

Particularidades del viento en la region oriental del país

Particularities of the wind in the eastern region of the country



<http://opn.to/a/Glaoc>

Alfredo E. Roque-Rodríguez^{1✉}, Ursinio Montenegro-Moracén², Arisleidys Peña-de la Cruz³

¹Instituto de Meteorología, Cuba

²Centro Meteorológico Provincial, Santiago de Cuba, Cuba

³Centro Meteorológico Provincial, Guantánamo, Cuba

RESUMEN: En el siguiente trabajo se muestran algunas de las particularidades del comportamiento del viento en la región oriental de Cuba, tales como: la oscilación diurna y anual de la rapidez media del viento, su distribución por rumbos, así como su comportamiento en la capa superficial atmosférica para algunas regiones de interés. Estas particularidades permiten apreciar que los meses de mayor incremento de la rapidez media del viento para Cuba se encuentran localizados en el período poco lluvioso (noviembre – abril) y los mínimos se hallan en el período lluvioso. La distribución del viento por rumbos muestra que la dirección del viento predominante en la región oriental en general se presenta del nordeste al este, sin embargo en la costa sur se aprecia una frecuencia significativa de rumbo sur, denotando con ello la presencia de la brisa marina durante el día. En el caso de la estación de La Gran Piedra su oscilación diurna muestra un comportamiento diferente al resto de las estaciones de la región oriental. Por otra parte, la información del viento en la capa superficial atmosférica para algunas zonas de la región oriental, aportó elementos novedosos para el conocimiento del mismo en orografía compleja para nuestro país, tal es el caso del perfil vertical medio del viento, su oscilación diurna y la temperatura media diurna. Esta última muestra la formación, establecimiento y desaparición de una inversión superficial durante las horas nocturnas y primeras horas del amanecer.

Palabras clave: rapidez del viento, perfil vertical del viento, inversión de temperatura, orografía compleja

ABSTRACT: In the present paper shows some of the particularities of wind behavior in the eastern region of Cuba, such as: the oscillation diurnal and annual of the average wind speed, its distribution by directions, as well as its behavior in the atmospheric surface layer for some regions of interest. These particularities allow us to appreciate that the months of greatest increase of the average wind speed for our country are located in the dry season (November - April) and the minimum are in the rainy season (May – October). The wind distribution by directions shows that the predominant course in the eastern region in general is from the northeast to the east, however, on the south coast there is a significant frequency of the south course, denoting the presence of the sea breeze during the day. In the case of the La Gran Piedra station, its diurnal oscillation shows a different behavior from the rest of the stations in the eastern region. On the other hand, the wind information in the atmospheric surface layer for some areas of the eastern region, provided novel elements for the knowledge of it in complex orography for our country, such is the case of the wind vertical profile, its diurnal oscillation and the average daytime temperature. The latter shows the formation, establishment and disappearance of a superficial inversion during the night hours and early dawn hours.

Key words: wind speed, wind vertical profile, temperature inversion, complex orography

✉ Autor para correspondencia: Alfredo E. Roque-Rodríguez. E-mail: alfredo.roque@insmet.cu

Recibido: 28/3/2018

Aceptado: 20/6/2018

INTRODUCCIÓN

Como bien señalaron Lecha y colaboradores en 1994 ([Lecha et al., 1994](#)), el viento constituye uno de los componentes principales del clima, tanto por su importancia directa como elemento, como por la influencia que ejerce sobre los restantes componentes del clima local. En este mismo trabajo, los autores enumeran las principales causas que originan el viento en nuestro país: como primera fuente señalan la debida a la circulación de la periferia suroccidental del gran Anticiclón Subtropical del Océano Atlántico Septentrional, con vientos predominantes del nordeste (NE) al este (E) sobre todo el país, aunque con diferencias de la mitad occidental a la oriental.

La segunda causa y principalmente en el período poco lluvioso (noviembre-abril), se asocia a la influencia de los anticiclones continentales migratorios, caracterizados por vientos del nortenoeste (NNW) al nordeste (NE), conocidos comúnmente en Cuba con el nombre de "nortes". Estos vienen acompañados además con bastante frecuencia de un descenso notable en la temperatura y un reforzamiento de la magnitud del viento. Estudios posteriores han demostrado que es el período de mayor aprovechamiento del viento como recurso energético para nuestro país, principalmente en la región occidental ([Soltura et al., 2011](#); [Perdigón et al., 2011](#); [Roque et al., 2015a, b](#)).

Continúan señalando Lecha y colaboradores que la tercera causa que origina vientos en Cuba son las bajas y ciclones extratropicales asociados a los frentes fríos. Provocan vientos fuertes de región sur (S) que en ocasiones llegan a alcanzar fuerza de huracán. Son más frecuentes en los meses del período poco lluvioso y afectan con mayor intensidad a la mitad occidental que la oriental. Los sistemas meteorológicos antes descritos, constituyen los procesos sinópticos que condicionan desde el punto de vista climatológico el régimen de vientos en Cuba.

Adicionalmente a las tres causas antes referidas, los propios autores señalan que otros procesos de mesoescala son más significativos

en las variaciones del régimen de vientos en una localidad, tales son los casos de las brisa de mar y tierra en las zonas costeras y los vientos gravitacionales, brisas de valles y vientos foehn de las regiones montañosas. En el caso de la brisa de mar y tierra, constituye la principal responsable de la línea de convergencia o espinazo convectivo que se forma en las horas del mediodía, lo cual tiene una influencia importante sobre la ocurrencia de precipitaciones a lo largo de todo el país ([Boytel, 1972](#); [Carnesoltas 2002a, b](#)). También juega un papel esencial como reforzamiento del flujo sinóptico en el aprovechamiento energético ([Carrasco et al., 2011](#); [Carrasco et al., 2012](#); [Martínez et al., 2015](#)).

La ocurrencia de los vientos gravitacionales, brisas de valles y vientos foehn de las regiones montañosas, han sido muy poco abordados en nuestro país y en el mundo en general. Como plantea el científico Roger G. Barry en su libro *Mountain Weather and Climate* ([Barry, 2008](#)), en el cual se realiza un repaso de las investigaciones sobre clima de montaña desde 1648 hasta comienzos del 2000, el estudio del clima de montaña se ve obstaculizado en tres aspectos fundamentales: Primero, muchas áreas montañosas están alejadas de los principales centros de actividad humana y tienden, por lo tanto, a ser descuidados por la ciencia. Este problema se ve agravado por la dificultad de acceso al lugar, limitando la instalación y el mantenimiento de las estaciones. En segundo lugar, la naturaleza del terreno montañoso establece una variedad de condiciones locales climáticas que cualquier estación es probable que sea solo representativa de un limitado rango de sitios. En tercer lugar, hay serias dificultades que enfrentar al hacer observaciones meteorológicas estándar en estaciones de montaña. Las redes habituales de estaciones meteorológicas están diseñadas para describir los sistemas meteorológicos sinópticos y las condiciones climáticas regionales (en una escala de 100 km o más) pero, en las montañas, los sistemas sinópticos son muy modificados por la topografía.

En Cuba, se destacan dos trabajos sobre el estudio del clima de montaña y en particular del viento en ese tipo de orografía: el realizado por Fernando Boytel ([Boytel, 1972](#)) y los realizados por el Lic. Ursinio Montenegro en la década de los 80 y 90 ([Montenegro, 1989, 1991, 1993](#)). Lamentablemente hoy no se tienen registros de ellos, aunque su gran valor científico y aportes a la sociedad y la economía fueron reconocidos en su momento. No obstante, numerosas notas escritas y conversaciones personales fueron proporcionadas por este último autor que ayudó a comprender mejor el clima de la región oriental de Cuba.

El estudio del clima de montaña, y en particular el sistema de viento que se desarrolla en ella, resulta ser bastante complejo, por lo que se requiere un análisis integral de todos los elementos que lo componen, basados fundamentalmente en el uso de la modelación numérica y en el incremento de las estaciones de medición, así como en el uso de la teledetección. Sin embargo, es obvio que hay que conocer, primeramente, el comportamiento local del viento a partir de la información que brindan nuestras estaciones antes de emprender retos mayores. Por tal motivo, el presente trabajo se ha propuesto como objetivo estudiar las particularidades del viento en la región oriental de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de este trabajo fueron utilizados los datos meteorológicos de fuerza y dirección del viento correspondiente a las 20 estaciones de las 5 provincias orientales del país durante el período 1981-2010 ([Figura 1](#)). Estos datos fueron proporcionados por el Centro del Clima (CENCLIM) del Instituto de Meteorología. Solo se mostraron las 8 estaciones más representativas, las restantes pueden consultarse en Informe elaborado al respecto ([Roque et al., 2017](#)). Con esta información y mediante el uso de la estadística descriptiva, se determinaron los valores medios mensuales y horarios de la rapidez del viento, así como su distribución de frecuencia y la

dirección del viento por rumbos. Esto permitió el análisis del comportamiento diurno y anual del viento, así como la determinación del rumbo predominante e inferir con ello su modificación por parte de la orografía de la región.

También fueron utilizados los datos de fuerza y dirección del viento, temperatura, presión, humedad y densidad del aire reportados por los mástiles y torres meteorológicas de la región oriental ([Figura 1](#)) emplazados durante los años 2006-2010, para el Programa Eólico Cubano. Esta información permitió el análisis no solo del comportamiento del viento en superficie, sino también en la capa superficial atmosférica.

No fue realizado en este estudio un análisis pormenorizado de las distintas situaciones sinópticas que imperaron en la región durante el período seleccionado, lo cual puede solventarse con la bibliografía que para Cuba se ha realizado sobre el tema, especialmente, entre los que destacan, además del mencionado trabajo de Lecha, el realizado por Fernández y Pérez en el 2005 ([Fernández & Pérez, 2005](#)) y el de Lapinel 1988 ([Lapinel, 1988](#)), los que contribuyeron a complementar los análisis realizados.

Breve descripción de la región de estudio

En el presente informe se nombraron la zona de estudio: macizos montañosos Sierra Maestra y Nipe-Sagua-Baracoa, denominación dada por el Decreto-Ley 201 del Sistema Nacional de Áreas Protegidas en la clasificación de Regiones Especiales de Desarrollo Sostenible (REDS) ([Figura 2](#)).

Según la clasificación climática de Köppen, la región oriental, en términos generales, tiene clima tropical lluvioso (tipo A). Sin embargo, a una zonificación más detallada, debido a las características físico geográficas de la misma, encontramos además, los tipos climáticos Secos (B) y Climas templados lluviosos (C) ([Jiménez & Bayés, 1989](#)). Debido a la ubicación en el cinturón tropical y las bajas alturas de nuestras montañas, la temperatura media anual oscila desde 14 °C en el Pico Turquino, hasta 26 °C en



Figura 1. Localización de las estaciones meteorológicas de superficie, mástiles de prospección y torres meteorológicas de la región oriental de Cuba



Figura 2. Regionalización de las provincias orientales atendiendo a los grupos montañosos

las partes más bajas. Los regímenes de lluvia van desde 400 mm al año, en la franja costera en el sur de Guantánamo, hasta 3600 mm en la cuenca de los ríos Toa y Duaba al Norte de esta misma provincia.

DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Característica de la marcha anual y diaria de la rapidez del viento

Como ya se ha venido mencionado desde el inicio de este trabajo y en la literatura consultada, la región de estudio presenta

características muy particulares en cuanto al régimen del viento. La [figura 3](#), muestra la marcha anual de la rapidez media del viento para distintas estaciones meteorológicas de superficie. En la misma puede apreciarse un comportamiento similar en todas las estaciones de la región oriental con máximos en los valores medios en el período poco lluvioso y mínimos en el período lluvioso. Este comportamiento es similar para toda Cuba, pero a diferencia de la región occidental y parte del centro del país ([Lecha et al., 1994](#), [Soltura et al., 2011](#), [Boytel, 1972](#)), existe un máximo relativo en el mes de

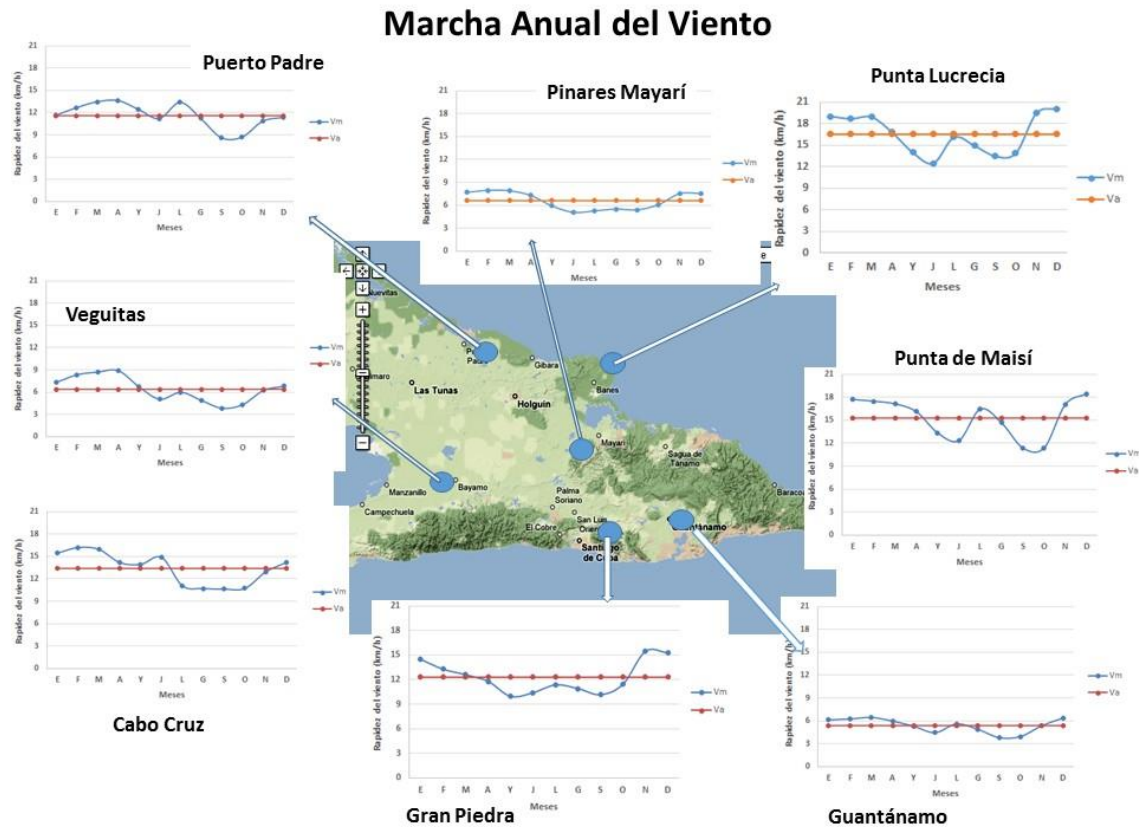


Figura 3. Marcha anual de la rapidez media del viento (km/h) en estaciones seleccionadas de la región oriental de Cuba. Período 1981-2010

julio que iguala o sobrepasa el valor medio anual, en clara alusión a la influencia del anticiclón subtropical sobre la mitad oriental como señalaron Lecha ([Lecha et al., 1994](#)) y Fernández ([Fernández & Pérez, 2005](#)). Este es el principal motivo del por qué la región oriental presenta mejor recurso eólico que la zona occidental durante todo el año.

Los máximos del período poco lluvioso son provocados por la influencia de los anticiclones migratorios y ciclones extratropicales durante el período noviembre-abril. La gran diferencia en el comportamiento del viento medio en la región de estudio está dado en la magnitud del mismo.

En la [figura 4](#) se aprecia que los mayores valores medios anuales se encuentran en las estaciones de Punta de Maisí en el extremo más oriental de Cuba y en Punta Lucrecia en la costa norte de la provincia de Holguín, siendo estas estaciones las que mejor experimentan la

influencia del Anticiclón Subtropical del Atlántico Norte, al no verse perturbado el flujo sinóptico por la fricción superficial. Toda la costa norte de esta región ([Soltura et al., 2011](#)) presenta los valores medios más notables de rapidez media del viento, lo que la convierte en la principal zona de desarrollo para el uso de la energía eólica en el país.

A diferencia de la marcha anual, en la marcha diaria sí se observan grandes diferencias entre una estación y otra ([Figura 5](#)). Los valores máximos medios de rapidez del viento se alcanzan en horas del mediodía, excepto para la estación de Gran Piedra en Santiago de Cuba, cuyos valores máximos se alcanzan en las horas nocturnas, dejando ver el efecto de la orografía y su cercanía a la costa. Este máximo en horas del mediodía obedece a la superposición del régimen de brisas con el viento sinóptico predominante, el cual es más notable en la costa norte, sin embargo en la

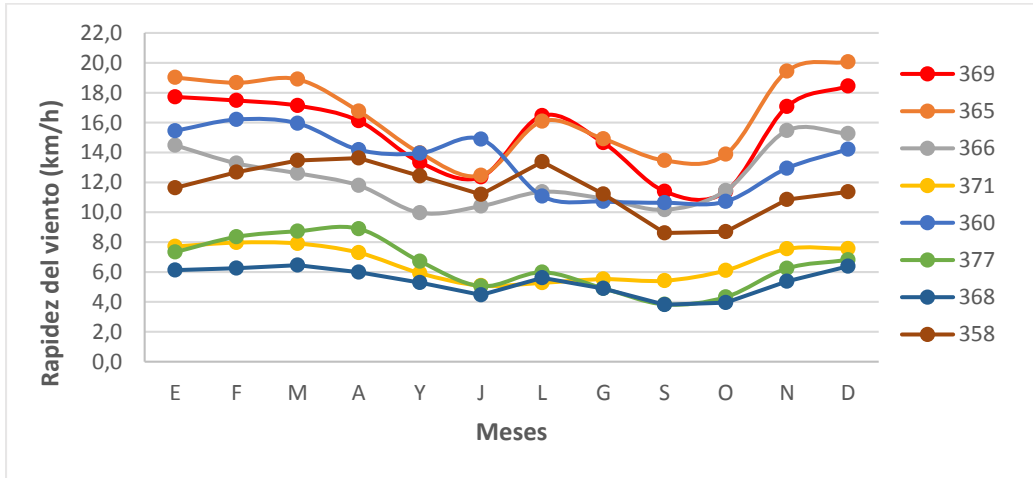


Figura 4. Comparación de la marcha anual de la rapidez del viento (km/h) en estaciones seleccionadas de la región oriental de Cuba. Período 1981-2010

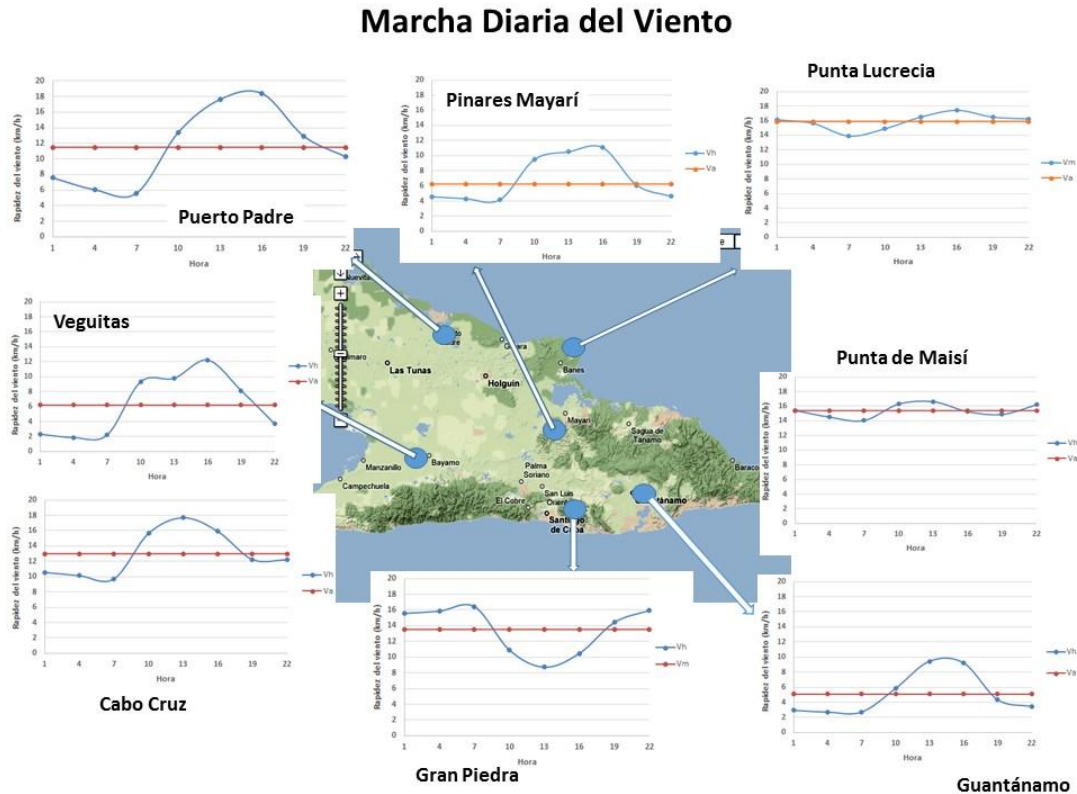


Figura 5. Marcha diaria de la rapidez media del viento (km/h) para algunas estaciones de la región oriental de Cuba. Período 1981-2010

costa sur ocurre lo contrario, es decir la brisa marina se opone al flujo sinóptico predominante y la resultante en las estaciones resulta ser menor que en la costa norte.

En la [figura 5](#) puede apreciarse también la poca oscilación que presentan las estaciones de Punta de Maisí y Punta Lucrecia, lo que reafirma lo planteado anteriormente sobre la

exposición de estas estaciones al flujo sinóptico predominante sin obstáculo alguno. La [figura 6](#), muestra mejor las comparaciones entre las distintas estaciones

Características de la distribución del viento por rumbos

Dentro de los análisis del comportamiento del viento en la región oriental, resulta fundamental el referido a su distribución por rumbos, el cual refleja en buena medida la influencia del relieve en la formación del viento local y su interacción con los patrones sinópticos predominantes. Al observar la [figura 7](#) se evidencia la influencia del Anticiclón Subtropical del Atlántico Norte sobre esta región del país, el cual impone vientos predominantes del nordeste (NE) al este (E) durante casi todo el año. En la figura solo se han representado las estaciones que no ven modificado o modifican poco su distribución por las condiciones físicas geográficas de la región y especialmente de las montañas. Sin embargo, cuando se observa la [figura 8](#), se aprecia rápidamente la influencia de las condiciones físicas geográficas sobre el flujo de viento. Las estaciones ubicadas al sur de la región oriental, aun cuando presentan rumbos predominantes del NE al E, presentan una componente de viento sur (S) de frecuencia apreciable. Este comportamiento está indicando la manifestación de la brisa de mar durante el día, la que se ve reforzada cuando el Anticiclón Subtropical del Atlántico Norte se retrae hacia el Atlántico imponiendo un flujo predominante de componente S.

Por otra parte, la estación de Pinares de Mayarí, deja ver la compleja interacción existente entre la circulación atmosférica y la topografía, que involucra una amplia gama de escalas atmosféricas que van desde la planetaria hasta la microescala. La Distribución de frecuencias del viento por rumbos perteneciente a esta estación muestra diferentes rumbos predominantes, lo cual ya había sido apreciado por otros autores ([Lecha et al., 1994](#); [Planos, 2010](#)), lo que denota la interacción entre el flujo

predominante y los diferentes vientos locales que se presentan en esta localidad, fundamentalmente brisas de valle y montaña y en menor medida la brisa de mar y tierra.

La estación de la Gran Piedra, ubicada al sur, a pesar de presentar un rumbo predominante del sur significativo, se diferencia del resto de las estaciones en el ciclo diurno ([Figura 6](#)). La brisa de mar asciende sobre las laderas de la montaña en unión de la brisa de valle que se origina durante el día provocando una disminución apreciable de los valores de rapidez media del viento resultante en la cima de la montaña ya que es contrario al flujo predominante. Durante la noche ocurre lo contrario, lo que provoca que en las horas nocturnas se alcancen valores superiores a los diurnos en esa localidad. Sin embargo esta es una característica de toda la costa sur (S) como bien había mostrado Roque ([Roque et al., 2015](#)), a partir de la información proporcionada por la Red de Torres de Referencia Meteorológica.

Comportamiento del viento en la vertical

La [figura 9](#) muestra el comportamiento del perfil vertical del viento medio en la capa superficial atmosférica sobre algunos puntos de la región oriental incluyendo las zonas montañosas. En la misma puede apreciarse que en la costa norte se obtienen los valores medios de rapidez del viento más alto de la región. Se observa además el incremento de la rapidez del viento en la montaña de Cueva Arriba, ubicada a más de 700m sobre el nivel del mar, como ejemplo de la influencia de la montaña en el perfil vertical del viento.

Como aspecto relevante cabe destacar que el mástil ubicado en la Unidad Militar (UM) y la Torre de Referencia Meteorológica de Punta Tabacal, muestran los valores más bajos tanto para la costa norte como para la costa sur, sin embargo las causas son bien diferentes. En el caso del mástil UM, su distribución de frecuencias por rumbos ilustra que los vientos predominantes son del E al sudeste (SE) ([Figura 10](#)).

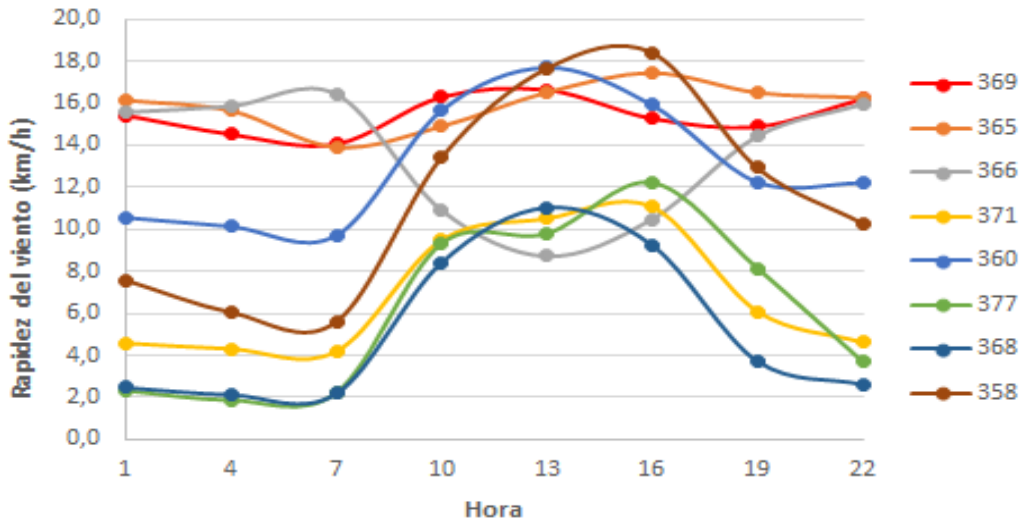


Figura 6. Comparación de la marcha diaria de la rapidez media del viento (km/h) en estaciones seleccionadas de la región oriental de Cuba. Período 1981-2010

Distribución de Frecuencia del Viento por Rumbos

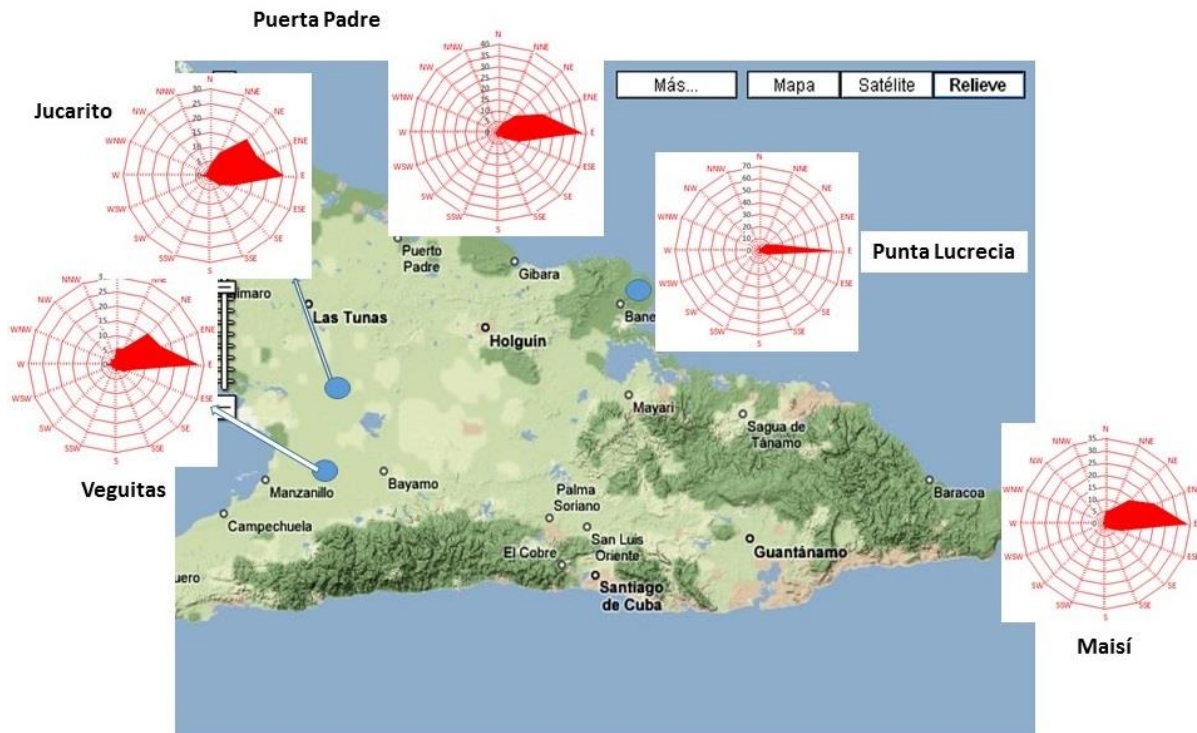


Figura 7. Distribución de frecuencias del viento por rumbos para estaciones ubicadas al norte y centro de la región oriental de Cuba, sin la influencia de las montañas. Período 1981-2010

Esta inclinación hacia el E-SE obedece a la división que sufre el flujo predominante del E en su encuentro con las alturas de Baracoa, el cual tiende a sobrepasar y rodear en su avance

hacia el oeste. Este avance lleva consigo una disminución notable de la rapidez del viento con respecto al flujo de viento obtenido en punta de Maisí.

Distribución de frecuencia por rumbos del Viento

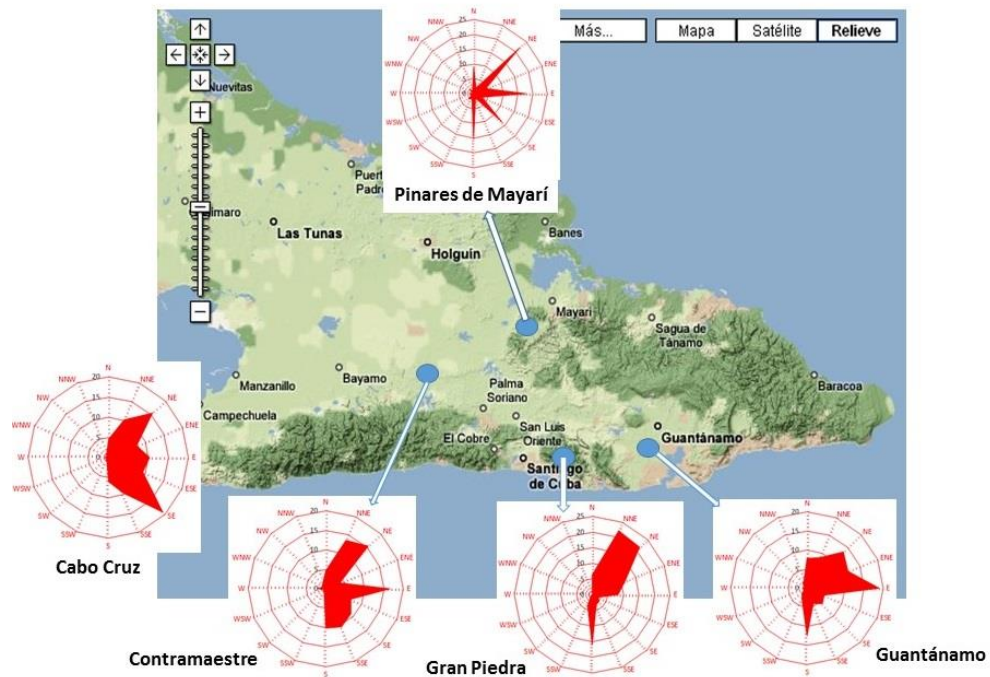


Figura 8. Distribución de frecuencias del viento por rumbos para estaciones ubicadas en la porción sur de la región oriental de Cuba. Período 1981-2010

Comportamiento del viento en la vertical.

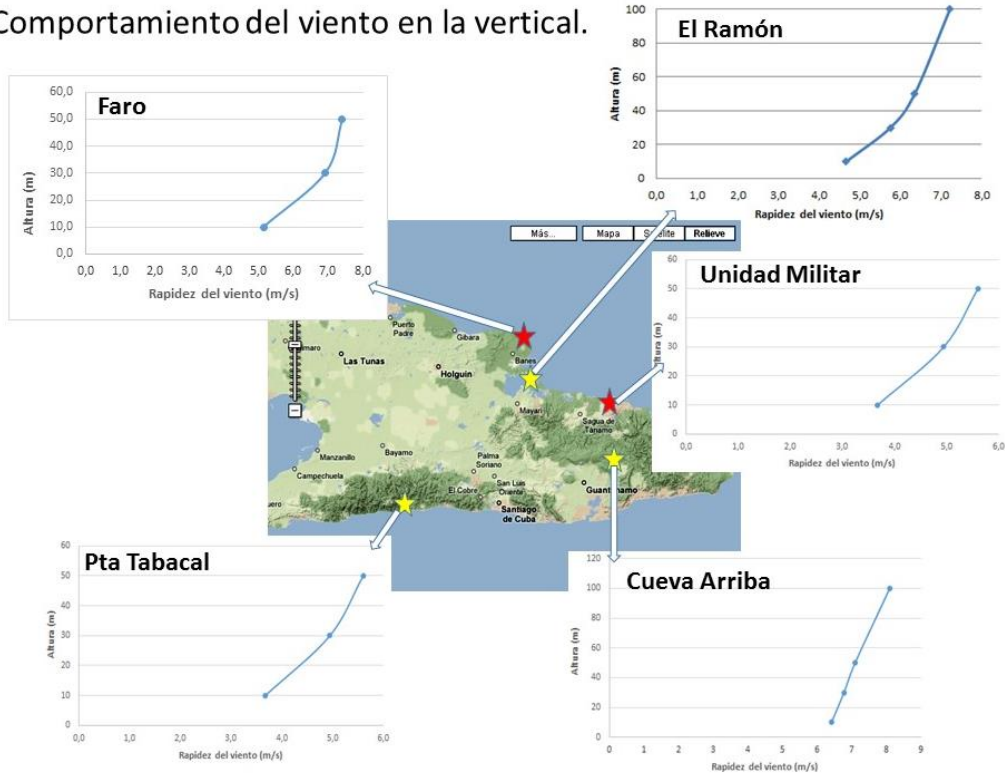


Figura 9. Perfil vertical del viento en distintas localidades de la región oriental de Cuba

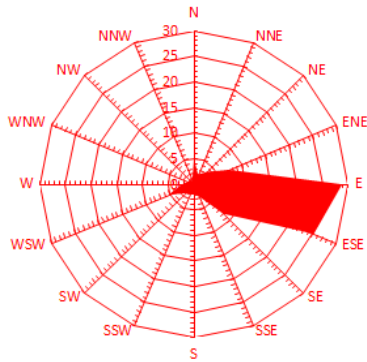


Figura 10. Distribución de frecuencias del viento por rumbos para el mástil ubicado en la Unidad Militar en la costa norte de la provincia de Holguín

Por otra parte, la torre de Punta Tabacal ubicada al sur de la Sierra Maestra, a 113m sobre el nivel del mar sufre los efectos de esta como barrera eólica, ya que provoca que lleguen a esa estación los vientos predominantes del E y NE muy debilitados. Estas barreras o pantallas eólicas fueron anunciadas por Boytel en su trabajo Geografía Eólica de Oriente (Figura 11), denotando la importancia que tienen en la ocurrencia de precipitación.

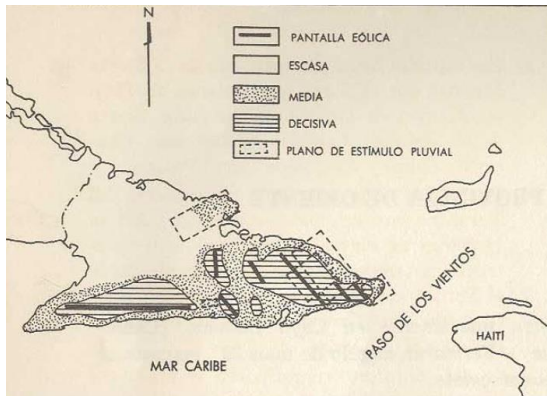


Figura 11. Ubicación de las pantallas eólicas en la región oriental, según Boytel, 1972

La figura 12 muestra la Rosa de los vientos asociadas a la Torre de Punta Tabacal, al igual que en el caso de otras estaciones meteorológicas de superficie ubicadas en la costa sur, se aprecia un rumbo secundario de componente S con una frecuencia apreciable. Esta zona donde se encuentra ubicada la torre,

también se caracteriza por la presencia de sensación de calor sofocante en horas del mediodía, a pesar de su cercanía a la costa. Esto es debido a que a los vientos débiles del lugar le acompañan altas temperaturas durante las horas de mayor insolación y valores medios de la humedad relativa entre el 65 y el 70% que se mantienen hasta los 60m de altura sobre el nivel de la estación (Figura 13).

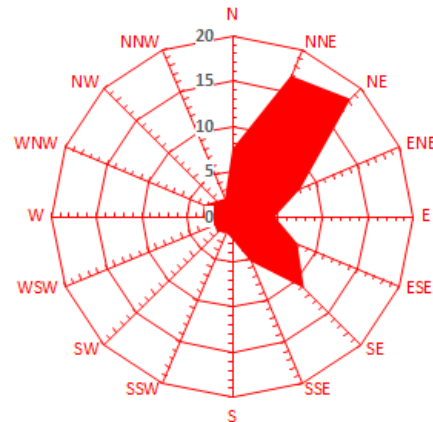


Figura 12. Ubicación de la Torre de Punta Tabacal, ubicada al sur de la Sierra Maestra y la Rosas de los Vientos asociada a ella

Llama la atención de especialistas nacionales la disminución de los valores medios de la rapidez del viento en la costa norte durante las primeras horas de la mañana. Investigaciones recientes basadas en las mediciones reportadas por la Red de Torres de Referencia Meteorologica para el programa eólico cubano, han podido concluir la influencia de las brisas en este comportamiento. Primeramente Carrasco (Carrasco et al. 2011, 2012) y

posteriormente Martínez y Roque (Martínez & Roque, 2015), demostraron que la aparición y fortalecimiento del Terral es el principal responsable de esta disminución de los valores medios de rapidez del viento en la costa norte y que este comportamiento esta en total concordancia con la desaparición de la inversión de temperatura que se formó desde la tarde noche del día anterior (Figura 14). En la la costa sur tiene un efecto totalmente inverso

al disminuir los valores medio de rapidez del viento durante el día. Algo similar ocurre para la torre de Cueva Arriba (Figura 15), donde el régimen de brisas o la presencia de vientos de valles que se originan en todo el Valle de Guantánamo asciende por las laderas de la montaña en ese lugar provocando una disminución apreciable de la magnitud de la rapidez del viento, algo que deberá probarse en futuras investigaciones

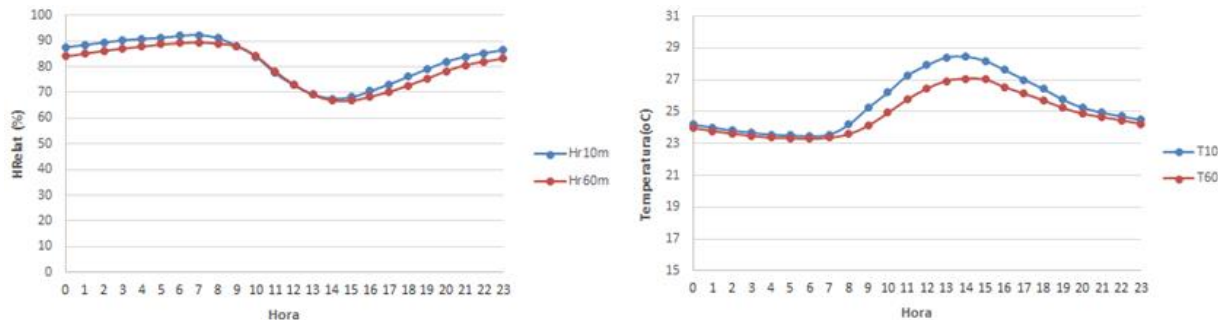


Figura 13. Marcha diaria de la humedad relativa y la temperatura en la capa superficial atmosférica, en la Torre de Punta Tabacal. Período 2007-2009

Comportamiento del viento en la vertical.

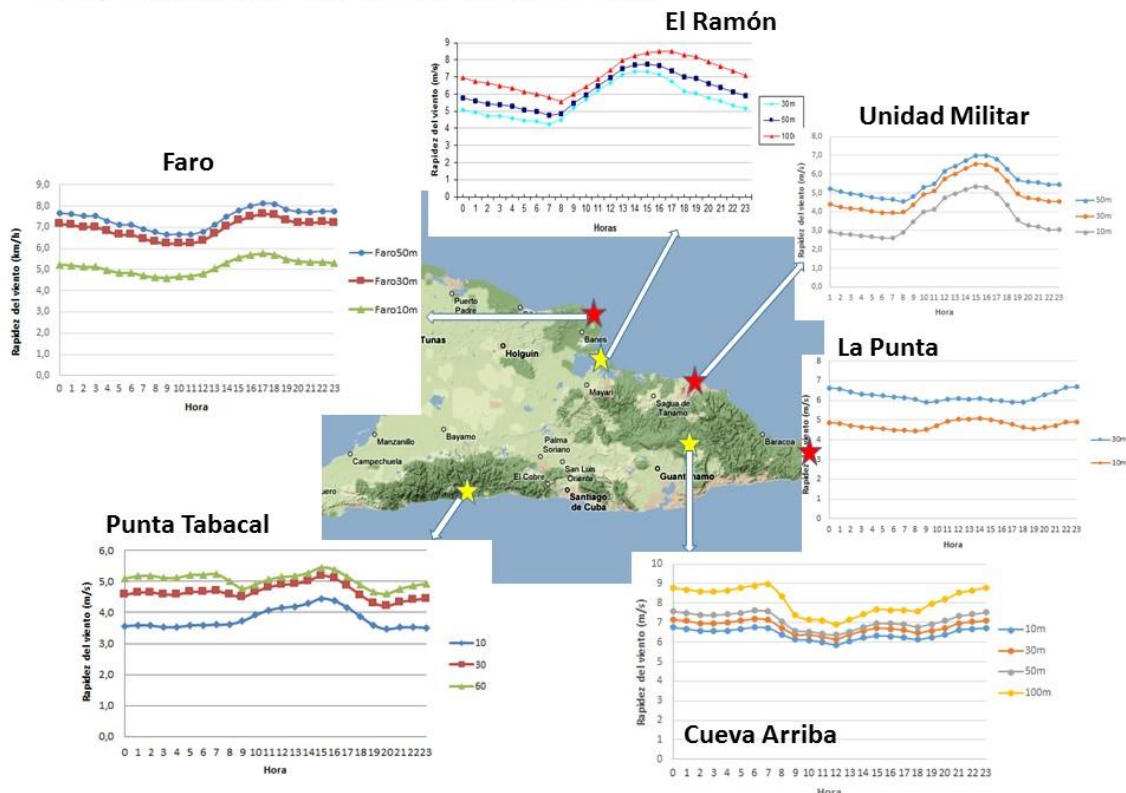


Figura 14. Marcha diaria del viento en la capa superficial atmosférica para la región oriental

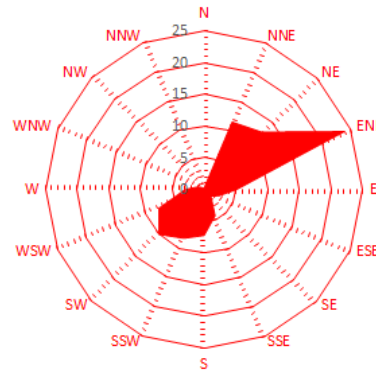


Figura 15. Distribución de frecuencias del viento por rumbos a las 13:00 hora local para la torre ubicada en Cueva Arriba a 700m sobre el nivel del mar en la provincia de Guantánamo

CONCLUSIONES

En la región de estudio se distinguen claramente varios regímenes de viento, provocados por la interacción de los vientos alisios provenientes del Anticiclón Subtropical del Atlántico Norte con la ocurrencia de vientos locales, arribándose a las siguientes conclusiones:

1. La marcha diaria muestra los valores más altos de la rapidez media del viento en los horarios del mediodía, excepto para las localidades ubicadas en la costa sur y montañosa de esa misma región, en que debido a la influencia de la brisa marina que se contrapone al flujo predominante, hace disminuir los valores medios de rapidez del viento en el horario diurno.
2. La marcha diaria de los valores medios de la rapidez del viento para las estaciones ubicadas en la costa o cerca de ella, muestra una disminución de los valores en las horas tempranas de la mañana, debido a la intensificación del terral como ya habían denotado otros autores.
3. La marcha anual presenta pocas diferencias entre las distintas regiones, excepto en la magnitud de la rapidez del viento, con máximos en el período noviembre – abril y mínimos en el período mayo – octubre, aunque este último presenta un máximo relativo en el mes de julio.. La distribución de frecuencia de los vientos muestra los

rumbos del NE al E como los más predominantes, aunque en la costa sur existen rumbos con componentes S con una presencia significativa en todas las estaciones, denotando con ello la presencia del terral.

4. El comportamiento en la capa superficial mostró particularidades vistas en estudios anteriores en lo referido a la marcha diaria que se observa en el nivel de superficie y que se profundiza por toda la capa en la costa norte y las modificaciones que sufre cuando nos desplazamos hacia el sur..
5. Se logró reunir buena cantidad de información relevante de los años 70, 80 y 90, que facilitó el análisis y comprensión de los resultados obtenidos y que servirán de base para futuras investigaciones.

RECOMENDACIONES

1. Hacer una caracterización del viento en la región más completa haciendo uso de la modelación numérica e integrando toda la información meteorológica disponible, incluyendo la información de satélite.
2. Instalar nuevas estaciones meteorológicas en zonas poco exploradas de la Sierra Maestra y el Macizo Nipe Sagua Baracoa.
3. Estudiar los fenómenos meteorológicos de interés para la región oriental, en los que el viento tiene una incidencia directa, principalmente como agente causante de grandes precipitaciones o intensas sequías,

asociados a los distintos patrones sinópticos que imperan en la región de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a la dirección y especialistas de los Centros Meteorológicos Provinciales de Guantánamo y Santiago de Cuba, por el apoyo brindado en la realización de este trabajo.

REFERENCIAS

- Barry, R. G. 2008. *Mountain Weather and Climate*, THIRD EDITION, 2008, University of Colorado, Boulder, USA, Cambridge University Press The Edinburgh Building, Cambridge CB2 8RU, UK, Published in the United States of America by Cambridge University Press, New York, Information on this title: www.cambridge.org/9780521862950, www.cambridge.org. [Consulted: July 25, 2016].
- Boytel, F., 1972. *Geografía Eólica de Oriente*. Instituto Cubano del Libro. Ediciones de Ciencia y Técnica, 19 No. 1002, 247 p.
- Carnesoltas, M. 2002a. "La brisa de Mar y Tierra. Conceptos fundamentales". *Revista Cubana de Meteorología*. Vol. 9, N° 1, 43 – 72. ISSN 1729-3790. Available: <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/340/0>.
- Carnesoltas, M. 2002b. "El Frente de la Brisa de Tierra". *Revista Cubana de Meteorología*. Vol. 9, N° 2, 83 – 89. ISSN 1729-3790.
- Carrasco, M.; Roque, A.; Sanchez, O. & Rivas, D. 2011: "Local Breeze Effects on the Wind Energy Generation in the Northern Coast of Cuba", *Wind Engineering*, volume 35, NO. 6, 2011.
- Carrasco, M.; Roque, A. & Carnesoltas, M. 2012. "Caracterización de la brisa de mar y el terral para un mejor aprovechamiento de la energía eólica". *Revista Ciencia Tierra y Espacio*, II Época, Vol. 13/ No. 2/ julio-diciembre /2012 / p.43-56 ISSN 1729-3790. Available: <http://www.iga.cu/publicaciones/revista/assets/5-energ%C3%ADae%C3%B3lica-brisasterral.pdf>.
- Fernández, A. & Pérez, Y. 2005. *Catálogo de Procesos Sinópticos del Archipiélago Cubano en el período 1979-1993*. Instituto de Meteorología, Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, 2004, 167 p, ISBN 959-02-0355-8. [Consulted: April 10, 2015]. Available: <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/download/163/113>.
- Jiménez, A.N. & Bayés, N.V. 1989. *Regiones Naturales y Antrópicas. Nuevo Atlas nacional de Cuba*. 85 p.
- Lapinel, B., 1988. *La circulación atmosférica y las características espacio temporales de las lluvias en Cuba*. Tesis en opción al grado científico de candidato a Doctor en Ciencias Geográficas. Camagüey, Cuba. 120p.
- Lecha, L. B.; Paz, L. & Lapinel, B.; 1994. *El Clima de Cuba*. Editorial Academia, La Habana, Cuba. Editor: Instituto de Meteorología, Academia de Ciencias de Cuba. 186 p. ISBN: 9590200060. Available: https://www.researchgate.net/publication/316441427_El_Clima_de_Cuba_Parte_1. [Consulted: January 21, 2015]
- Martínez, B. & Roque, A. 2015. "Disminución de la rapidez del viento en la capa superficial atmosférica. Su influencia en el aprovechamiento eólico". *Revista Cubana de Meteorología*, Vol. 21, No. 1, ene - jun. pp. 49 – 61, 2015. ISSN 1729-3790. Available: <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/download/189/130>.
- Montenegro, U.M. 1991. *Estudios de las condiciones climáticas de las cuencas de los ríos Toa y Duaba de la Provincia Guantánamo para el Informe climático solicitado para la explotación del Complejo Hidroeléctrico Toa-Duaba*. Archivo CMP Guantánamo.
- Montenegro, U. M. 1993. *Caracterización Climática de las montañas de la región*

oriental de Cuba. Archivos CMP Santiago de Cuba y Guantánamo.

Montenegro, U. M. 1989. *Procedimientos metodológicos para la investigación y caracterización del clima en las montañas de Cuba*. Archivos CMP Santiago de Cuba y Guantánamo.

Perdigón, J.; Rodríguez, G. & Roque, A. 2012. “Condiciones sinópticas más favorables para el aprovechamiento de la energía eólica en Cuba. Período poco lluvioso”. *Revista Cubana de Meteorología*, Vol. 18, No. 2, 2012. ISSN 1729-3790. Available: <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/download/19/19>.

Planos, E. 2010. *Atlas Climático de Cuba*. Informe Científico del Instituto de Meteorología. 220 p.

Roque, A.; Carrasco, M. & Reyes, P. 2015^a. “Perfil vertical del viento en la capa superficial atmosférica sobre Cuba. Aplicación al estudio del viento como fuente de energía”. *Revista Cubana de Meteorología*, Vol. 1 No.1.2015. ISSN 1729-3790. Available:

<http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/188/0>.

Roque, A.; Carrasco, M. & Reyes, P. 2015b. “Características del perfil vertical del viento en la capa superficial atmosférica sobre Cuba, atendiendo a la estratificación térmica de la atmósfera”. *Revista Ciencia Tierra y Espacio*. 2015 / julio-diciembre / Vol. 16 No. 2, ISSN 1729-3790. Available: [http://www.iga.cu/publicaciones/revista/assets/06.caracperfilviento\(2\).pdf](http://www.iga.cu/publicaciones/revista/assets/06.caracperfilviento(2).pdf).

Roque, A.; Montenegro, U.; Cruz, A. & Muñiz, L. 2017. *Particularidades del viento en la región oriental de Cuba para su aplicación al pronóstico del tiempo y la energía eólica*. Informe Científico Técnico, Instituto de Meteorología, 46 pp.

Soltura, R.; González, A.; Novo, R.; Leiva, G.; Vera, O. & Vázquez, E. 2011. “Resultados del Programa de Prospección Eólica 2005-2010. Certificación de los datos de viento y optimización de la red”. Conferencia Internacional de Energías Renovables y Eficiencia Energética (CIER). Palacio de Las Convenciones, La Habana, Cuba.

NOTA: Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo de se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)