo químico del cobalto (inv.). **66.** Manifestación de la actividad humana. **68.** Anómalos. **70.** Símbolo de tonelada. **72.** Eres. **73.** Avizorar. **74.** Enfermedad del hígado.

VERTICALES

- 1.** Conjunto de normas morales que rigen la conducta humana. **2.** Este. **3.** Símbolo químico del litio. **4.** Partidario del sufismo (inv.). **5.** Árboles americanos de la familia de las Bignoniáceas. **6.** Serrín. **7.** Símbolo químico del calcio (inv.). **8.** Utensilio para dar luz. **9.** Masa que resulta de la mezcla de tierra y agua. **10.** Brazo del mar Mediterráneo entre Grecia y Turquía. **11.** Fragante. **12.** Corriente de agua. **13.** Sufijo. **14.** En el béisbol y en otros juegos, palo con el que se golpea la pelota. **15.** Equipo que convierte la corriente directa en alterna, o viceversa. **16.** Lavafrutas (inv.). **18.** Vocales de mía. **20.** Apócope de mamá (inv.). **25.** Vocales de padre. **26.** Parte soportante de un aerogenerador. **29.** Relativo a la nariz. **30.** Cocidos. **32.** Nota musical. **35.** Mineral que atrae el hierro y otros cuerpos. **36.** Nombre de letra. **37.** Principal o que tiene más fuerza y vigor en cualquier concepto. **39.** Sitio con vegetación en los desiertos. **42.** Amar. **43.** Último rey de Lidia, antiguo país de Asia Menor. **44.** Árbol de la familia de las Oleáceas (pl.). **45.** Cada una de las partes que limitan un todo (pl.). **46.** Satélites. **48.** Olfatear. **52.** Emperador de Rusia. **56.** Armadura del pecho. **58.** Repetición de un sonido reflejado por un cuerpo duro. **60.** Especie de lechuga grande. **62.** Extenso período histórico. **64.** Casa. **67.** Pro-nombre personal (inv.). **69.** Consonantes de saco. **71.** Símbolo químico del níquel.

CONVOCATORIA

XIII Taller Internacional CUBASOLAR 2018

DEL 21 AL 25 DE MAYO
LAS TUNAS, CUBA

«Un mundo mejor con la energía del sol»

LA SOCIEDAD Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental (Cubasolar), convoca a la décima tercera edición del Taller Internacional Cubasolar 2018, que se celebrará en el hotel Brisas Covarrubias en la provincia de Las Tunas, Cuba, del 21 al 25 de mayo de 2018.

Esta edición promoverá con énfasis la construcción consciente de un sistema energético sostenible basado en las fuentes renovables de energía y el respeto ambiental, la cooperación entre los países, la transferencia de conocimientos y el diálogo e intercambio de experiencias y prácticas entre autoridades de gobierno, investigadores, educadores, especialistas, gestores, empresarios, profesionales, productores,

usuarios de tecnologías y demás personas que trabajan por la sostenibilidad de nuestro planeta.

El Taller estará organizado en conferencias magistrales y seminarios paneles que se desarrollaran en plenario, cubriendo temas de gran vigencia:

Temas centrales del evento

- La soberanía alimentaria y las fuentes renovables de energía.
- El abasto de agua y las fuentes renovables de energía.
- Importancia de la cooperación Sur-Sur y Sur-Norte-Sur.
- Soberanía energética, medio ambiente y desarrollo local sostenible.

- Educación, cultura e información energéticas para la sostenibilidad.

Contenido esencial del evento será el desarrollo paralelo del curso (opcional e interactivo) sobre la educación energética y ambiental. El curso se ofrece sin costo adicional, se acredita en esta ocasión en coordinación con la Universidad de Las Tunas y se estructura a partir de diferentes formas organizativas que se integran como parte del programa del evento: conferencias magistrales, conferencias interactivas, seminarios debate y visitas de campo, favoreciendo la amplia participación y el intercambio sobre las temáticas y el conocimiento de la experiencia cubana en el actual contexto de desarrollo social y económico del país.

Como en ocasiones anteriores, se organizará la Exposición Cubasolar 2018 sobre las potencialidades, experiencias y resultados en la aplicación de las diferentes especialidades energéticas y medioambientales asociadas a los temas del evento.

Presentación de trabajos

Los interesados en exponer sus contribuciones al evento lo realizarán por medio de carteles, para lo cual deberán enviar por correo electrónico al Comité Organizador un resumen en idioma español, de no más de 500 palabras en formato Word, letra Arial 12 e interlineado a espacio y medio, que contenga: título, autores, país, institución, correo electrónico, objetivos, propuestas o alternativas y resultados logrados o esperados. Los resúmenes deberán enviarse antes del 15 de febrero de 2018. La selección de los trabajos aceptados se dará a conocer a los autores antes del 31 de marzo de 2018.

Las ponencias en carteles se realizarán en un área designada para la presentación. Los carteles tendrán una superficie total que no excederá los 0,7 m de ancho x 1,0 m de largo y deberán entregarse al Comité Organizador en la oficina de acreditación de la sede del evento.

Publicación de los trabajos en extenso

El Comité Organizador publicará el trabajo en extenso de los autores que lo deseen en el Cd del evento. Los interesados deberán enviar el mismo, antes del 30 de abril del 2018 con las normas siguientes: Presentación en versión Microsoft Word, en letra Arial de 12 puntos, espacio y medio; con 2000-5000 palabras (aproximadamente, sin contar los anexos). Con las partes siguientes: Título, Datos del (los) autor (es), Resumen, Palabras clave, Introducción, Desarrollo (que puede incluir Materiales y Métodos, Resultados y Discusión), Conclusiones, Recomendaciones, Referencias o bibliografía, y Anexos (si los tuviera).

De igual forma, de resultar de interés para los autores el trabajo podrá ser evaluado para su publicación en la revista científico digital *Eco Solar* (categorizada en Latindex), y en la revista impresa *Energía y Tú*, de carácter científico popular.

Precios del evento en Pesos Cubanos Convertibles (CUC)

Inscripción: 260 CUC.

El precio de la inscripción otorga el derecho a participar en todas las actividades oficiales, módulo de materiales para el desarrollo de las sesiones, transportación interna a los lugares previstos del programa, certificados de asistencia y de autor en caso de presentar trabajos.

Paquete de gastos (4 noches por persona):

232 CUC (en habitaciones sencillas)

172 CUC (en habitaciones dobles)

La agencia receptiva (Cubatur) ofrece un paquete turístico que cubre los gastos por participante durante el Taller que incluye, el alojamiento diario en el hotel Brisas Covarrubias en la modalidad de todo incluido.

También podrá optarse por la atención paralela a acompañantes, servicios de recibimiento y despedida en aeropuertos cubanos y traslado hasta la sede del evento, regreso al aeropuerto y alojamiento antes y después del evento.

Formas de pago

La inscripción y el paquete de gastos, serán abonados preferiblemente antes del comienzo del Taller por transferencia banca-

ria, previa consulta al Comité Organizador, o directamente en el hotel sede del evento, en el momento de la acreditación.

El Comité Organizador les reitera la invitación con la certeza de que lograremos intercambiar experiencias en un clima de amistad y solidaridad. Esperamos contar con su presencia.

COMITÉ ORGANIZADOR

Correo electrónico:
cubasolar2018@cubasolar.cu

Teléfonos: (53 7) 72062061 y 72040010.
http:// www.cubasolar.cu

Presidente: Lic. Eliseo Gavilán Sáez
Vicepresidenta: M. Sc. Yandira González Mejías

Coordinación general y finanzas: Ing. Dolores Cepillo Méndez

Comité técnico y paneles: Ing. Otto Escalona Pérez

Publicaciones y relatoría: M. Sc. Madelaine Vázquez Gálvez

Certificaciones y transportación: Ing. Miguel González Royo

Organismo receptor: Agencia de Turismo Cubatur

Correo electrónico: eventos1@cbtevent.cbt.tur.cu

RESPUESTA DEL CRUCIGRAMA

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|
| 1 | E | 2 | O | 3 | L | 4 | I | 5 | C | 6 | A | 7 | A | 8 | L | 9 | A | 10 | E | 11 | A | 12 | E | 13 | O | 14 | B | 15 | I | 16 | |
| 17 | T | 18 | R | 19 | I | 20 | F | 21 | A | 22 | S | 23 | I | 24 | C | 25 | A | 26 | A | 27 | G | 28 | A | 29 | R | 30 | A | 31 | N | 32 | I |
| 23 | I | 24 | I | 25 | U | 26 | R | 27 | E | 28 | A | 29 | M | 30 | A | 31 | R | 32 | E | 33 | M | 34 | O | 35 | T | 36 | O | 37 | T | 38 | V |
| 26 | C | 27 | E | 28 | N | 29 | S | 30 | O | 31 | R | 32 | A | 33 | P | 34 | E | 35 | R | 36 | O | 37 | M | 38 | O | 39 | L | 40 | E | 41 | E |
| 33 | A | 34 | N | 35 | A | 36 | B | 37 | R | 38 | I | 39 | S | 40 | A | 41 | O | 42 | C | 43 | A | 44 | R | 45 | T | 46 | A | 47 | R | 48 | O |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | A | 52 | R | 53 | A | 54 | C | 55 | E | 56 | T | 57 | R | 58 | O | 59 | S | A |
| 45 | L | 46 | E | 47 | A | 48 | L | 49 | A | 50 | I | M | 51 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Nos veremos en Las Tunas, Cuba



Energía, medio ambiente
y desarrollo sostenible

21-25 de mayo de 2018



Clusid



cubasolar 16