

## PERSISTENCIA DE VIENTOS SUPERFICIALES DEL CUADRANTE ESTE EN ESTACIONES COSTERAS DE LA PATAGONIA

### PERSISTENCE OF SURFACE WINDS FROM EASTERN QUADRANT IN COASTAL STATIONS OF PATAGONIA

Martin, P<sup>1,2,3(\*)</sup>; Serio, L<sup>4</sup>, Pescio, A<sup>1,3</sup> y Dragani, W<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup> Servicio de Hidrografía Naval. Av Montes de Oca 2124, C1207ABV. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>2</sup> Departamento Ciencias de la Atmósfera y los Océanos, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. Intendente Guiraldes 2160, C1428EGA, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>3</sup> CONICET, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Av. Rivadavia 1917, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

<sup>4</sup> Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas, Facultad de Agronomía, UBA. Av. San Martín 4453, C1417DSE, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.

(\*) E-mail: [pmartin@hidro.gov.ar](mailto:pmartin@hidro.gov.ar)

#### RESUMEN

La explotación y el transporte de petróleo son actividades muy importantes para el desarrollo económico de la sociedad industrial moderna. Sin embargo, estas actividades exponen a las costas patagónicas a riesgos de sufrir contaminación por hidrocarburos. En caso de ocurrir algún derrame de petróleo en el mar, el viento actúa como agente de dispersión y advección, por lo que conocer las características de la deriva del derrame bajo las condiciones específicas de viento permite adoptar medidas para reducir sus impactos. El objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento general del viento en localidades costeras de la región Patagónica y, en particular, las situaciones de persistencia de vientos con componente Este. Se utilizaron 23 años de datos horarios de intensidad y dirección del viento del período 1991-2013, de 6 estaciones meteorológicas ubicadas en la zona costera de la región Patagónica.

Si bien las direcciones con componente Este suelen ser las menos frecuentes en la región (menores al 25%), constituyen los casos más importantes para este estudio. Debido a esto, se realizó el análisis de la persistencia de la dirección del viento a fin de poder determinar la cantidad de horas consecutivas en que éstos soplan de la misma dirección, poniendo especial énfasis en los vientos con componente Este. En las 6 localidades se encontraron casos de al menos 80 horas consecutivas de viento proveniente desde esas direcciones. El caso más extenso se prolongó por 9 días. Para los casos de mayor persistencia en cada estación meteorológica, se identificó el momento de ocurrencia de la mayor intensidad de viento y se analizó la situación sinóptica asociada. Se concluye que las regiones estudiadas están sujetas a la posibilidad de ocurrencia de eventos sinópticos en los cuales el viento puede soplar persistentemente hacia tierra, con intensidades de moderadas a fuerte, durante períodos que pueden superar los 5 días de duración. Dichos eventos son los más indeseables desde el punto de vista de la contaminación costera y deberían ser considerados para el diseño de planes de contingencia.

**Palabras clave:** Patagonia, viento, persistencia, contaminación, petróleo.

#### ABSTRACT

The exploitation and transport of oil are very important activities contributing to the economic development of modern industrial society. However, these activities expose the Patagonian coast at risk of suffering oil pollution. If any oil spill occurs at sea, the wind acts as a dispersing and advection agent, so knowing the characteristics of the spill drift under specific wind conditions allows take action to reduce their impact. The aim of this paper is to study

the general behavior of winds in coastal towns of Patagonia region, and particularly, the situations of persistent winds with East component. Twenty-three years (1991-2013) of hourly wind direction and velocity data from 6 coastal locations were used.

While the directions from the East tend to be less frequent in the region (less than 25%), they are the most important for this study. Because of this, the analysis of the persistence of wind direction, in order to determine the number of consecutive hours that they are blowing in the same direction, put special emphasis on winds with Easterly component. All locations have cases of at least 80 consecutive hours of wind coming from those directions. The longest case lasted 9 days. For more persistent cases of each weather station, the time of occurrence of the most intense wind was identified and the related synoptic situation was analyzed. We conclude that the studied region is subject to the possibility of occurrence of synoptic events where the wind can blow persistently onshore, with moderate to strong speeds, during periods which may exceed 5 days. These events are the most undesirable from coastal pollution and should be especially considered for designing contingency plans.

**Key words:** Patagonia, wind, persistence, pollution, oil.

## INTRODUCCIÓN

El clima de la región patagónica argentina se caracteriza por la extrema sequedad del aire, debido a la escasez de precipitaciones y a la excesiva evapotranspiración potencial como consecuencia de los intensos vientos (Prohaska, 1976). Las direcciones prevalecientes son del cuadrante Oeste (desde el sudoeste al noroeste) que suman alrededor del 60% del tiempo y en algunos lugares mucho más (Barros et al., 1997). La velocidad media anual del viento es máxima entre 47° y 49° S, donde supera los 10 m/s. La zona de Comodoro Rivadavia también presenta fuertes vientos medios superiores a 9 m/s (Barros, 1983). Los vientos disminuyen hacia el Norte, pero aún en el Sur de la Provincia de Buenos Aires y La Pampa son todavía intensos. En general, en las regiones con relieve el viento es mayor a nivel local en las zonas más altas, así como en los pasos orientados en las direcciones más frecuentes del viento. Sin embargo, en escala regional la zona cordillera presenta vientos menos intensos que la meseta y la región costera.

En general, los estudios sobre el viento en la región patagónica han estado orientados hacia su explotación como recurso energético (Barros, 1983; Labraga, 1994; Barros et al., 1997; Otero et al., 2012a, 2012b). Sin embargo, los vientos están también relacionados tanto con la erosión eólica como con el transporte eólico de sedimentos. Además, actúa como agente de dispersión y advección en caso de ocurrir algún derrame de petróleo en el mar. En este último caso, conocer las características de la deriva del derrame bajo las condiciones específicas de viento y de corriente de la superficie marina permite adoptar medidas para reducir sus impactos.

La producción de petróleo en Argentina comenzó en 1907 con el descubrimiento de importantes yacimientos en Comodoro Rivadavia. Sin dudas dicha actividad es de gran importancia para la economía, impactando en la producción industrial y agrícola, en el consumo popular, entre otros sectores; de ahí que se tome a este recurso natural como insumo estratégico. En concordancia con esto, el Estado argentino ha puesto en marcha un proyecto de investigaciones científicas en el Mar Argentino, denominado Pampa Azul, cuyo objetivo es contribuir a profundizar el conocimiento científico acerca de los mecanismos que controlan las condiciones ambientales locales y su impacto sobre la producción y diversidad biológica.

Los ecosistemas acuáticos costeros son considerados como los ecosistemas más productivos del mundo (Day et al., 1989; Costanza et al., 1993; Barbier et al., 1996), desarrollándose en ellos procesos biogeoquímicos importantes para muchas especies de plantas y animales. La alta productividad de las aguas de la región Patagónica lleva aparejada la concentración de distintas especies de peces, tiburones y rayas, e importantes colonias de aves marinas costeras y mamíferos marinos. Constituyen, además, sitios de relevancia internacional para el descanso y alimentación de aves migratorias (Botto et al. 1998, 2000); sus bancos submareales de moluscos conforman el principal recurso trófico de aves playeras migratorias (Bala et al., 2006). En esta región también existen importantes zonas de reproducción y de cría de peces, crustáceos y moluscos, sustentando uno de los ecosistemas marinos templados más ricos y productivos del mundo (Esteves et al., 2000; Vázquez, 2004).

Por otra parte, la zona costera, al estar en contacto con centros urbanos, posee una gran importancia socio-económica, ya que alberga puertos comerciales y deportivos, áreas recreativas, canales de navegación, etc.

La explotación y el transporte de petróleo son actividades muy importantes para el desarrollo económico de la sociedad industrial moderna. Sin embargo, estas actividades traen aparejados riesgos por derrames accidentales que pueden afectar directamente al ecosistema marino y al costero en particular. Las costas patagónicas están particularmente expuestas a la contaminación por hidrocarburos por la presencia en el mar de plataformas de explotación off-shore, boyas de carga y descarga y un activo transporte de petróleo, por constituir la ruta entre los puertos patagónicos y los sitios de procesamiento ubicados más al Norte (Bahía Blanca, La Plata y Buenos Aires) (Numerosky, 2004; Petrotecnia, 2004; Verini, 2004). La producción, carga, descarga y transporte de petróleo y sus derivados en zonas costeras y offshore generan fugas o derrames crónicos de hidrocarburos. Estos están asociados, entre otros, a: a) transporte desde la parte continental por ríos, arroyos, aguas de lluvia, drenajes

naturales y otros cursos de agua que arrastran hidrocarburos, b) descargas desde instalaciones industriales y urbanas costeras, c) derrames por accidentes de buques no tanqueros, d) descargas operacionales de buques, relacionadas con el consumo de productos de petróleo y operaciones de las flotas navieras (comercio internacional, producción pesquera y turística), y e) descargas de combustibles desde aviones.

Los incidentes en actividades de explotación "costa afuera" son poco frecuentes, siendo el riesgo menor en la fase de producción que durante la de explotación. No obstante esto no implica que se deban descuidar los controles ya que un incidente, por mínimo que sea, puede comprometer la conservación de zonas muy valiosas ecológicamente. Por lo tanto, es necesario estar preparados ante los potenciales riesgos que genera la actividad petrolera. No sólo por la posibilidad de grandes derrames accidentales, sino también por la contaminación crónica. Esto plantea una situación de conflictos ecológico-distributivos a escala territorial, que requieren de una urgente planificación atendiendo a los distintos intereses, elaborando estrategias que aseguren la continuidad de la viabilidad de los ambientes, contemplando alternativas que integren la necesidad del hombre con la capacidad que tiene la naturaleza para satisfacerlos.

Algunos procesos físico-químicos, tales como evaporación, dilución etc., facilitan la desaparición de la mancha, mientras que otros la dificultan. Generalmente, todos estos procesos ocurren, aunque en distinta proporción y en distintos tiempos. Esto depende, en gran medida, de variables como el tipo de hidrocarburo, su densidad, el volumen derramado, la temperatura (atmosférica y del agua), las corrientes y el viento. En consecuencia, en este trabajo se analizan las situaciones que podrían acercar un hipotético derrame de hidrocarburo desde la ruta del petróleo hasta la costa sin profundizar los procesos costeros particulares que podrían intensificar o enlentecer la deriva como, por ejemplo, las corrientes asociadas a surgencias, "downwelling" o a la no linealidad del oleaje. Es por este motivo, que el objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento general del viento en localidades costeras de la región Patagónica y, en particular, las situaciones de persistencia de vientos desde el mar hacia el continente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 23 años de datos horarios de intensidad y dirección del viento del período 1991-2013, de 6 estaciones pertenecientes al Servicio Meteorológico Nacional (SMN) ubicadas en la zona costera de la región Patagónica. En la Tabla 1 se presenta el listado de las estaciones utilizadas con sus correspondientes coordenadas y en la Figura 1 el mapa con las 6 estaciones meteorológicas mencionadas en la Tabla 1.

Con el fin de obtener las características generales del viento en la zona, a partir de los datos horarios de cada estación meteorológica se confeccionaron las correspondientes rosas de viento de 16 direcciones.

Si bien las direcciones con componente Este suelen ser las menos frecuentes en la región, adquieren gran importancia ante el hipotético caso de tener que afrontar un derrame de petróleo en las proximidades de la costa o mar adentro y, por lo tanto, constituyen los casos más importantes para este estudio. Debido a esto, se realizó el análisis de la persistencia de la dirección del viento a fin de poder determinar la cantidad de horas consecutivas en que éstos soplan de la misma dirección, poniendo especial énfasis en los vientos con componente Este.

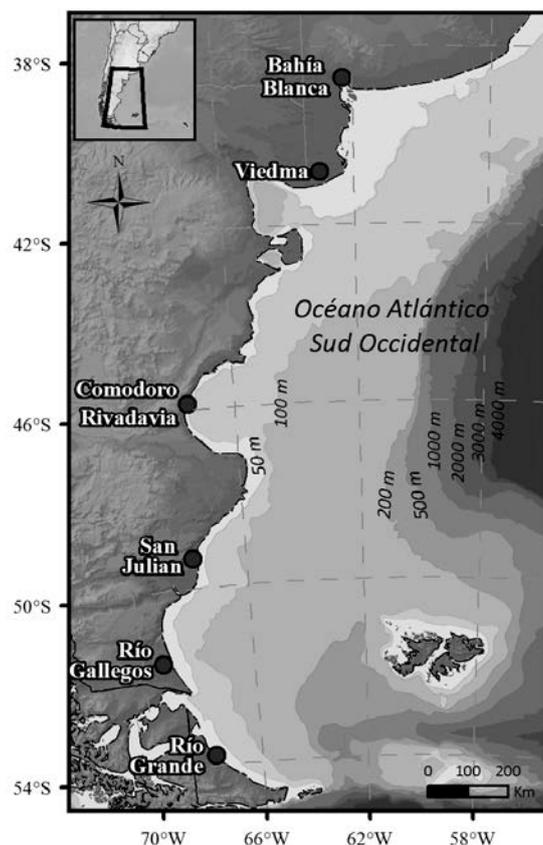
Estación	Latitud (°)	Longitud (°)	Altura (m)
Bahía Blanca	-38,7	-62,2	83
Viedma	-40,5	-63,0	7
Comodoro Rivadavia	-45,8	-67,5	46
San Julián	-49,3	-67,8	62
Río Gallegos	-51,6	-69,3	19
Río Grande	-53,5	-67,5	22

**Tabla 1:** Ubicación de las Estaciones Meteorológicas analizadas.

**Table 1.** Location of the meteorological stations analyzed.

Para ello, se identificaron todos los "casos de  $n$  horas", donde  $n \geq 2$  es el "período de persistencia" o cantidad de horas consecutivas en la que la dirección del viento se mantiene desde el mismo sector. En particular, se consideraron los casos de  $n$  horas de viento con componente Este, es decir, del sector comprendido entre el NNE y el SSE. Para este trabajo sólo se tuvieron en cuenta los casos con  $n > 24$  h.

Finalmente, se procedió a realizar un análisis cualitativo y preliminar de las situaciones sinópticas asociadas a los eventos de mayor persistencia de viento con componente Este, en cada una de las seis estaciones meteorológicas cuyos datos se utilizaron para este estudio. Los mapas fueron trazados utilizando el sistema "on-line" NCEP-DOE Reanalysis 2 (Kanamitsu et al., 2002; ESRL, 2014).



**Figura 1.** Mapa indicando la ubicación de las estaciones meteorológicas analizadas.

**Figure 1.** Map showing the location of weather stations.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 2 se presentan las rosas de viento horarias para cada una de las estaciones meteorológicas que conforman el área de estudio. En las 6 estaciones meteorológicas se observa que las direcciones con componente Oeste (W) son las más frecuentes, comportamiento típico de la circulación atmosférica de la región patagónica. (Prohaska, 1976; Barros, 1983). En las localidades ubicadas más al norte (Bahía Blanca y Viedma) la dirección de viento preponderante es del NW, con frecuencia de 25% y 15% respectivamente. En Comodoro Rivadavia la dirección más frecuente es del W (29%), pero si a ésta se le agregan las direcciones contiguas (WNW y WSW) totalizan entre las tres direcciones el 57% de los casos. En San Julián también los vientos del W son los más frecuentes (18%), pero también es importante la frecuencia del SW (15%) y del WSW (12%). Entre las tres direcciones suman el 45% de la frecuencia. En Río Gallegos las mayores frecuencias son del WSW (21%) y del W (18%). Finalmente, en Río Grande hay una mayor variabilidad en la dirección del viento, pero siempre con predominio del sector oeste, ya que en el cuadrante que va desde el SW hasta el NW todas las direcciones tienen frecuencias entre el 10 y el 17% y entre todas suman el 70% de los casos.

En este trabajo se analizan situaciones de viento soplando persistentemente con componente del E (estrictamente, con direcciones comprendidas entre el NNE y el SSE). En zonas costeras y dependiendo de la orientación de la línea de costa, vientos persistentes con dirección predominante NE podrían generar un sistema de circulación vertical que provocaría surgencia cerca de la costa y el consecuente transporte de masa en la capa superficial con dirección hacia el mar. En contraposición, vientos del SW forzarían un patrón de circulación vertical opuesto al anterior ("downwelling") con el consecuente transporte de masa superficial hacia la costa. Cabe destacar que estos efectos están confinados a una franja costera de no más de unas pocas decenas de kilómetros de ancho en donde dicho mecanismo de transporte compite con el transporte no lineal de olas que, en general, es coincidente con la dirección de viento y, por lo tanto, reforzaría el transporte de masa forzado directamente por el viento (Matano and Palma, 2008).

Como se observa en la Figura 2, los vientos con componente del Este tienen muy bajas frecuencias: sólo 15% en las localidades ubicadas más al sur (Río Grande y Río Gallegos), entre 18 y 20% en la zona central (Comodoro Rivadavia y San Julián) y entre 22 y 25% en las del norte (Bahía Blanca y Viedma). A pesar de ello, cuando se

analizó la persistencia en la dirección del viento, en las 6 localidades se encontraron casos de al menos 80 horas consecutivas de viento proveniente desde esas direcciones (Tabla 2).

En la Tabla 2 están sintetizados algunos resultados del análisis de persistencia para los vientos con componente Este: frecuencia anual de casos con  $n > 24$  h y  $n$  máximo registrado durante el período de estudio, con fecha de inicio y fin. En el caso particular de Bahía Blanca, por su ubicación geográfica, sólo se tuvieron en cuenta las direcciones comprendidas entre el E y el SSE. La mayor cantidad de casos (casi 10 por año) se registró en Viedma, donde además se registró el caso más extenso de 9 días, durante diciembre de 1996. Las menores frecuencias se obtuvieron en Comodoro Rivadavia y San Julián, con 3 casos por año.

En la Figura 3 se presenta la distribución de frecuencia de cantidad de casos de persistencia con  $n > 24$  h, registrados en cada una de las estaciones meteorológicas. Entre el 75 y el 90 % de los casos tuvo una duración inferior a las 48 h. Viedma y Río Gallegos fueron las estaciones donde se registraron las mayores frecuencias de casos de más de 48 h de persistencia de vientos con componente Este (45 y 38 casos, respectivamente, en 23 años).

Estación	Frecuencia (casos/año)	Mayor período con persistencia		
		Duración (h)	Inicio	Fin
Bahía Blanca	4,8	116	11/09/2007	16/09/2007
Viedma	9,5	205	3/12/1996	12/12/1996
C. Rivadavia	2,9	98	20/04/1998	25/04/1998
San Julián	3,1	82	12/06/1997	15/06/1997
Río Gallegos	6,6	142	20/09/2006	26/09/2006
Río Grande	4,8	138	20/01/2007	25/01/2007

**Tabla 2.** Frecuencia de casos de viento con componente Este y persistencia mayor a 24 h (columna 2) y evento de mayor duración registrado en cada estación (columnas 3-5). Se consideraron las direcciones entre el NNE y el SSE, excepto en Bahía Blanca donde se consideró entre el E y el SSE.

**Table 2.** Wind Frequency of cases with East component and persistence greater than 24 hours (column 2) and longer event registered at each station (columns 3-5). Directions between NNW and SSE were considered, except in Bahia Blanca where E and SE were considered.

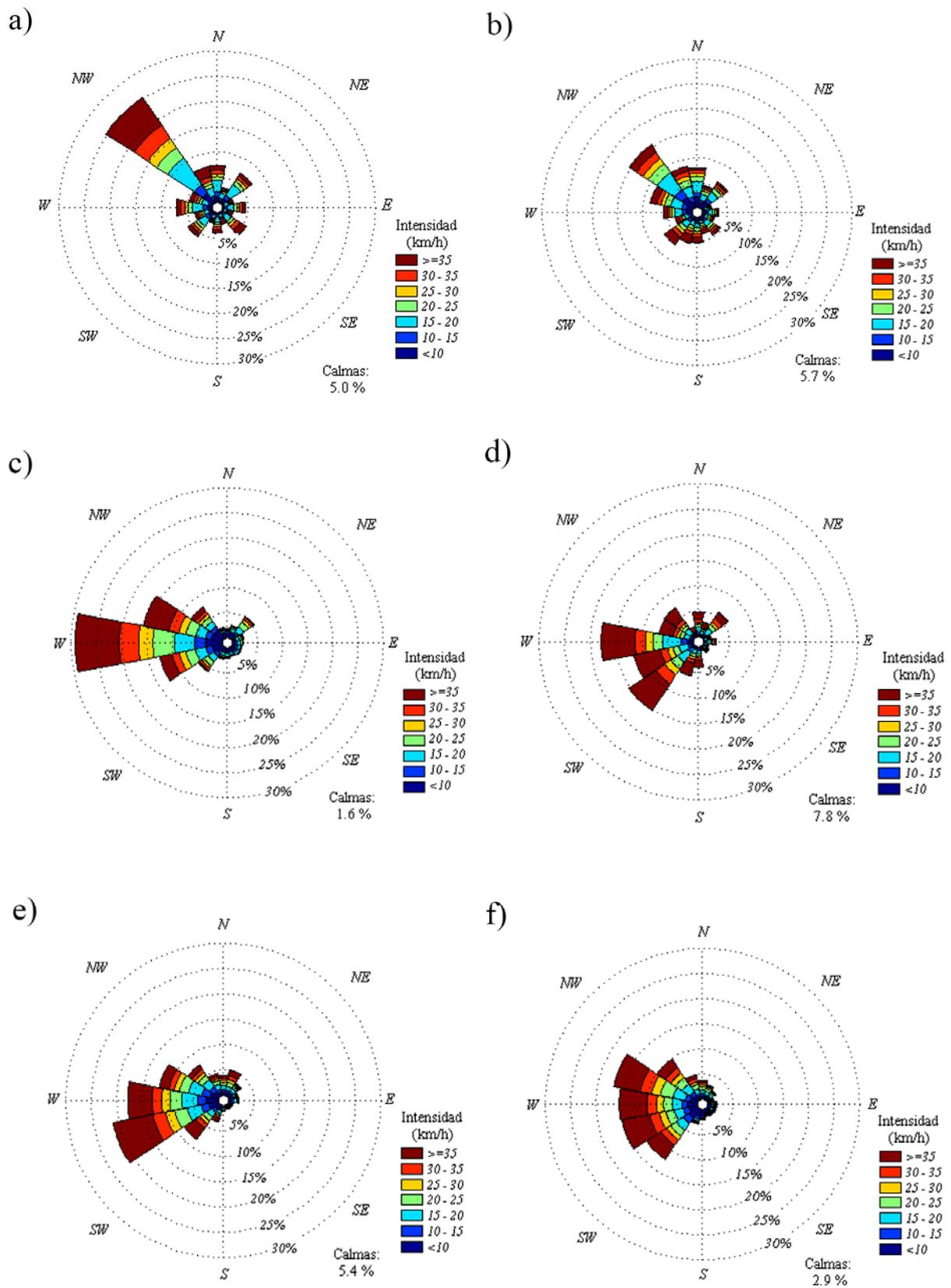
Para los casos de mayor persistencia en cada estación meteorológica, indicados en la Tabla 2, se identificó el momento de ocurrencia de la mayor intensidad de viento. En las Figuras 4 y 5 se presentan los mapas de presión en hectopascales reducida a nivel del mar para cada una de esas situaciones.

Para el caso de Bahía Blanca, el evento de mayor duración se produjo entre el 11 y el 16 de septiembre de 2007. La mayor intensidad del viento fue de 74 km/h, a las 13 h del día 14. En la Figura 4a se muestra la situación sinóptica de las 15 h de ese día. Un centro de alta presión se encontraba al norte de Comodoro Rivadavia, mientras que un centro de baja presión se ubicaba frente a la costa de Uruguay. El gradiente de presión era suroeste-noreste, provocando vientos del sudeste en Bahía Blanca.

En Viedma, el caso de mayor persistencia se produjo entre el 3 y el 12 de diciembre de 1996. La intensidad máxima fue también de 74 km/h a las 13 h del 4 de diciembre. En la Figura 4b, correspondiente a las 15 h de ese día, se observa un centro de alta presión cerca de la costa, aproximadamente 300 km al sur de Viedma, y un centro de baja presión en el centro-oeste de Argentina. Esto provocó un gradiente de presión en sentido latitudinal y vientos del ESE en esa localidad.

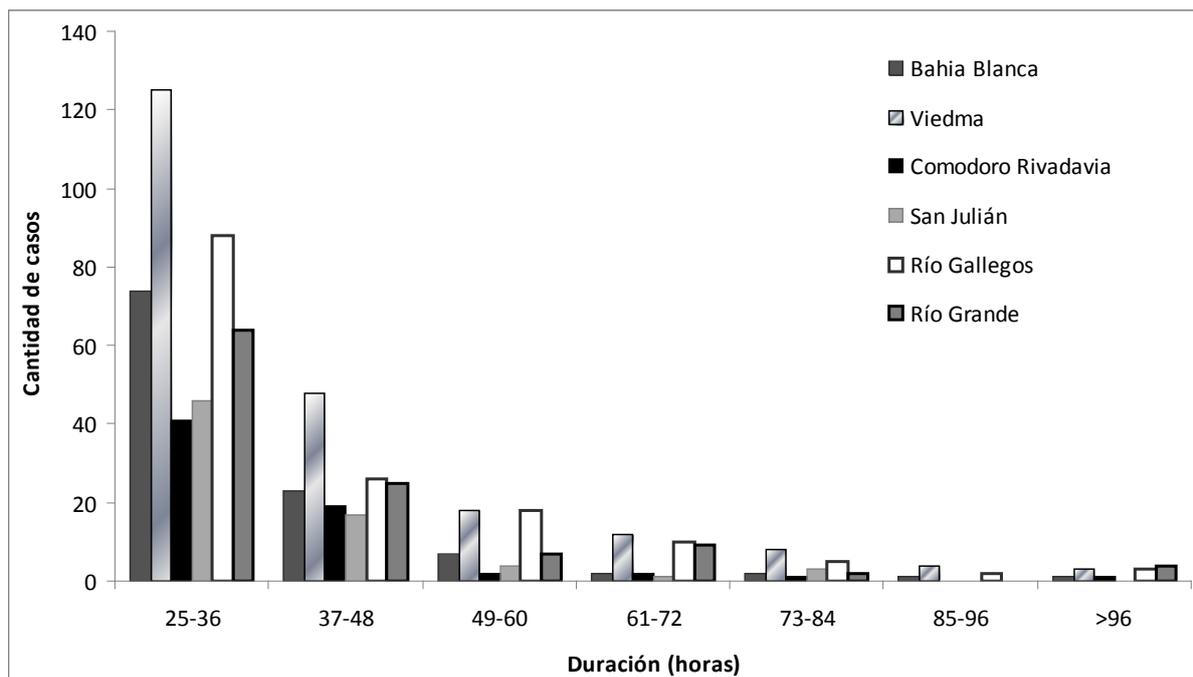
El caso más extenso de vientos con componente Este en Comodoro Rivadavia se produjo entre el 20 y el 25 de abril de 1998, con una intensidad máxima de 46 km/h a las 13 h del día 21. En la Figura 4c se observa un centro de alta presión ingresando al continente desde el oeste, a unos 50° S, y un centro de baja presión sobre la zona central del país, provocando un gradiente de presión en sentido latitudinal en la zona central de la Patagonia y vientos del E sobre Comodoro Rivadavia.

En San Julián se produjo un evento de 82 h de duración, entre el 12 y el 15 de junio de 1997. La intensidad máxima del viento durante ese período fue de 56 km/h, el día 15 de junio a las 15 h. En ese momento (Figura 5a) había un centro de alta presión ubicado al este de Malvinas y un centro de baja presión, aproximadamente a la misma latitud frente a la costa de Chile. Esto produjo un fuerte gradiente zonal de presión y vientos del NE en San Julián.



**Figura 2.** Rosas de viento según datos horarios del período 1991-2013. a) Bahía Blanca, b) Viedma, c) Comodoro Rivadavia, d) San Julián, e) Río Gallegos, f) Río Grande.

**Figure 2.** Wind roses given by the hourly data of the period 1991-2013. a) Bahía Blanca, b) Viedma, c) Comodoro Rivadavia, d) San Julian, e) Rio Gallegos, f) Rio Grande.



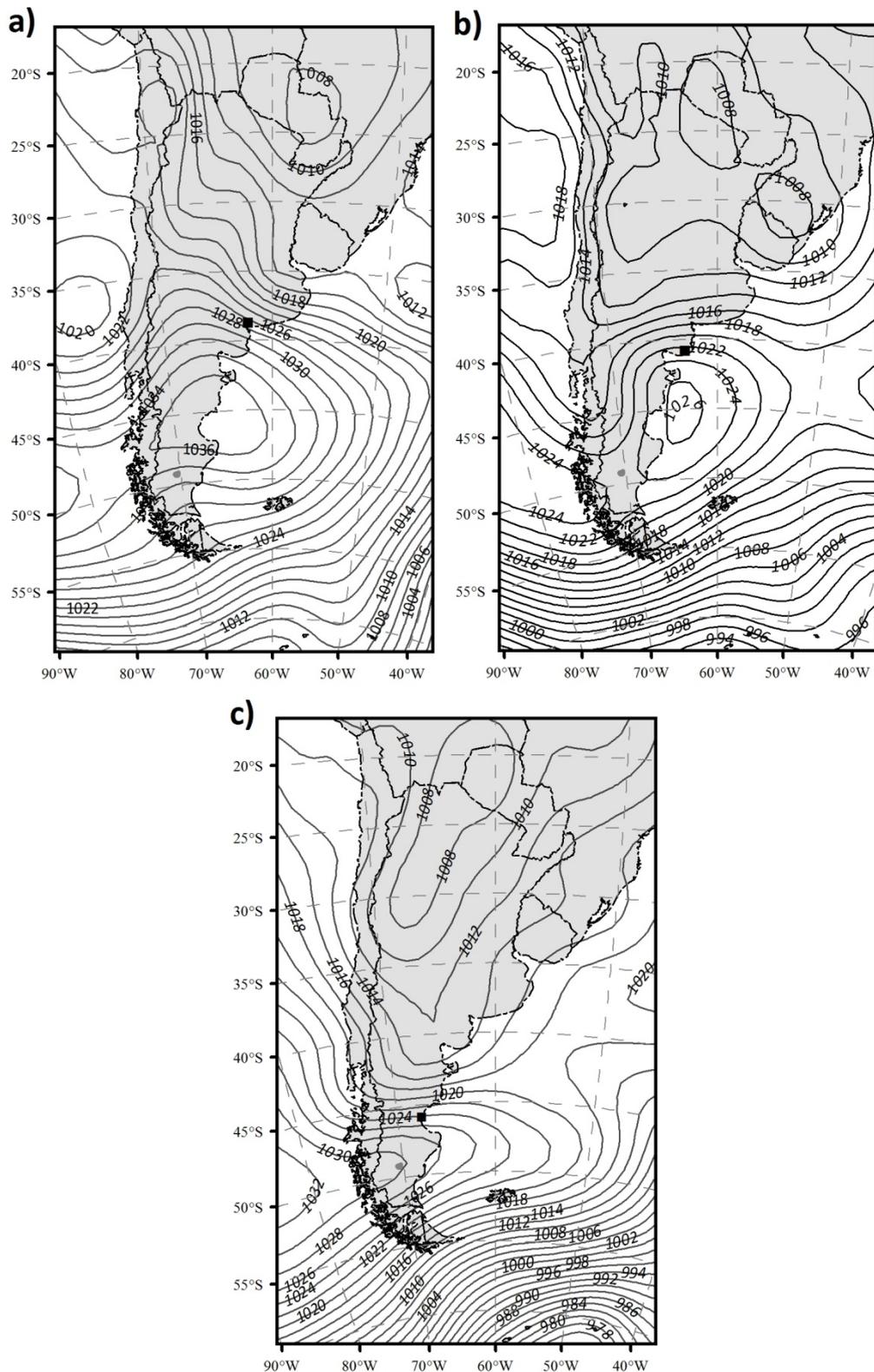
**Figura 3.** Cantidad de situaciones con persistencia mayor a 24 h de viento desde el océano hacia el continente (direcciones entre NNE y SSE, excepto Bahía Blanca entre E y SSE)

**Figure 3.** Number of cases with duration of more than 24 hours of wind direction from the ocean to the continent (directions between NNW and SSE, except Bahia Blanca between E and SSE)

En Río Gallegos, la racha más prolongada se extendió desde el 20 hasta el 26 de septiembre de 2006. A las 21 h del día 25, el viento alcanzó su máxima intensidad (63 km/h). En ese momento (Figura 5b), un extenso centro de alta presión se ubicaba sobre el océano Atlántico, entre los 40 y 50° S, mientras que un centro de baja presión ingresaba al continente por el sur de Chile. Esto provocó un fuerte gradiente de presión entre el continente y Malvinas, dando lugar a vientos del NNE en Río Gallegos.

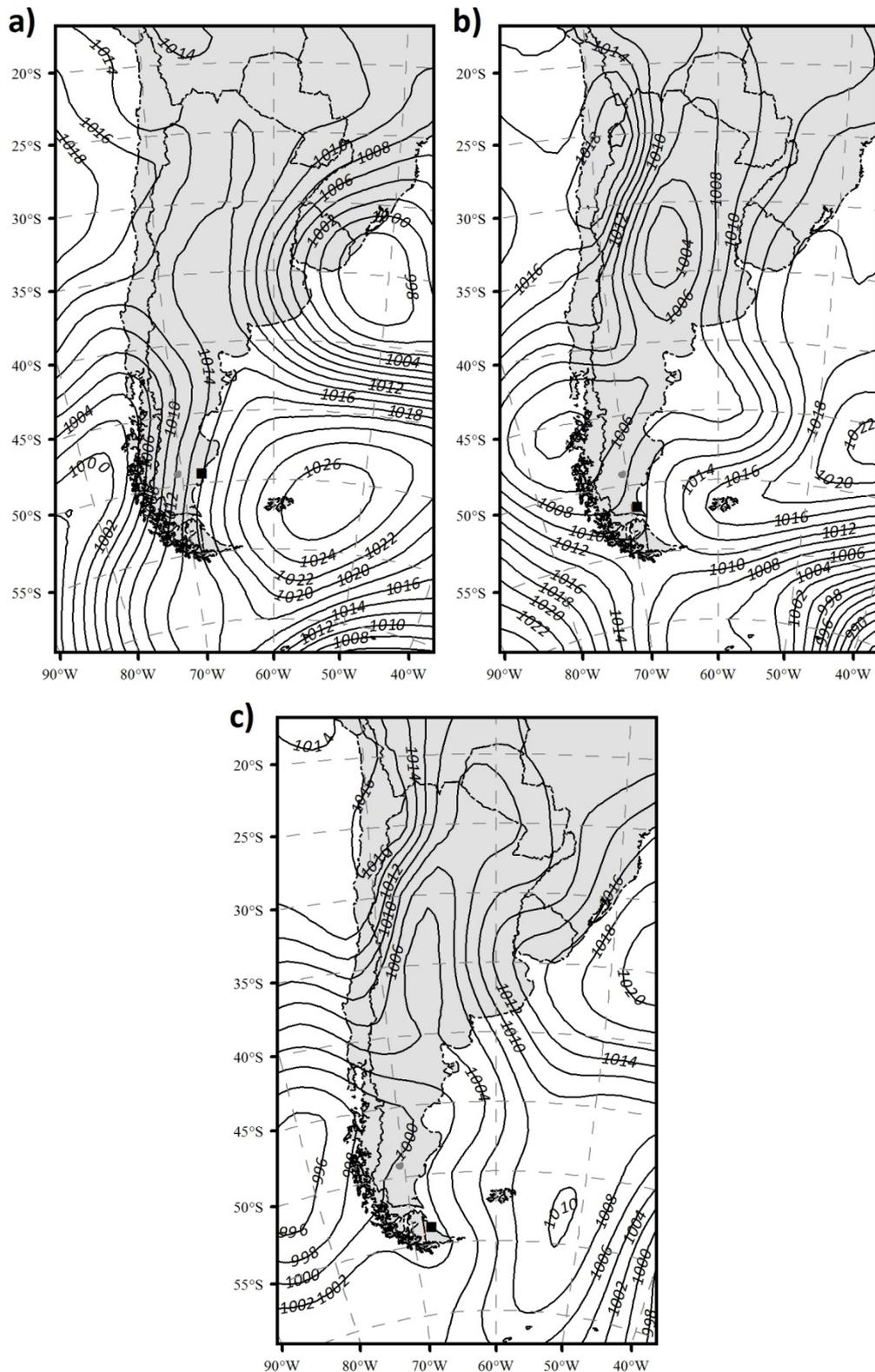
Por último, en la localidad más austral, Río Grande, la situación de persistencia más extensa se registró entre el 20 y el 25 de enero de 2007. La intensidad máxima fue menor que en las otras localidades, sólo 31 km/h, a las 16 h del día 22. En la Figura 5c se observa la situación sinóptica correspondiente: un eje de altas presiones al este de Malvinas y un centro de baja presión en el océano Pacífico, centrado aproximadamente a 47° S, provocando en Río Grande vientos del NE.

Si bien en este trabajo no se presentan los mapas de geopotencial del nivel de 500 hPa, estos fueron analizados conjuntamente con los de superficie. En todos los casos se observaron patrones de circulación en altura coherentes con la presencia de centros dinámicos de alta y baja presión. Si bien esta es una característica típica de la variabilidad del tiempo a escala sinóptica en estas latitudes, la ubicación relativa de esos centros de alta y baja presión, su intensidad y su velocidad de desplazamiento pueden provocar situaciones en las que se presenten vientos persistentes desde el mar hacia el continente en las seis localidades analizadas. Cabe mencionar que el sudoeste del océano Atlántico, entre 50° y 70° S, ha sido señalado como la segunda zona del hemisferio sur con mayor frecuencia de situaciones de acción bloqueante (Trenberth y Mo, 1985). Este tipo de situaciones se caracterizan por centros de alta presión que se estacionan o se desplazan por la región a una velocidad mucho más lenta que lo habitual (Alessandro, 2005) y se repiten con una frecuencia de entre 8 y 10 veces al año (Alessandro, 2014). Dependiendo de la distancia a la que se encuentren de la costa, en algunos casos pueden generar configuraciones sinópticas similares a las anteriormente descritas.



**Figura 4.** Situaciones sinópticas asociadas a la situación más persistente con vientos desde el mar en: a) Bahía Blanca, b) Viedma, c) Comodoro Rivadavia. El punto en cada mapa indica la ubicación de la estación meteorológica. Presión reducida a nivel del mar en hectopascuales (hPa).

**Figure 4.** Synoptic pattern associated with the persistent pattern with winds from the sea: a) Bahía Blanca, b) Viedma, c) Comodoro Rivadavia. The point on each map indicates the location of the weather station. Sea level pressure in hectopascals (hPa).



**Figura 5.** Situaciones sinópticas asociadas a la situación más persistente con vientos desde el mar en: a) San Julián, b) Río Gallegos, c) Río Grande. El punto en cada mapa indica la ubicación de la estación meteorológica. Presión reducida a nivel del mar en hectopascales (hPa).

**Figure 5.** Synoptic pattern associated with the persistent pattern with winds from the sea: a) San Julián, b) Río Gallegos, c) Río Grande. The point on each map indicates the location of the weather station. Sea level pressure in hectopascals (hPa).

## CONCLUSIONES

En la plataforma patagónica se concentra una parte importante de los esfuerzos de exploración, transporte y producción de petróleo en la Argentina, por lo tanto, ante algún derrame de crudo o lodos de perforación en el mar, el viento actuaría como agente de dispersión y advección. Si bien las direcciones de viento con componente Este suelen ser las menos frecuentes en la región (menores al 25%), constituyen los casos más importantes para este estudio. Es por este motivo, que en este trabajo se estudió el comportamiento general del viento en seis localidades costeras de la región Patagónica y, en particular, las situaciones de persistencia de vientos con componente Este. Sobre la base de los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye que las regiones estudiadas están sujetas a la posibilidad de ocurrencia de eventos persistentes en los cuales el viento con componente Este puede soplar el mar hacia la tierra, con intensidades de moderadas a fuerte, durante períodos que pueden superar los 5 días de duración. Aunque la frecuencia de ocurrencia es relativamente baja, dichos eventos son los más indeseables desde el punto de vista de la contaminación costera y deberían ser especialmente considerados para el diseño de planes de contingencia en hipotéticos escenarios de derrames de hidrocarburos en el mar. Los resultados aquí hallados, si bien son aun preliminares, sirven para tener una primera aproximación de cuáles podrían ser las situaciones más desfavorables ante un eventual derrame, y poder a través del pronóstico de tiempo a corto plazo anticiparse y poder actuar de la mejor manera posible. De hecho, actualmente, los pronósticos meteorológicos permiten anticipar con al menos 3-5 días de antelación la ocurrencia de situaciones sinópticas como las encontradas en este estudio. Por lo tanto, ante la eventualidad de que ocurriese un derrame de hidrocarburos en el mar, se podría contar con esta información como una herramienta para la toma de decisiones, tanto administrativas como operativas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alessandro, A.P., (2005). Acciones bloqueantes alrededor de los setenta grados oeste en el sur de Sudamérica. *Meteorologica*, 30: 3-26.
- Alessandro, A.P., (2014). Incidence and trend of blocking action situations on the temperature and precipitation in Argentina. *Atmósfera*, 27(2): 141-163.
- Bala, L.O., M.D. Hernández, H.J. Gallelli, (2006). ¿Qué edad tienen las almejas que consumen las aves playeras? VI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar y XIV Coloquio de Oceanografía. Centro Nacional Patagónico. 4 al 8 de diciembre de 2006. Puerto Madryn, Argentina.
- Barbier, E.B., M. Acreman , D. Knowler, (1996). Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners. Ramsar Convention Bureau, Gland, Switzerland. 118 p.
- Barros, V, (1983). Atlas del potencial Eólico de la Patagonia. CNP. Contribución, 69(I): 172 y (II): 70. Reeditado por CREE en una versión actualizada y ampliada en 1986 con el título de Atlas del potencial eólico del Sur Argentino.
- Barros, V., O. Frumento, I. Camilloni y M. Rivero, (1997). Energía eólica Programa Praelpra. Secretaría de Energía, Ministerio de Economía y Obras y Servicios Públicos, República Argentina. 400 p.
- Botto, F., O. Iribarne, M. Martinez, K. Delhey y M. Carrete, (1998). The effect of migratory shorebirds on the benthic fauna of three SW Atlantic estuaries. *Estuaries*, 21:700–709.
- Botto, F., G. Palomo, O. Iribarne y M. Martinez, (2000). The SW Atlantic burrowing crab *Chasmagnathus granulata* affects habitat use and foraging of migratory shorebirds. *Estuaries*, 23:208–215.
- Costanza, R., W.M. Kemp y W.R. Boynton, (1993). Predictability, scala, and biodiversity in coastal and estuarine ecosystems; implications for management. *Ambio*, 22:88-96.
- Day, J.W., A.S. Hall., W.M. Kemp y A.Yáñez-Arancibia, (1989). Estuarine ecology. Wiley, New York. 560 p.
- ESRL, (2014). NCEP-DOE Reanalysis 2: Summary. Earth System Research Laboratory (ESRL), National Oceanic and Atmospheric Administration, U.S. Department of Commerce.  
<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis2.html>
- Esteves, J.L., N.F. Ciocco, J.C. Colombo, H. Freije, G.Harris, O. Iribarne, I. Isla, P. Nabel, M.S. Pascual, P.E. Penchaszadeh, A.L. Rivas y N. Santinelli, (2000). The Argentine Sea: the southeast south american shelf marine ecosystem. En: Seas at the millennium: an environmental evaluation, Volume I Regional Chapters: Europe The Americas and West Africa. Ed. Sheppard C.R.C., Pergamon Press, New York, 48: 749-771.
- Kanamitsu, M., W. Ebisuzaki, J. Woollen, S-K Yang, J.J. Hnilo, M. Fiorino y G L. Potter, (2002). NCEP-DOE AMIP-II Reanalysis (R-2). *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83: 1631-1643.
- Labraga, J, (1994). Extreme winds in Pampa del Castillo Plateau, Patagonia, Argentina, with reference to wind farm settlement. *Journal of Applied Meteorology*, 33: 85-95.
- Matano, R.P. y E.D. Palma, (2008). On the upwelling of downwelling currents. *Journal of Physical Oceanography*, 38: 2482-2500.
- Numerosky, N., (2004). Petróleo-gas-petroquímica: Facilidades portuarias 2. *Petrotecnia* 45(2): 40-42.

- Otero, F., B. Cerne y C. Campetella, (2012a). Análisis preliminar del viento en San Julián. Congremet XI, Congreso Argentino de Meteorología, 28 de mayo al 1 de junio, Ciudad de Mendoza, Argentina.
- Otero, F., B. Cerne y C. Campetella. (2012b). Análisis preliminar del viento en San Julián medido en una torre. Congremet XI , Congreso Argentino de Meteorología, 28 de mayo al 1 de junio, Ciudad de Mendoza, Argentina.
- Petrotecnica, (2004). Las terminales de hidrocarburos. Petrotecnica, 45 (2): 26-37.
- Prohaska, F, (1976). Climates of Central and South America. En: World Survey of Climatology, Vol. 12. Elsevier, Amsterdam, 57-69.
- Trenberth, K. y K. Mo, (1985). Blocking in the southern hemisphere. Monthly Weather Review, 113: 3-21.
- Vázquez, N., (2004). Biodiversidad costero marina en la Patagonia: características, conservación e importancia. 1ª Ed., Fundación Patagonia Natural, Puerto Madryn, 1-60.

Recibido: 06-11-2014

Aceptado: 19-10-2015

