

leña es del 30% y que doce átomos de carbono producen cuarenta y cuatro de dióxido de carbono (CO₂), el ahorro en la emisión de carbono sería de 0.78 millones de toneladas y, en consecuencia, de 2.8 millones de toneladas de CO₂. Hay, además, una emisión indirecta de CO₂ por no absorción por parte de las plantas: los árboles absorben unas 30 toneladas de CO₂ por hectárea (una hectárea tiene aproximadamente 100 árboles), es decir, unas 0.3 toneladas de CO₂ por árbol. En consecuencia, el funcionamiento de 4 millones de cocinas solares representaría en el nivel mundial una reducción de la emisión total de CO₂ del orden de los 5.4 millones de toneladas. Suponiendo un costo promedio de \$100 por limpiar cada tonelada de CO₂, el costo total ascendería a \$540 millones al año, mientras que el costo total aproximado de la construcción de 4 millones de cocinas solares es sólo de \$320 millones, que pueden durar por lo menos 4-5 años.

Conclusiones

Con el uso de energía solar (sin necesidad de importar tecnología sofisticada y

cara de otros países) Costa Rica podría economizarse una enorme parte de su energía producida convencionalmente. La energía solar es una fuente alternativa que no puede sustituir en un cien por ciento a las otras, pero sí puede servir como complemento (en Holanda, por cierto, las compañías que se encargan de generar y distribuir la energía convencional venden cerca del 80% de los calentadores solares. En Sacramento E.U. sucede algo similar). La energía solar para la cocción de alimentos y calentamiento de agua tiene un impacto notable en la economía nacional, no sólo en el ahorro de fuentes convencionales, sino también en la conservación ambiental y de la salud pública.

Para fomentar el desarrollo de la tecnología y la difusión de sistemas de captación solar el Gobierno debería proporcionar incentivos, tales como rebajas a los impuestos, créditos a bajo interés y programas de financiación para la compra de colectores. Aunque hace seis meses la Asamblea Legislativa aprobó una ley en este sentido, los usuarios y empresarios están aún esperando su implementación.

La energía del viento en Costa Rica

Enrique Morales G.

Durante las últimas dos décadas el abastecimiento de energía eléctrica se ha visto afectado negativamente por factores distorsionantes como los relacionados con el comercio del petróleo, gas y carbón, y se han presentado problemas ambientales asociados con su producción basada en el uso de

combustibles fósiles. Cualquier esfuerzo nacional por desarrollar fuentes de energía propias no contaminantes y que a la vez disminuyan en alguna medida la dependencia frente a otros países en cuanto al abastecimiento de energía, es desde todo punto de vista beneficioso. La energía del viento, conocida como la energía eólica, es un recurso energético renovable propio, que en el

caso de Costa Rica cuenta con un potencial significativo y que el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE) ha venido estudiando desde inicios de la década de los 80, y su desarrollo parcial, con el fin de producir energía eléctrica, se dará en un muy corto plazo.

¿Cómo se puede utilizar la energía del viento?

Todos los movimientos de las masas de aire en la atmósfera se forman como un resultado del calentamiento solar. Conforme las masas de aire caliente suben, las masas de aire frío fluyen para llenar los vacíos dejados por las masas calientes ascendentes. Estos movimientos del aire, combinados con la rotación de la tierra, crean las corrientes de viento sobre su superficie. El viento es energía cinética de origen solar.

Existen tres factores que determinan el potencial de la energía eólica: la velocidad del viento, sus características (ráfagas, turbulencia, etc.) y la densidad del aire. De estos tres factores, la velocidad es el más importante, sobre todo si se toma en cuenta que cuando la velocidad del viento aumenta, la potencia obtenible varía con la tercera potencia de su velocidad. Cuando la velocidad del viento se duplica, la potencia se incrementa en un factor de ocho y viceversa.

A través de la historia, y aún en nuestros tiempos, las máquinas de viento ("molinos", por ejemplo) han sido utilizadas para bombear agua con el fin de almacenarla o utilizarla para irrigación o abastecimiento humano. Un molino de viento común es capaz de bombear hasta 2270 l/s de una profundidad de hasta 30 metros.

Las máquinas de viento modernas pueden ser usadas para irrigar ya sea bombeando el agua mecánicamente o bien produciendo electricidad para hacer funcionar una bomba que extraiga el agua de un pozo.

La energía del viento puede ser utilizada para abastecer de electricidad sitios remotos hasta los cuales no es factible extender la red de servicio público o bien para interconectar grupos de máquinas a dicha red, conformando lo que se conoce como plantas eólicas, fincas o granjas de viento. Este último caso es el que más se adapta a los requerimientos energéticos del país y es el que desarrollará el ICE.

En 1993 se contaba con una capacidad instalada de 2 500 MW en plantas eólicas en el mundo, de los cuales 1 600 MW están en California, 800 MW en Europa y 100 MW en el resto del mundo. Aproximadamente, se cuenta con más de 20 000 turbinas eólicas conectadas a las redes eléctricas de servicio público.

Potencial nacional y pertinencia

La producción de energía eléctrica en Costa Rica se ha basado en la utilización de recursos hídricos con un complemento de energía térmica producto de la utilización de combustibles fósiles. Esta energía térmica ha venido a suplir la falta de disponibilidad de generación hidroeléctrica durante los periodos de alta demanda, los meses secos de verano y cuando se ha requerido sacar de operación alguna planta hidroeléctrica para su mantenimiento programado o imprevisto.

A inicios de la década de los 80 el ICE contrató a la firma suiza Electrowatt Ingenieros Consultores con la idea de que efectuara una evaluación del potencial para desarrollar el uso de fuentes de energía renovable en la producción de electricidad. Se incluyó en esta investigación la energía solar, la biomasa, las minicentrales hidroeléctricas y el viento. La investigación en el campo de la energía del viento se basó en los registros de estaciones meteorológicas permanentes del ICE y del Instituto Meteorológico Nacional,

así como en estaciones que fueron instaladas temporalmente con ese fin.

Con base en este estudio de la firma suiza se elaboró un mapa del potencial eólico, y con la posterior asesoría de técnicos californianos se identificaron tres sitios con un alto potencial y que en su orden son: Tejona, Miravalles y Río Naranjo. Por otro lado, considerando el alto grado de electrificación del país (más de un 90%), se concluyó que el tipo de proyecto óptimo es el desarrollo de una finca de viento que se interconecte con la red del Sistema Nacional Interconectado.

Al compararse la distribución de la demanda de electricidad, tanto diaria como anual, con las distribuciones de velocidades en Tejona, se pudo concluir además que la generación eólica de electricidad podría, en gran medida, suplir parcialmente la demanda de energía que da lugar al pico del mediodía. Además, el recurso eólico en esa zona es mayor durante los meses secos, que es precisamente cuando el nivel de los ríos está más bajo, disminuyendo la generación hidroeléctrica y aumentando la utilización de los recursos térmicos importados para la generación de electricidad. Es así como se espera que en cierta medida la generación eólica llegue a ser complementaria al sustituir parte de la térmica, dando lugar a beneficios económicos y ambientales para el país.

Por las condiciones del recurso y por razones logísticas que se mencionan en el apartado siguiente, se escogió Tejona como el sitio prioritario para llevar a cabo investigaciones detalladas y estudiar la posibilidad de desarrollar la planta eólica.

Planta Eólica Tejona (P.E. Tejona)

En enero de 1990, siguiendo las recomendaciones de diversos consultores, se procedió a instalar 13 instrumentos medidores de viento en los alrededores del sitio conocido

como Tejona, en el cantón de Tilarán, provincia de Guanacaste. Estos instrumentos recopilan datos de velocidad, dirección y ráfagas. Los estudios hechos confirmaron aspectos muy favorables para el desarrollo de un proyecto eólico entre los que vale la pena destacar los siguientes:

-El recurso eólico existente es excepcional, con una velocidad promedio anual cercana a los 11 m/s y con velocidades capaces de producir energía alrededor de 8000 horas al año (90% del tiempo).

-El uso de la tierra, básicamente en ganadería, es compatible con el desarrollo de una planta de este tipo.

-La planta estará próxima a las instalaciones de transmisión de energía asociadas a las plantas que componen el Complejo Hidroeléctrico Arenal - Corobici - Sandillal, por lo que su interconexión será relativamente sencilla.

-Su operación evitará anualmente la emisión de 60 mil toneladas métricas de CO₂.

La P.E. Tejona tendrá una capacidad total de 20 000 kW y será capaz de producir 90 000 kWh/año por medio de entre 40 y 90 turbinas de eje horizontal, cuya capacidad está entre los 225 kW y 500 kW (la cantidad y capacidad serán definidas una vez concluido el proceso licitatorio). El equipo turbo - generador estará soportado por torres de 40 metros de altura y estará conectado a sus aspas (generalmente tres), cuya longitud varía entre los 15 y 20 metros.

Se desarrollará en dos filas montañosas ubicadas al oeste del Embalse Arenal, conocidas como Cerro Montecristo y Altamira, ocupando un área aproximada a las 47 hectáreas, se conectará a la subestación de Planta Arenal y se espera el inicio de la operación para mediados de 1997.

Dependiendo de las características del sistema eléctrico que se trate, es importante

tener presente algunos aspectos operativos de cuidado:

-El hecho de que se utilice un recurso cuyo comportamiento es variable podría introducir "perturbaciones" al sistema eléctrico que afecten las condiciones de carga y voltaje y que se vería reflejado en la calidad de la energía producida y servida.

-Obviamente la energía sólo se produce cuando hay viento, por lo que no es posible almacenarla para que sea "despachada" a la red eléctrica en el momento más oportuno que ésta lo requiera o sea más conveniente.

Por las condiciones del Sistema Nacional Interconectado de Costa Rica, lo anterior ha sido cuidadosamente evaluado, razón por la cual, una vez que la planta esté en plena producción de energía, corresponderá iniciar un proceso de seguimiento que genere la retroalimentación debida tendiente a conocer con mayor detalle su funcionamiento y los posibles efectos que pueda tener la conexión de plantas eólicas en el mismo.

Los proyectos eólicos se destacan por ser ambientalmente beneficiosos y entre los impactos ambientales potenciales asociados se tienen los siguientes:

- el efecto transitorio que se produce durante la construcción,
- el impacto sobre el paisaje que se produce durante la operación
- y los problemas que podría ocasionar a la fauna aérea, a las radiocomunicaciones (interferencia) y a la aviación.

Ninguno de estos impactos resultó ser significativo para el caso de la P.E. Tejona.

El futuro de la energía eólica en Costa Rica

El desarrollo de la industria eólica y la evolución de la tecnología respaldan la creencia de que, a principios de la próxima década, las turbinas eólicas suministrarán la energía más barata entre todas las fuentes conocidas.

En Costa Rica, el potencial de energía eólica utilizable es pequeño comparado con su potencial teórico y podría ser de la misma magnitud que el potencial de la energía hidroeléctrica. Los estudios que hasta ahora ha venido realizando el ICE, también han servido de apoyo para el desarrollo de plantas eólicas privadas en el marco de la Ley que autoriza la generación eléctrica autónoma o paralela. Actualmente se encuentran en etapas avanzadas de desarrollo dos plantas eólicas con capacidad de 20 000 kW cada una y no se descarta una mayor participación del sector privado en este campo en la medida en que la experiencia recopilada con la operación de la P.E. Tejona y de las plantas privadas demuestre que la interconexión de plantas de este tipo a la red no afectará negativamente la calidad de la energía servida.

El ICE pretende continuar con la identificación de sitios que permitan el desarrollo exitoso de proyectos de este tipo (Miravalles, Río Naranjo y otros) y aprovechar la experiencia de lo que será la operación de la P.E. Tejona.