

CARACTERIZACION DE VIENTOS EN ROSARIO, ARGENTINA, A PARTIR DE MEDICIONES 2008-2011

E. Luccini^{1,2} y J. Pomar¹

¹ Grupo de Energía Solar, Instituto de Física de Rosario (CONICET-Universidad Nacional de Rosario). Bv. 27 de Febrero 210bis, CP 2000, Rosario, Argentina. Tel. 0341-4472824 int. 30. Fax 0341-4821771. e-mail: luccini@ifir-conicet.gov.ar

² Facultad de Química e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica Argentina. Av. Pellegrini 3314, CP 2000, Rosario, Argentina.

RESUMEN: Se presenta la caracterización de los vientos de superficie en la zona costera al Río Paraná en la ciudad de Rosario, a partir de datos con periodicidad de 1 minuto obtenidos mediante una estación meteorológica automática durante el periodo 2008-2011. Se incluye el análisis de diagrama polar para la dirección e intensidad de los vientos promedio y de ráfagas. La correlación entre viento y presión atmosférica en superficie muestra un límite superior a la intensidad de viento observada en función de la presión, referencia importante para gran número de aplicaciones. Las direcciones de viento preponderantes son NE-ENE, SE y SO. Las máximas intensidades de viento se dan marcadamente desde el cuadrante SO, con velocidades medias superiores a 60 km/h y ráfagas superiores a 90 km/h. Las máximas velocidades de viento en función de la presión atmosférica muestran un pico que se ubica por debajo de la presión normal para el lugar, pero por sobre las mínimas presiones registradas para cada dirección del viento.

Palabras clave: meteorología, vientos, presión atmosférica, energía eólica, Rosario.

INTRODUCCIÓN

El viento es el resultado del desplazamiento de masas de aire por diferencias de presión en la atmósfera, siendo una de las variables determinantes en la meteorología y el clima de un lugar dado de la superficie terrestre. El viento está plenamente asociado a innumerables actividades humanas, entre ellas el transporte de contaminantes (e.g. Borrell y Borrell, 2000), como recurso de aprovechamiento energético (e.g. Mathew, 2006), variaciones en el cambio climático y como causante de catástrofes (e.g. Maloney y Forbes, 2011). Por ello, la caracterización de vientos en un sitio determinado resulta una información muy valiosa. Si bien las mediciones de parámetros meteorológicos son cada vez más amplias y extendidas en el mundo, el procesamiento de esos datos no se realiza en general sino a los fines de aplicaciones particulares.

El progresivo empeoramiento de la calidad del aire en la ciudad de Rosario (e.g. Mastrángelo, 2010) exige el conocimiento detallado de un parámetro decisivo como el viento en superficie. Fuertes temporales se han abatido con frecuencia en los últimos años en Rosario y su región (e.g. Moyano, 2010; Rainone, 2009; Corsalini D, 2009). Recientemente, la provincia de Santa Fe evaluó la posibilidad de generar energía eólica en la región, recibiendo positivas adhesiones (e.g. Bertinat, 2012).

En este trabajo presentamos una caracterización inicial de vientos a partir de datos registrados durante 4 años en un sitio de la ciudad de Rosario, Argentina, mediante una estación meteorológica automática, analizando sus posibles consecuencias y utilidades, así como su nivel de relación con otros parámetros medidos localmente, comenzando primariamente con la presión atmosférica.

MEDICIONES

Las mediciones de dirección e intensidad del viento y presión atmosférica se realizaron en el Observatorio y Planetario Municipal de la ciudad de Rosario de manera continua durante el periodo 01/01/2008 - 31/12/2011 mediante veleta, anemómetro y barómetro de una estación meteorológica automática Davis Vantage Pro2 instalada durante el año 2007, que recientemente recibió servicios de mantenimiento y calibración, en abril de 2012. Como se observa en la figura 1, en zonas urbanas razones prácticas obligan a instalar el equipamiento meteorológico en sitios lo más aproximados posibles a los estándares recomendables, en este caso la terraza del Observatorio con un horizonte amplio y despejado. Es necesario destacar que las eventuales turbulencias ocasionadas por el relieve geográfico, árboles y construcciones del entorno pueden hasta cierto punto perturbar las mediciones de viento, particularmente las ráfagas. Sin embargo, la importante extensión de la base de datos asegura que tales fluctuaciones tienen un efecto estadísticamente mínimo. Los datos promedio fueron adquiridos con frecuencia de 1 minuto, a partir de muestreos instantáneos cada 2.5 segundos de los que se obtienen además la dirección e intensidad de las ráfagas de viento, totalizando 2.102.400 promedios minutales y ráfagas obtenidas a partir de 50.457.600 lecturas instantáneas.



Figura 1: Vista panorámica del sitio de instalación de la estación meteorológica Davis cuyos datos son empleados para este trabajo, en el Observatorio y Planetario Municipal de la ciudad de Rosario (Izquierda). Vista ampliada de anemómetro y veleta (Derecha).

RESULTADOS

La figura 2 muestra el diagrama de rosa de los vientos, obtenido a partir de los promedios minutales de la dirección del viento. Se observan tres direcciones predominantes: el cuadrante NE corresponde a los periodos de prevalencia de centros de alta presión en el Norte que ocasionan aumento de temperaturas y humedad en la región, con las direcciones NE-ENE sumando más del 30% del total de casos, mientras que los cuadrantes SE y SO corresponden a la aproximación de centros de alta presión desde el S-SO que ocasionan descensos de temperatura e inestabilidad en forma de lluvias y temporales. Por lo contrario, el cuadrante NO presenta menos del 5% de los casos totales de viento de superficie en la región.

La figura 3 muestra el diagrama polar para la intensidad máxima promedio minutil de los vientos y la intensidad máxima de ráfagas de los vientos en la región de Rosario. Se observa una marcada predominancia de la diagonal SO-NE, con las máximas intensidades desde la dirección SO alcanzando promedios minutales superiores a los 60 km/h y ráfagas superiores a 90 km/h, lo cual es consecuencia de la predominancia de esa diagonal en la trayectoria de los centros de alta presión que atraviesan el territorio, y las mayores intensidades desde el SO reflejan el encuentro de frentes fríos provenientes desde el SO con condiciones locales de inestabilidad cálida y húmeda, que desencadenan fuertes temporales en la región. Tales valores de intensidad de vientos corresponden en la escala Beaufort al nivel 8 (60 km/h, Temporal) para promedios minutales y al nivel 10 (90 km/h, Temporal muy fuerte) para las ráfagas de viento (Servicio Meteorológico Nacional, <http://www.smn.gov.ar/?mod=biblioteca&id=14>).

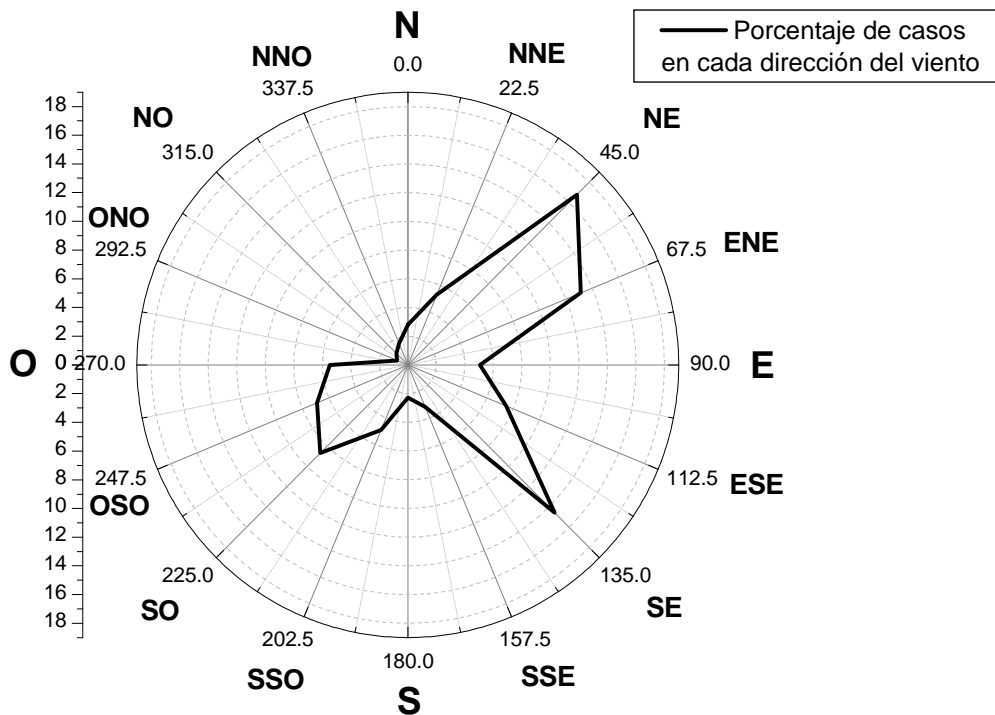


Figura 2: Diagrama porcentual de rosa de los vientos en la región de Rosario, obtenido a partir de promedios minutales de la dirección del viento durante el periodo 2008-2011.

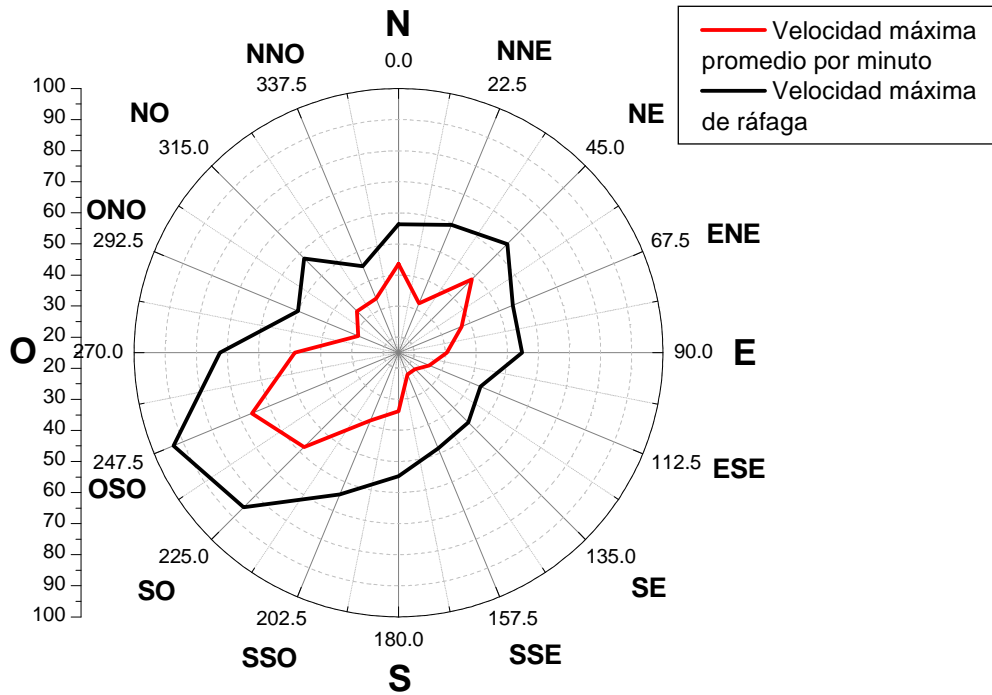


Figura 3: Diagrama polar de la intensidad del viento en la región de Rosario, obtenido a partir de los máximos promedios minutales de la intensidad del viento (líneas rojas) y de las máximas ráfagas de intensidad del viento (líneas negras) durante el periodo 2008-2011.

Un interesante comportamiento se observa en las gráficas de máximas intensidades de viento en función de la presión atmosférica en superficie, extraídas en la figura 4 en intervalos de 5 hPa para cada dirección cardinal, tanto para los máximos promedios minutales de intensidad de viento como para las máximas ráfagas de viento. Ambas gráficas indican una máxima intensidad de viento decreciente hacia presiones más altas, como es de esperarse dado que tales situaciones corresponden a centros estables de alta presión. A su vez, hacia presiones menores que la normal para el sitio (~1010,25 hPa) se observa un pico de velocidades máximas hacia 997 hPa y un nuevo decrecimiento hacia presiones menores. Esto podría explicarse dado que condiciones de muy baja presión usualmente preceden a fuertes temporales, que se evidencian en vientos intensos cuando la presión ha comenzado a ascender nuevamente (la conocida frase “la calma que precede a la tempestad”). Como se mencionó, en ambas gráficas los datos fueron extraídos de una base de 4 años de mediciones implicando más de 2 millones de datos minutales y más de 50 millones de lecturas instantáneas. Por lo tanto, exceptuando fenómenos catastróficos de índole localizada como los tornados en los que tales intensidades de viento son superadas ampliamente, esto permite considerar que curvas envolventes a los puntos de la figura 4 representan los toques de velocidades máximas tanto de promedios minutales como de ráfagas en función de la presión atmosférica en la región. A modo de referencia, se estiman toques de velocidades máximas de promedios minutales de intensidad de viento del orden de 50 km/h para 990 hPa, 70 km/h para 1000 hPa y 10 km/h para 1040 hPa, mientras que ráfagas tope de viento del orden de 70 km/h para 990 hPa, 95 km/h para 1000 hPa y 15 km/h para 1040 hPa, que se pueden considerar máximos representativos de condiciones estándares para la región. Desde luego, la definición precisa de la envolvente requiere aun de más mediciones, las cuales se siguen actualmente realizando.

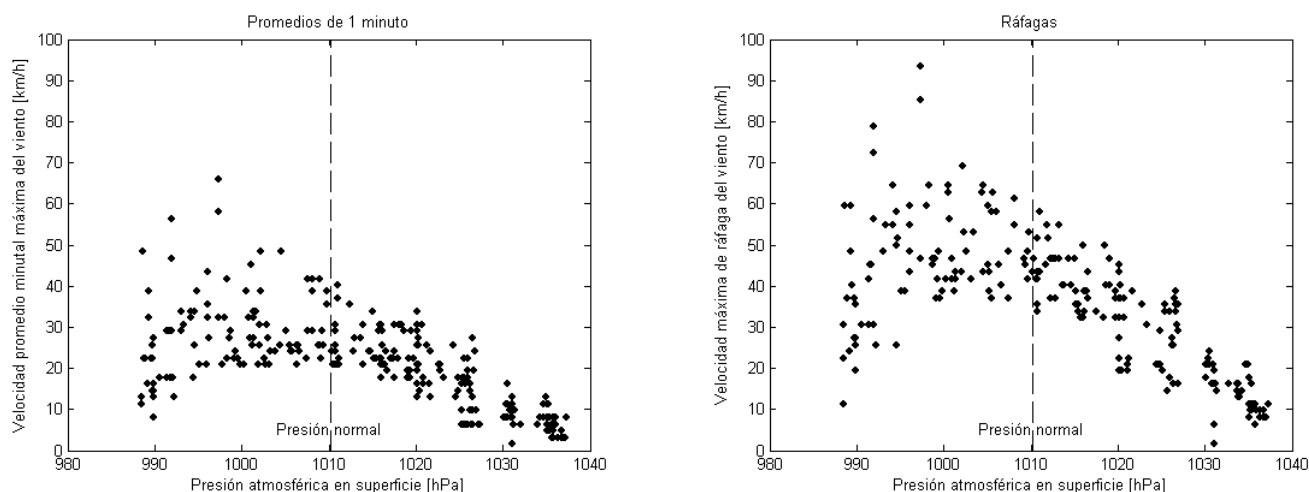


Figura 4: Máximos promedios minutales de la intensidad del viento (Izquierda) y máximas intensidades de ráfaga sobre lecturas instantáneas cada 2.5 segundos (Derecha) en función de la presión atmosférica en superficie durante el periodo 2008-2011, extraídas en intervalos de 5 hPa para cada dirección cardinal. La línea vertical de trazos indica la presión atmosférica normal en superficie para el sitio de medición (1010,25 hPa).

CONCLUSIONES

Se ha presentado un análisis de vientos a partir de 4 años de mediciones minutales en la ciudad de Rosario, Argentina, que incluye la caracterización cardinal de direcciones e intensidades, así como la relación entre intensidades máximas de viento en función de la presión atmosférica local, que muestra un límite empírico para las máximas intensidades observables bajo condiciones estándares en la región. Si bien es un trabajo en desarrollo, los resultados iniciales estimulan su extensión dado que las connotaciones prácticas y aplicaciones son muy amplias, desde la prevención de temporales hasta el aprovechamiento de la energía eólica. Nuevos desafíos en el tema incluyen la continuidad de la base de datos por más años para detallar las correlaciones encontradas, así como la interrelación de los datos de viento con otros parámetros meteorológicos medidos simultáneamente.

Agradecimientos. Los autores agradecen especialmente al Dr. Rubén Piacentini (IFIR/CONICET-UNR) por la provisión del equipamiento empleado para el desarrollo de este trabajo y por su respaldo para la realización de estas investigaciones.

REFERENCIAS

- Bertinat P. (2012). La energía eólica es factible pero hacen falta políticas. (<http://www.rosario3.com/noticias/noticias.aspx?idNot=112155>).
- Borrell P. M. y Borrell P. (2000). Transport and chemical transformation of pollutants in the troposphere: an overview of the work of EUROTRAC. 496 pp., Springer-Verlag Berlin.
- Corsalini D. (2009). Con 170 viviendas destruidas, Pérez fue la más castigada de la región. Diario La Capital, Rosario. (http://www.lacapital.com.ar/ed_impresa/2009/2/edicion_106/contenidos/noticia_5191.html).
- Maloney S.K. y Forbes C. F. (2011). What effect will a few degrees of climate change have on human heat balance? Implications for human activity. *Int J Biometeorology* 55, 2, 147-160, DOI: 10.1007/s00484-010-0320-6.
- Mastrángelo D. (2010). La calidad del aire que se respira en la zona céntrica está empeorando. Diario La Capital, Rosario. (http://www.lacapital.com.ar/contenidos/2010/08/09/noticia_0004.html).
- Mathew S. (2006). *Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics*. 258 pp. Springer-Verlag Berlin.
- Moyano A. (2010). Localidades de la zona intentan recuperarse tras la fuerte tormenta. Diario La Capital, Rosario. (<http://www.lacapital.com.ar/la-region/Localidades-de-la-zona-intentan-recuperarse-tras-la-fuerte-tormenta--20100205-0013.html>).
- Rainone R. (2009). La tormenta pasó por Rosario y derribó cerca de cincuenta árboles. Diario La Capital, Rosario. (<http://www.lacapital.com.ar/la-ciudad/La-tormenta-pasoacute-por-Rosario-y-derriboacute-cerca-de-cincuenta-aacuterboles-20091011-0006.html>).

ABSTRACT: Surface wind characterization in the coastal zone to the Paraná River of Rosario city is presented, based on 1-minute averaged data obtained by means of a Davis automatic weather station during the period 2008-2011. The polar diagrams for the wind direction, maximum average intensity and maximum wind gusts are analyzed. A correlation between wind intensity and surface atmospheric pressure shows an upper limit for the observed maximum wind intensity as a function of the atmospheric pressure, an important reference for many applications. Predominant wind directions at the place are NE-ENE, SE and SW. Maximum wind intensities are observed primarily from SW, with average speeds ranging 60 km/h and wind gusts over 90 km/h. Maximum wind intensities as a function of the atmospheric pressure show a peak below the normal atmospheric pressure at the place, but above the minimum atmospheric pressures registered for each wind direction.

Keywords: meteorology, wind, atmospheric pressure, wind energy, Rosario.