

Instituto de Investigaciones Gino Germani

VI Jornadas de Jóvenes Investigadores

10, 11 y 12 de noviembre de 2011

Nombre y Apellidos: Geidy Rodríguez Vera

Afiliación institucional: Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (Cuba)

Correo electrónico: heirove@gmail.com, lazarojesus@tvc.icrt.cu

Eje problemático propuesto: Espacio social - Tiempo - Territorio

Título de la ponencia: Bondades y problemas del emplazamiento de parques eólicos en comunidades cubanas

Esbeltas, obedeciendo a los caprichosos sopidos del viento, se exhiben hoy como un componente más del paisaje en múltiples regiones del mundo. Son turbinas generadoras de electricidad y desde mediados del pasado siglo su presencia se ha multiplicado exponencialmente, ante la necesidad de encontrar vías alternativas para producir la indispensable energía eléctrica, debido a la grave situación de escasez y encarecimiento de las fuentes tradicionales. También para mitigar la extrema polución atmosférica y el cambio climático a nivel global.

La energía eólica surge de la transformación de una pequeña parte de la radiación solar que llega a la Tierra –aproximadamente un 2%– en energía cinética del viento, la cual puede ser convertida nuevamente en otras formas aprovechables de energía como la mecánica y la eléctrica. Esta última se obtiene mediante aeromotores o aerogeneradores, utilizados en tres modalidades diferentes según la función que cumplan: instalaciones aisladas o remotas, sistemas híbridos diesel-eólicos o eólico-fotovoltaicos, y sistemas interconectados a las redes de distribución de energía eléctrica. Como se observa en el siguiente gráfico, sus aplicaciones son múltiples y variadas:

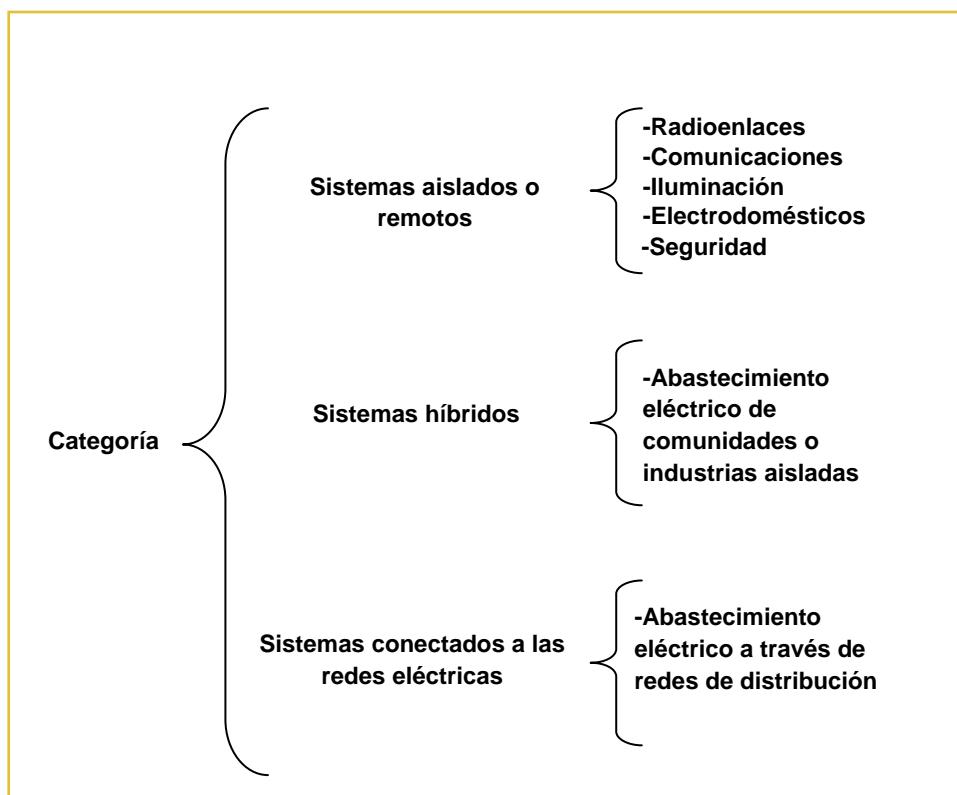


Gráfico 1: Aplicaciones de los Aerogeneradores por modalidades según la función que cumplan.

Los parques eólicos pueden funcionar en cualquier época del año, siempre que las condiciones atmosféricas sean favorables. Por eso la instalación de un parque eólico –que requiere de tecnologías bastante costosas– debe estar precedida por la elaboración de un mapa de potencial, la búsqueda de evidencias ecológicas de la dirección y fuerza del viento y por último, un análisis prospectivo.

Aunque demandan altos costos iniciales en inversiones para la adquisición de los aerogeneradores y en el proceso de construcción, los parques luego solo requieren tareas de mantenimiento con determinada frecuencia. Las granjas eólicas suministran electricidad sin gastos en compra y transportación de combustibles. Su vida útil es de aproximadamente veinte años.

Al corriente del progreso...

Los yacimientos de hidrocarburos existen sólo en un número limitado de países. Por eso, las renovables, al constituir fuentes autóctonas, disminuyen la dependencia de suministros externos. En particular la eólica es una energía inagotable y limpia, no implica la emisión a la atmósfera de gases u otros desechos tóxicos. Representa una alternativa estratégica para el establecimiento de un sistema energético ambientalmente sostenible. Por tal motivo, en el campo de la energética, el uso del viento se incrementa cada vez más en numerosas naciones, entre las que destacan Alemania, España, Estados Unidos, la India y China. Ningún país latinoamericano aparece entre las 20 primeras naciones.

La capacidad instalada a nivel internacional hasta el 2010 se acercaba a los 160GW. Este valor tuvo un crecimiento desde el 2005 de aproximadamente 100GW en tan solo un quinquenio (Gráfico 2), y la tendencia indica que el total se duplica cada tres años.

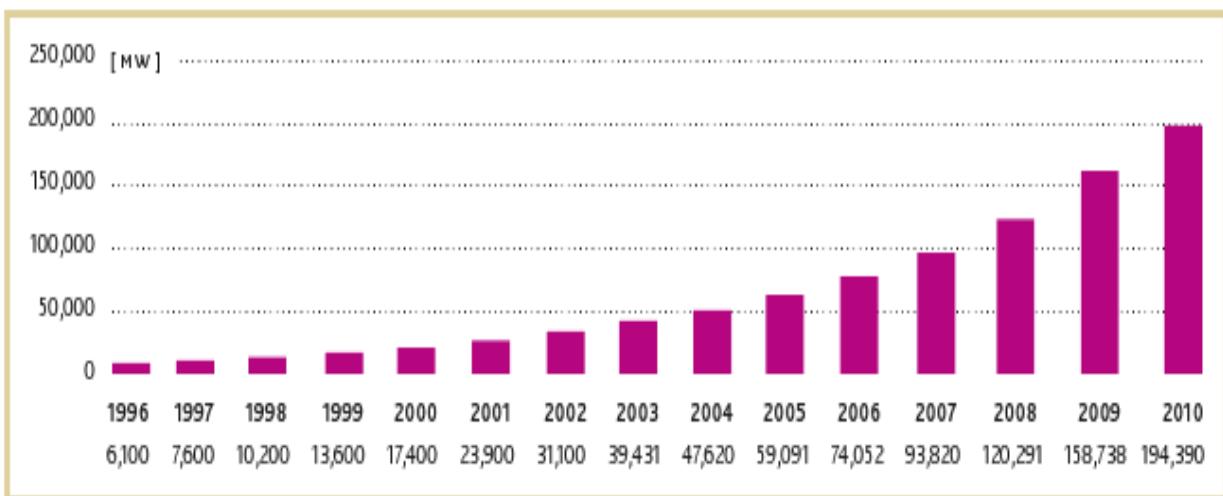


Gráfico 2. Capacidad eólica instalada a nivel mundial entre 1996 y 2010. Fuente: Asociación Mundial de Energía Eólica, 2011.

En Cuba el sistema energético fundamental emplea la combustión de petróleo. Entre los impactos asociados a esta forma de producción de electricidad se encuentra el calentamiento global, la acidificación de las lluvias, la afectación en la calidad de las aguas, la ocupación de terreno y el efecto visual. Todo ello acompañado del inevitable agotamiento de la materia prima. En nuestro país también se emplean en menor medida otras fuentes de energía, tales como la hidráulica, la solar y la eólica, entre otras.

Durante los últimos años el gobierno cubano ha impulsado la generación eléctrica a partir del empleo del recurso eólico, como una opción económicamente competitiva entre las fuentes renovables. El Grupo de Trabajo para el Impulso de la Energía Eólica, creado en 2005, ha tributado importantes resultados teóricos y prácticos. En el Centro de Estudio de Tecnologías Energéticas Renovables, del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría, fundado a principios de los 90, también se han impartido diversos cursos de capacitación y especialización de ingenieros y futuros profesionales.

En múltiples zonas rurales de nuestro país es común encontrarse con molinos de viento aislados, que abastecen a pequeñas comunidades o son utilizados en tareas como el bombeo del agua. También pueden encontrarse combinados con paneles solares en los conocidos sistemas híbridos eólico-fotovoltaicos, que satisfacen el consumo de escuelas y otros centros priorizados por el estado cubano, sobre todo en sitios donde la electrificación se dificulta. En total, todos estos molinos de viento, tanto aislados como en instalaciones conjuntas, suman 8677.

Actualmente se prueban una serie de parques experimentales, con el objetivo de comparar diferentes tecnologías. Están emplazados en zonas de buen aprovechamiento, según la versión más actualizada del mapa cubano de potencial eólico confeccionado por especialistas del Instituto de Meteorología.

Existen 24 zonas geográficas identificadas con una densidad de potencia anual superior a los 500 W/m² y una velocidad media del viento mayor o igual a 6.2 m/s (las velocidades de arranque de los diferentes aerogeneradores rondan los 4m/s). Se estableció además que en nuestro archipiélago hay más de 2 000 km² con velocidades medias mayores que 6.8 m/s. Algunas de estas áreas están ubicadas en el litoral norte de las provincias de La Habana y Ciudad de La Habana, Camagüey, Holguín y Guantánamo, otras en la costa sur de las provincias de Granma, Santiago de Cuba y Guantánamo, y el resto en zonas con relieve ondulado y montañoso (Soltura *et. al.*, 2006).

Finalmente la cifra más actualizada para cuantificar el potencial eólico realmente instalable en el país resultó ser de 1191.82 MW. Las regiones costeras, por la influencia de las brisas, y las zonas montañosas, por sus particularidades físicas, generalmente ostentan un potencial eólico más favorable que el resto del territorio nacional.

Los esfuerzos en nuestro país por incrementar el aprovechamiento de la energía del viento para sustituir el gasto de combustibles, aprovechando el potencial eólico con que contamos, no cesan. El principal obstáculo es de origen económico, aunque Cuba aboga por alternativas como la inversión mixta.

Costas borrascosas

Cualquier medio de producción de energía repercute de alguna manera en el medio ambiente, y en el caso de las granjas eólicas sus efectos negativos son difíciles de cuantificar. El impacto paisajístico es uno de ellos, se habla también del ruido y la muerte de algunas aves. Los efectos en el medio ambiente que produce una planta eólica son locales y dependen principalmente del sitio elegido para su emplazamiento, el tamaño de los aerogeneradores y la distancia de las zonas pobladas.

Muchas son las investigaciones sobre prospección eólica; sin embargo, el impacto socio-ambiental que acarrea el uso del espacio y el suelo, así como en los asentamientos cercanos a los parques eólicos, son temas tratados a menudo de modo superficial.

Vivimos en un país con niveles prometedores de rendimiento energético por la vía eólica, que brinda una solución sencilla y económica para la electrificación de pequeños grupos poblacionales. Pero, ¿qué opinión tienen las personas sobre esta alternativa energética? ¿Visualmente, que les parecen estos gigantescos árboles metálicos? ¿Les molesta el ruido u otro aspecto negativo? ¿O quizás consideran que el espacio utilizado dificulta el desarrollo de otra actividad económica más importante para la sociedad?

El análisis de la inserción de estos nuevos elementos tecnológicos, novedosos y deformadores del espacio en comunidades cubanas, apoyándonos en las propias percepciones y vivencias de quienes cohabitan con los emplazamientos, constituye la motivación substancial de esta ponencia. Con el fin de desentrañar la veleidosa subjetividad que caracteriza las opiniones en torno al problema, proponemos un acercamiento a aquellos individuos que se benefician o perjudican en la práctica, por los cambios experimentados en el entorno con la puesta en marcha de los parques eólicos.

Energía limpia en Gibara

La cita para debatir sobre este polémico tema se materializa en Gibara, privilegiada por Eolo, el dios de los vientos en la mitología griega. Este municipio costero de la provincia nororiental de Holguín cuenta con la mayor capacidad instalada en el país: 9,6 de 11,7 megawatts en total¹.

Gibara pertenece a una extensa área geográfica de la costa norte centro-oriental del país que posee aptitudes favorables para el desarrollo de la eoloenergética. Esta zona recibe

¹ Si bien el primer parque eólico cubano, se encuentra activo desde 1999 con carácter demostrativo en Turiguanó, al Norte de Ciego de Ávila. Cuenta con dos turbinas de 225kW cada una, las cuales aportan el 40% del consumo de los habitantes de esa Isla. Constituye, en la actualidad, un centro de formación y entrenamiento de operadores. En la Isla de la Juventud tenemos también el parque Los Canarreos con tecnología abordable, efectiva para enfrentar las amenazas de organismos tropicales sobre el área. Está formado por 6 aerogeneradores de 275 kw con una capacidad total de 1.65 MW.

directamente durante todo el año la acción combinada de los vientos alisios y las brisas marinas locales. La siguiente figura exhibe el mapa de potencial eólico cubano, donde se ha destacado la situación geográfica de Gibara:

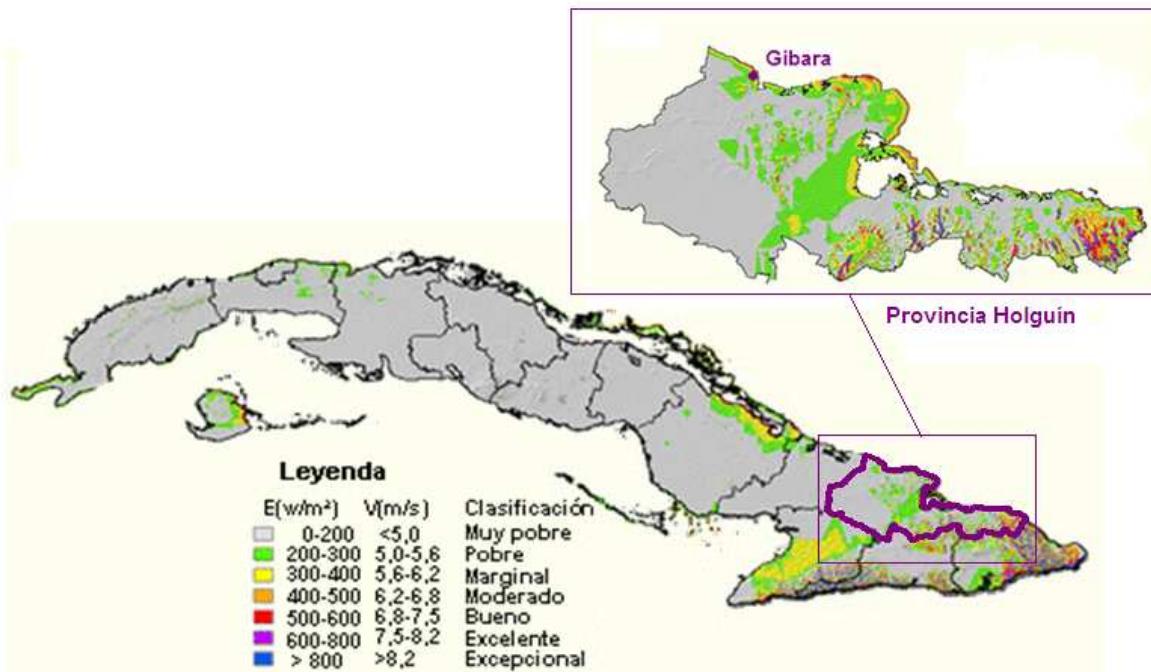


Figura 1. Mapa de potencial eólico de Cuba/Provincia de Holguín.

Dos conjuntos de aerogeneradores (Gibara I y Gibara II) de 6 turbinas cada uno, se encuentran instalados en este municipio, ambos conectados al Sistema Electroenergético Nacional. El primero se inauguró en el 2008; mientras que el más joven de los dos, Gibara II, echó a andar en enero de este año. La tecnología del primer parque la suministró la firma ibérica Gamesa Eólica. Son aerogeneradores con una potencia de 850 kilowatts cada uno, y una altura al eje de 55 metros. Los aerogeneradores del segundo parque son chinos, tienen una potencia de 750 kilowatts y están ubicados a 50 metros de altura, distancia idéntica al diámetro de sus palas, dos metros más chicas que las de los españoles.

A pesar de trabajar con cinco máquinas prácticamente todo el año, el Gibara I entregó 9 596 megawatts en 2010, lo cual representa un ahorro de unas 2 142 toneladas de combustible equivalente. Su impacto favorable en el medio ambiente es invaluable, baste decir que por esa contribución dejaron de emitirse casi 8 000 metros cúbicos de gases de efecto invernadero, confirma el experto José Luis Pifferrer, director de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Generación Eólica.

Tras la incorporación del segundo parque, los beneficios se duplican, entre ambos grupos de aerogeneradores se generó en este año hasta el mes de julio una cifra similar a lo entregado durante todo el 2010 por el Gibara I solamente. Este aporte equivale a 45 megawatts como promedio diario y 10 toneladas de petróleo que se dejan de consumir, logrando un efecto en la atmósfera similar al producido por 2 000 árboles.

En total, desde el 2008 el acumulado de generación bruta es de 28 376 megawatts, el combustible que se necesitaría para obtener esta misma cantidad de energía es de 6 290 toneladas, y los gases residuales que no fueron emitidos a la atmósfera casi 23 000 metros cúbicos.

Luces en el viento

Los parques están situados en una región aislada del municipio de Gibara, orlada de humildes viviendas. Uno de los poblados más cercanos a las instalaciones, El Güirito, se encuentra aproximadamente a 2 kilómetros del Gibara II. La otra comunidad, Los Cocos está localizada entre ambos emplazamientos, la cual “antes era un barrio oscuro, carente de fluido eléctrico” según Nancy Galván Tamayo, vicepresidenta del gobierno en el municipio de Gibara.

“Los parques eólicos propiciaron que los habitantes de allí accedieran a módulos de cocción, televisores y otros efectos electrodomésticos”, agrega Nancy. También constituyen una fuente de trabajo asequible para los pobladores de estos sitios, donde las opciones de empleo son limitadas por la lejanía al centro de la ciudad y las dificultades con el transporte. De este modo, las energías renovables contribuyen decisivamente al equilibrio interterritorial, porque suelen instalarse en zonas rurales.

Los pobladores del Güirito observan ahora el voltaje más estable y una disminución significativa de los fallos eléctricos, en esto insistieron Ramón Mora y Márgara Peña. Las apreciaciones de Pablo Velázquez, trabajador forestal, están a tono con las anteriores: “La corriente ha mejorado mucho, antes la luz se iba casi todos los días. Ya no nos sorprenden aquellos apagones y ese voltaje bajito que ni se podían encender los equipos porque se echaban a perder”.

La proximidad de la fuente de generación a los consumidores minimiza las pérdidas y permite, por tanto, que los gibareños reciban un mejor servicio. Además “entre las 10 de la

mañana y las 11 de la noche la fuerza del viento es mayor, este pico de generación afortunadamente coincide con la estructura del consumo”, señala Pifferrer. El especialista también advirtió que el 28% del total de energía eléctrica que se consumió en el municipio durante el año 2010, se generó en el parque eólico Gibara I, cifra que será superada en el 2011, con la contribución del Gibara II.

Del espacio y el suelo

La utilización de la energía eólica para la generación de electricidad no tiene incidencias sobre las características fisicoquímicas del suelo o su erosionabilidad, ya que no se produce ningún contaminante que incida sobre este medio, ni tampoco vertidos o grandes movimientos de tierras (Proenza, 2003). Los mayores impactos ocurren durante la construcción de carreteras y pistas, enterramiento de cableado, cimentación de los aerogeneradores y los soportes de las líneas de tensión y la construcción de edificaciones.



Foto 1: Instalación de un aerogenerador de Gibara I. Fuente: Grupo de Trabajo para el Impulso de la Energía Eólica

En el parque Gibara I los aerogeneradores están ubicados en línea (Foto 2 izq.), y ocupan un área total de 5,4 ha. De esta superficie la neta ocupada por los aerogeneradores es de 0,52 ha, es decir, 9,6% del área total. Mientras, en el Gibara II se distribuyen formando una V, para contrarrestar el efecto de apantallamiento entre máquinas. Ambos se encuentran muy próximos a la costa.



Foto 2. Parques Eólicos Gibara I (izq.) y Gibara II (der.). Fuente: Grupo de Trabajo para el Impulso de la Energía Eólica

“Debido a la erosión del salitre esa zona tiene escasa vida vegetal. Allí había mucho marabú y tuna, que son plantas silvestres y sin utilidad alguna”, atestiguó la gibareña Esperanza González. Mientras Felipe Rodríguez, vecino de los Cocos, opina que allí no prolifera la agricultura por las características del suelo. La ganadería no es una actividad económica propia de esta zona mayormente pesquera, no obstante pudiera coexistir con los aerogeneradores.

Vale recordar que todos los mecanismos de generación de electricidad exigen el empleo de cantidades de tierra para la ubicación de las industrias. En el caso de los parques eólicos la ocupación del terreno no es un elemento tan preocupante, puesto que más del 80% del terreno puede utilizarse como antes de la instalación de los mismos. Las turbinas deben separarse entre sí más de 150 metros y la superficie que abarcan los mástiles en su base es pequeña; es decir, los parques son compatibles con otras actividades económicas que requieran de este espacio.

Un horizonte distinto

Los efectos visuales de un parque eólico dependen de varios factores: la capacidad del observador de registrar impresiones, el paisaje del lugar, topografía, edificios, vegetación, las características del parque en cuanto a su tamaño, altura, material y color de los aerogeneradores (Moreno *et al*, 2007). Para sorpresa nuestra, todos los habitantes entrevistados provenientes de diversos rangos de edad y estratos sociales coinciden en que visualmente los parques son atractivos, están contentos con su presencia, incluso algunos contribuyeron voluntariamente a su construcción.

La época del año de mayor generación debido a las condiciones atmosféricas corresponde al semestre noviembre-abril, época en que el turismo se encuentra enfrascado en su temporada alta. Por tanto, desarrollar la eloenergética es un elemento de singular importancia como solución estratégica para reducir la carga de los picos eléctricos y, además, para el turismo interesado en el medioambiente constituye un atractivo. “Son agradables visualmente. Los turistas van a visitarlos muchísimo. Yo trabajo en un centro recreativo muy visitados por extranjeros y ellos preguntan cómo llegar a los parques eólicos para tirarles fotos”, expresa Esperanza González.

Como toda instalación ubicada en un medio natural, las máquinas eólicas disminuyen su impacto visual con la distancia. Una regla general es que una turbina impacta o influye en el paisaje hasta una distancia diez veces la altura de la torre. Por ejemplo, una turbina de 50 m de altura, influye visualmente hasta un radio de 500 m. Cuando el observador se aleja 1 km, el aerogenerador es aún visible, pero no domina el paisaje, y a 5 km la turbina se visualiza como parte del paisaje mismo.

¿Ruidos en el sistema?

A diferencia del impacto visual, el ruido ha sido uno de los problemas más estudiados. Este puede ser medido, incluso existen límites generalizados que varían de un país a otro para determinar cuando llega a ser molesto. Pero igualmente esta interrogante contiene una fuerte componente subjetiva de las personas que viven en los alrededores.

Los aerogeneradores provocan un ruido comparable con el de cualquier industria, o quizás menor. El asunto radica en que las maquinarias por lo general están encerradas en un espacio

concebido para amortiguar el ruido, mientras que el aerogenerador se encuentra al aire libre en contacto con el elemento propagador del ruido: el viento.

El ruido emitido por los aerogeneradores modernos proviene fundamentalmente de las palas. El sonido mecánico, que era el más acentuado, ha disminuido significativamente con el empleo de materiales especiales. El silbido de las palas (ruido aerodinámico) ha disminuido también con las nuevas formas de construirlas, en el afán de que sean lo más silentes posible (Moreno *et al*, 2007).

El ruido de los aerogeneradores del parque eólico Gibara 1 es de 102 dB(A), medido en el sitio de la instalación a 10 metros de altura con una velocidad de viento igual a 7 m/s, según datos del fabricante. Tan solo a 350 metros de distancia el nivel de ruido se atenúa a 35 - 45 dB (A), valor inferior al sonido que produce un automóvil moviéndose a 65 Km/h, a 100 metros de distancia. Quizás este fenómeno sea más significativo en parques de mayor extensión, con un mayor número de máquinas en funcionamiento.

Podemos dar fe de que en Gibara el ruido es casi insignificante, solo se siente a pocos metros de las turbinas, y en la ciudad es imperceptible. Los habitantes de los Cocos y del Güirito no se quejaron de ninguna molestia sonora, pues la distancia entre estos poblados y los parques siempre es mayor que un kilómetro. Un trabajador de seguridad y protección de Gibara I desde su fundación nos aseguró que el ruido es leve y no le desagrada, en pocas ocasiones cuando el viento es muy fuerte se agudiza, pero aún así, para él es tolerable.

¡Cuidado, molinos en la vía!

Un tema al que se le presta especial atención a la hora de seleccionar la localización de un parque es el riesgo de afectar la mortalidad de aves por choques con las palas. Cuando se trata de aves que viven en las vecindades de los parques eólicos, estas aprenden a evitar los accidentes con los aerogeneradores colocados en su hábitat. Los molinos son objetos visibles que las aves pueden sortear más fácilmente que los tendidos eléctricos.

Con respecto a las aves migratorias, sí deben evadirse las coincidencias con las rutas de migración, así como las zonas de residencia de aves amenazadas o en peligro de extinción.

Este es un aspecto significativo en Cuba, por ser nuestro país asiento de importantes corredores migratorios continentales.

En cuanto a los daños a la fauna provocados por los aerogeneradores de Gibara, los trabajadores advierten que allí no han visto nunca ninguna ave muerta o lesionada.

Algunas soluciones al respecto para mitigar los daños a la avifauna son: pintar con colores llamativos las palas, situar los molinos adecuadamente dejando “pasillos” a las aves, e incluso en casos extremos hacer un seguimiento de las aves por radar llegando a parar las turbinas para evitar las colisiones.

El sello de Eolo

Con una frecuencia bienal, este rincón de Holguín, es testigo de un evento cultural en el que inevitablemente pensamos al escuchar el nombre de Gibara: el Festival de Cine Pobre, fundado por el ya fallecido prestigioso cineasta cubano Humberto Solás. En cada nueva edición de la cita, el pueblo acoge a numerosos visitantes de diversos orígenes, especialmente jóvenes, y se convierte en todo un acontecimiento con la presentación de novedosas obras cinematográficas realizadas con poco presupuesto, acompañadas de música y festejos.

Gibara también es un municipio de referencia nacional desde el punto de vista de la explotación de la energía eólica, con expectativas de continuar desarrollando esta vía de obtención de electricidad. Pero, ¿llegarán los parques eólicos a identificar a Gibara tanto como el Festival de Cine Pobre?

Ante la osada interrogante, Nancy Galván, manifiesta: “Sí, porque es algo nuestro, que solo tenemos nosotros y cada vez que llega un visitante, ya sea familia o alguna personalidad nacional o foránea, siempre va a los parques eólicos, constituyen un elemento novedoso en el territorio”.

Las personas que participaron en el intercambio de opiniones demostraron tener una información básica sobre la existencia de los parques. Conformes con el cambio, lo evalúan de modo positivo como un avance para el municipio y alegan que permite ahorrar petróleo, lo cual favorece a la economía del país. Sin embargo, no expresaron mucho sobre las ganancias

ecológicas. Muchos de ellos consideran que se debe seguir explotando este recurso que potencialmente poseen.

Esperanza González, desde su puesto de trabajo en el centro cultural “El Colonial”, acota que históricamente en los prototipos gráficos que identificaban al municipio se ilustraba una famosa montaña gibareña por su forma de silla de montar. “Ahora la silla de Gibara sale con los molinos detrás”.

Finalmente, luego de un breve recorrido en el que hemos tratado de compendiar de forma holística varios senderos asociados a un mismo fenómeno, evidentemente complejo, percibimos mejor que, pese a los pocos inconvenientes, las bondades socio-ambientales de los parques eólicos permiten defenderlos con sobrados argumentos. Aún así, los diversos impactos de esta industria resultan todavía un espacio escasamente explorado, que pueden variar de un lugar a otro por las características de los suelos, la biodiversidad y la cercanía a asentamientos poblacionales. No puede soslayarse tampoco la subjetividad que entrañan muchos de los aspectos abordados.

Tomando como motor impulsor las fuentes que circulan libres por los parajes de un interesante lugar del archipiélago cubano, esperamos transportar estas motivaciones hacia otros escenarios y tributar así a una mayor seguridad científica y tecnológica comprometida con nuestra sociedad.

Bibliografía Selectiva

- Jesús, L. y Rodríguez G. (2011). “*¿Ventiladores invertidos?*”. Bohemia. 6, Año 103, pp 12-15.
- Lecha, E. L., Palacios, F. D., Batista, L. A., Blanco, P. P. (1982). *Características eólicas del municipio “Bartolomé Masó” desde el punto de vista de su aprovechamiento para la generación de energía eléctrica*. Reporte preliminar de investigación científica. 10 pp.
- Moragues J. y Rapallini A. (2003). *Energía Eólica*. Instituto Argentino de Energía “General Mosconi”.
- Moreno, C., Martínez, J., Leiva, G., Roque, A., Novo, R., Costa, A., Llanes, C., Herrera, O., Sarmiento, A., Pérez, R., Limia, M., Montesinos, A., Menéndez, M. (2007). *Diez preguntas y respuestas sobre Energía Eólica*. Editorial CUBASOLAR. La Habana. 328 pp.
- Perigó, E. (2007). *Estudio de factibilidad para el empleo de la energía eólica en el municipio Maisí*. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Ciencias Meteorológicas. Edición Electrónica. 72 pp.
- Proenza, J. (2003). *Valoración del potencial eólico en la zona costera de la provincia Holguín*. Primer Taller Nacional de Energías Renovables y No Convencionales. Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente. Centro Meteorológico Provincial de Holguín.
- Proenza, J. (2004). *Estudio del recurso eólico en la zona costera de la provincia Holguín*. Publicación electrónica “Ciencias Holguín”.
- Rockymetal, (2007). *Historia del aprovechamiento eólico* [on line]. Disponible en: <http://eeolica-elimpia.blogspot.com/2007/06/historia-del-aprovechamiento-elico.html>
- Soltura, R. (1995). *Atlas Eólico de Cuba*. Informe Científico Técnico del Instituto de Meteorología. ACC. 200 pp.
- Soltura, R., Roque, A., Rivero, I., Wallo, A., Báez, R., Vázquez, R., Rivero, R., Ayala, M., Rodríguez, G., Carrasco, H., Curbelo, A., González, A., Herrera, O., Martín, G., Díaz, J. y Hernández, G. (2006). *Informe del Mapa de Potencial Eólico de Cuba*. Informe Científico – Técnico de Instituto de Meteorología.

-Windpower (2003): ¿De dónde sale la energía eólica? En el sitio:
<http://www.windpower.org/es/tour/wres/index.htm>