

## CAPÍTULO 29

### Análisis del recurso eólico en el área del Río de La Plata lindante con el AMBA

**Pablo Provenzano\* y Luis Fernández**

Departamento de Ingeniería e Investigaciones Tecnológicas.  
Universidad Nacional de La Matanza.  
Florencio Varela 1903, San Justo, Provincia de Buenos Aires,  
Argentina.

\* pprovenzano@unlam.edu.ar

**Palabras clave:** *Viento, Potencial, Costa , A.M.B.A.*

**Keywords:** *Wind, Power, Coastline, A.M.B.A.*

#### Resumen ejecutivo

Este trabajo presenta la evaluación del recurso eólico en el área del Río de la Plata lindante con la costa bonaerense y de la Ciudad de Buenos Aires, en el plano de 70 metros de altura. El estudio abarca desde el año 2008 hasta el 2018. El volumen de datos colectados de velocidad del viento y dirección ha sido organizado en histogramas de frecuencia y se han elaborado y analizado las distribuciones de frecuencia de *Weibull* en cada caso.

Los resultados obtenidos muestran que el área del Plata presenta condiciones aptas para la explotación del viento con fines de obtención de energía limpia.

## I. Introducción

El estado del clima viene manifestando, en las últimas décadas, alteraciones en varias regiones en el mundo: fenómenos meteorológicos como precipitaciones denotan mayor intensidad o recurrencia en áreas geográficas donde tradicionalmente no se registraban de forma desbordada o excediendo cierto rango considerado normal para una región o bioma. Es también notorio el incremento de espacios que en los últimos diez años manifiestan una reducción en el régimen de lluvias, provocando sequías de magnitud. Las causas de este comportamiento climático atípico se encuentran en la acumulación paulatina de gases en la atmósfera que presentan la propiedad de retener temporalmente parte de la radiación solar que el planeta re-emite hacia el espacio desequilibrando el *balance térmico* que evita el sobrecalentamiento del globo terráqueo. Los Gases de Efecto Invernadero son aquellos que participan en el *forzamiento radiativo* de carácter positivo provocando una tendencia al calentamiento paulatino del planeta a lo largo de varias décadas. *Forzamiento radiativo* es el balance neto entre la energía proveniente del Sol que es absorbida por la Tierra desde su faz diurna y la energía que vuelve al espacio desde la Tierra desde su faz nocturna. Si ese balance es positivo, implica que es menor la cuota de energía térmica re-emitada desde nuestro planeta hacia el espacio que la cuota de radiación que proviene del Sol estableciendo un desequilibrio en favor de una acumulación térmica. Ésto provoca, en el transcurso de las décadas, un lento incremento de la temperatura promedio global, que deriva en consecuencias climáticas no deseadas. Los daños ocasionados por el fenómeno descrito pueden ser de consideración en poblaciones de animales, vegetales y humanas y en las actividades económicas, como es frecuente ver en noticieros y documentales que muestran desde cambios en las características topográficas en biomas de una región hasta una seguidilla de desastres debido a fenómenos climáticos inusuales.

El *forzamiento radiativo* positivo arriba mencionado es, en gran parte, resultado de gases liberados a la atmósfera que provocan el denominado Efecto Invernadero (o *Greenhouse*) debido a la actividad antropogénica (Stocker y col.-2013).

Un acontecimiento de connotaciones globales derivado del Cambio Climático es el descongelamiento progresivo de mantos de hielo como sucede en la Región del Mar Ártico donde el balance entre la fusión de masas de agua en la estación invernal y el descongelamiento de parte de esas masas en el verano viene arrojando un neto negativo consecutivo durante más de 25 años (Organización de las Naciones Unidas (2022)).

La capa de hielo de Groenlandia (el territorio con mayor reserva de hielo luego del Continente Antártico) se está perdiendo en alrededor de 287 gigatoneladas de hielo por año, es decir, el equivalente al peso de 50.000 pirámides de Gize. Se prevé, en un contexto más extenso, un deshielo generalizado del *permafrost* para este siglo, que generaría una liberación de 1.460 a 1.600 gigatoneladas de Gases de Efecto Invernadero (*Pörtner, Roberts, Masson-Delmotte (2019)*).

Existen numerosas evidencias sobre la relación de sucesos como éste y el Cambio Climático actual. Por otra parte, este fenómeno responde de forma directa al crecimiento poblacional de los últimos 200 años que derivó en un incremento del consumo de recursos naturales de manera exponencial merced a la aplicación de nuevas invenciones y tecnologías, con un sostenido aumento de los desechos y subproductos (derivados del empleo de estas tecnologías) arrojados al medioambiente sin un previo tratamiento desde el siglo XVIII y XIX de forma continua hasta la actualidad. La reconstrucción *paleoclimática* muestra un cambio en variables atmosféricas en este periodo de una intensidad sin precedentes en los últimos 1000 años (Barros (2005)). Retomando el caso de Groenlandia, la mayor isla del mundo, con una superficie de 2175600 km<sup>2</sup> es el tercer territorio más grande de América del Norte (superando al Estado de México en extensión y conformando una superficie equivalente al 77,4 por ciento del territorio argentino). Posee el 81 por ciento de su extensión cubierta por campos de hielo, con un espesor medio de 2 km, llegando a 3 km en sus áreas más amplias. La reducción de 287 gigatoneladas de hielo anuales, arriba citadas, participa en el 25 por ciento del incremento sostenido de 3,3 mm anuales que se reporta en el nivel de los océanos del mundo. Una hipótesis plantea que si se produjera el derretimiento de todos los campos helados de esta isla (hecho que demandaría varias décadas) el nivel de los mares y océanos del planeta podría aumentar en 7 metros, anegando cientos de kilómetros cuadrados de superficies costeras y llanuras bajas y dejando bajo el nivel del mar a gran parte de la superficie de países como Bangladesh y Egipto (Cánovas Sánchez (2020)).

El incremento actual del nivel del mar debido al progresivo deshielo observado en los territorios de Groenlandia y en el sector occidental del Continente Antártico pueden afectar numerosos sectores de costas playas, con un nivel mínimo de centímetros o escasos metros sobre el nivel del mar, alrededor del mundo.

Nuestro país se encuentra expuesto a este incremento paulatino del nivel del mar: la costa marítima y fluvial bonaerense, por su condición playa y relativa escasa altitud respecto del nivel del mar (exceptuando zonas

como las estribaciones del sistema orográfico Tandilia- Ventania que llegan al mar en el sector de Mar del Plata y las reminiscencias de acantilados marinos en lo que hoy constituye Parque Lezama y alrededores, en el sector sur de la Ciudad de Buenos Aires, sobre el Río de La Plata) presenta vulnerabilidad a la anegación costera extensible a algunos kilómetros *tierra adentro*. Las condiciones mareográficas del Río de La Plata, por su inusual amplitud de 50 km entre costas a la altura de la Ciudad de Buenos Aires y 220 km en su desembocadura, entre Punta del Este (en la República Oriental del Uruguay) y Punta Rasa (en el sur de la Bahía de Samborombón, Provincia de Buenos Aires) son compatibles con las de *mar abierto*. En efecto, los registros del mareógrafo de Buenos Aires muestran una tendencia al aumento de su nivel en 1,7 mm por año, similar a la tendencia registrada fuera del estuario, en las costas marítimas hacia el sur y que se incluyen dentro de la tendencia más general de los mares en todos los continentes (Barros (2005)). El fenómeno natural denominado *Sudestada* es bien conocido por los habitantes del territorio del AMBA y adyacencias, se caracteriza por vientos fuertes provenientes del cuadrante sureste y este-sureste del Río de la Plata con ráfagas que pueden alcanzar los 70 km/h acompañados por persistencia de mal tiempo, lluvias continuas y baja temperatura. Se produce generalmente en los meses invernales y al comienzo de la primavera y se debe a la acción combinada de dos sistemas, uno de alta presión ubicado sobre el Océano Atlántico Sur, frente a las costas de la Patagonia y, simultáneamente, otro de baja presión que se ubica temporalmente en el sur del Litoral Argentino y el sector occidental del Uruguay. Las características del oleaje en este río (producto de la acción eólica sobre su superficie) contribuyen también a describir la condición de vientos: se indica un índice del 25 por ciento de las olas provenientes del sector este, como predominante y de las direcciones sur y sureste con un 9,5 y 9 por ciento de incidencia respectivamente, coincidiendo con el emplazamiento de la zona de la desembocadura del Río de La Plata (Tomazín (2010)).

Varios distritos del AMBA poseen costa fluvial sobre el Río de La Plata, además de ser este río modelador del clima de la porción norte y centro-este de la Provincia de Buenos Aires, los efectos de los fenómenos meteorológicos y regímenes de viento que transcurren sobre el Plata tienen injerencia directa sobre la costa del AMBA: la *Sudestada* provoca inundaciones en la rivera de los distritos de San Fernando, C.A.B.A., Quilmes, Avellaneda, Berazategui afectando también a los habitantes que pueblan las cuencas de los arroyos que desaguan en el Río de La Plata. Esto sucede porque el viento ingresa por su estuario estableciendo un bloqueo a la libre circulación de las aguas hacia el mar y un consecuente

estancamiento temporal del régimen de escurrimiento (Barros (2005)). Tal efecto genera un ascenso del nivel del río cuyas aguas invaden los sectores costeros provocando, además, un bloqueo y ralentización temporal del desagüe natural del Riachuelo y de arroyos como el Sarandí y el Santo Domingo, que vierten en la costa del Partido de Avellaneda. La inundación de abril de 2013, como ejemplo, en la cuenca imbrífera de estos dos arroyos afectó a una población de 550 mil habitantes del sector sur del Gran Buenos Aires, con un nivel de agua promedio de medio metro dentro de las casas (Ortiz y col., (2017)).

Estudios sobre la cota media del río en la zona del Puerto de Buenos Aires informan que experimentó un aumento de 120 mm entre los años 1910 y 2000. Las inundaciones sobre vastos sectores costeros del AMBA ocasionadas por la Sudestada son potenciadas por el paulatino incremento del nivel medio del agua en el río (Barros (2005)).

Los hechos descriptos muestran la diversidad y magnitud de las consecuencias del Cambio Climático en distintas latitudes del globo, incluyendo el territorio del AMBA. Las estrategias y herramientas que se vienen aplicando con éxito desde la faz tecnológica para la mitigación de este fenómeno ambiental se relacionan con la reducción inmediata de la quema de combustibles, dinamizadores de las economías regionales y del mundo. Es claro que la vida actual sería inconcebible sin el usufructo de energía eléctrica, pero también es inconcebible continuar generándola mediante la quema de ingentes cantidades de combustibles derivados del petróleo y el carbón mineral.

Dentro de este renglón, la generación de energía eléctrica debe operarse sin emisión de gases como el CO<sub>2</sub> al medioambiente puesto que de continuar en este camino se contribuye a incrementar aún más los niveles de este gas en la atmósfera, potenciando el *Efecto Invernadero* y las derivaciones negativas sobre los ecosistemas y las comunidades humanas. Las formas de generación mediante el aprovechamiento de energías renovables, viene mostrando un éxito destacable en otros países, especialmente de Europa. Las granjas eólicas instaladas en el mundo han evitado, en el año 2020, la emisión de una cantidad de CO<sub>2</sub> equivalente a la emisión de ese gas por parte de toda la industria, todos los medios de locomoción y todas las centrales termoeléctricas de Sudamérica durante un año (Díaz (2020)).

El AMBA reúne una serie de condiciones positivas para la implementación de la explotación eólica, que introduce generación de energía sin

emisión de CO<sub>2</sub>, una de ellas es estar emplazado en la margen del Río de La Plata, extensa planicie fluvial con un estuario en forma de amplio cono con desembocadura al mar, que supera los 200 kilómetros de ancho. Otra es la dimensión propia del AMBA siendo la conjunción de la Ciudad de Buenos Aires y el Gran Buenos Aires, distritos que constituyen un conglomerado indiviso y el mayor eje urbano-industrial del país, superando los 15 millones de habitantes, lo que lo ubica dentro de las 20 aglomeraciones urbanas más grandes del mundo entre las 1934 ciudades que superan los 300000 habitantes en el planeta (Naciones Unidas (2020)). Esta *megaciudad* se erige también como un centro importante de demanda de energía y de emisión de gases de *Efecto Invernadero*. Actualmente, gran parte de la energía eléctrica que consume el AMBA es generada en plantas termoeléctricas, alimentadas por alguna forma de combustible de origen fósil.

La hipótesis planteada es el amplio corredor, prácticamente sin obstáculos, que la extensa planicie fluvial que conforma el estuario del Plata y todo el espacio de dominio aguas arriba ofrece a los vientos que provienen del Atlántico Sur, cuya presencia está garantizada por el asiento permanente del Anticiclón de Malvinas, frente a las costas patagónicas. Esta hipótesis habilitó y condujo la investigación desarrollada con vistas a la posibilidad de generación eléctrica con el recurso eólico del gigante fluvial, derivando en una doble solución: por una parte atendiendo al saneamiento del ambiente en este territorio, por otra, a la activación de un mecanismo local que aporte a la instalación de potencia eólica global para sumar acciones de mitigación del *Cambio Climático* con consecuencias esperables en el mediano plazo como la disminución del descongelamiento de campos de hielo en el Ártico y en la Antártida.

El trabajo presentado reúne los resultados obtenidos en el análisis del recurso eólico y las posibilidades de generación limpia en al área del Río de La Plata de jurisdicción argentina, como una respuesta local con relación a las directivas emanadas del *Acuerdo de París* y en atención a las condiciones particulares que presenta esta área geográfica, arriba comentadas. Se agrega otro elemento de peso que justifica este estudio, como es la posibilidad de generación de energía limpia frente a la costa del AMBA, lo cual deriva en varios beneficios, entre ellos, el ahorro en infraestructura (tendido de cables de alta tensión, torres, logística de potencia, etc.) que supone la generación de energía en el mismo espacio donde se la demanda y el ahorro en pérdidas eléctricas, estas últimas del orden del 15 por ciento cuando la transmisión supera la distancia de 150 km debido a fenómenos eléctricos inevitables en el transporte de energía en alta

tensión como las *Corrientes Disruptivas* y el *Efecto Corona* (Fayos Alvarez (2009)). Derivado también de la industria del viento es la creación de un conjunto variado de puestos de trabajo en distintas áreas: civil, operación de las máquinas, mantenimiento, reparación, inspección y dinamización de industrias satélite: tornería de piezas, talleres de armado y reparación de componentes mecánicos, eléctricos e instrumental, seguros, área contable, legislación ambiental y consultoría. Y se suma otro beneficio como es la contribución esperable a la creación de conciencia ambiental que introducirían las visitas educativas de escuelas de todos los niveles para el avistamiento de las aeroturbinas de gran porte del parque eólico instalado frente a las costas del AMBA como también suma una opción más en las posibilidades de interés turístico local.

### 1.1 Objetivos

- Contribuir al cambio de la matriz energética nacional hacia formas de producción eléctrica de cero emisiones de gases que provocan el *Efecto Invernadero* (GEI) en acuerdo con los compromisos asumidos por nuestro país como nación que suscribió al *Acuerdo de París*.
- Evaluar el potencial de generación eólica en el sector de jurisdicción argentina del Río de La Plata y para la estimación del rédito que este sector geográfico puede introducir en términos energéticos y ambientales.
- Contribuir a la mejora en la calidad de vida humana y ambiental en el ámbito del AMBA.

## II. Materiales y Métodos

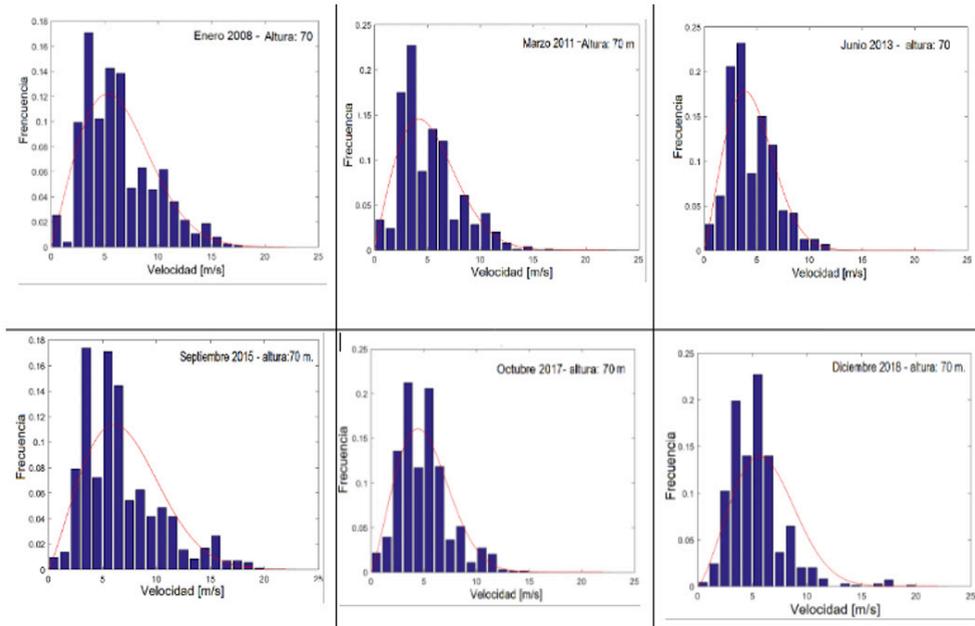
Los registros de velocidad y dirección del viento correspondientes al periodo 2008 a 2018, pertenecientes a la Estación *Aeroparque* de la Ciudad de Buenos Aires, provistos por el *Servicio Meteorológico Nacional* fueron analizados. Estas mediciones, efectuadas en el plano de 10 metros sobre el nivel del suelo, han sido procesadas tomando un dígito decimal en cada dato. Se aplicó para la extrapolación al plano de 70 metros la fórmula logarítmica de perfil de viento, asignando una altura de rugosidad  $Z_0$  en acuerdo con las características físicas de relieve de este vasto espacio fluvial costero y sobre la base del criterio de clasificación de *Davenport* (Weringa y col. (2001)). El parámetro  $Z_0$ , dependiente de la rugosidad del suelo, se define como la altura donde la velocidad del viento es cero. Este criterio asigna valores a ese parámetro, aumentando su valor conforme se incrementa la presencia de obstáculos en la superficie estudiada.

La agrupación de los registros de velocidad del viento en intervalos de clase permitió la confección de histogramas de frecuencia que muestran la recurrencia de cada rango de velocidad durante el mes en estudio, conformando un primer arreglo discreto. El *span* de velocidades de utilidad para generación eólica (desde 3m/s hasta 20 m/s) ha sido dividido en rangos de 1m/s. Los histogramas obtenidos resultan el material de trabajo para la elaboración de un modelo de distribución continua de frecuencias de velocidades de cada periodo mensual entre los años 2008 y 2018.

Una organización similar se muestra en los datos de dirección del viento: se han dividido los 360 grados que incluyen a todas las direcciones posibles en dieciséis direcciones de predominio (como intervalos de clase). Se estimaron, paralelamente, los parámetros de posición y dispersión horaria, diaria y mensual que dan argumento al conjunto de datos a analizar. La media aritmética ha sido empleada como medida de posición en los intervalos de clase y la esperanza matemática, en el tratamiento de distribución de probabilidades. Las medidas de dispersión permitieron ajustar la variabilidad del viento en cada periodo de tiempo analizado.

Junto con los histogramas se emplearon las expresiones de función de densidad de probabilidad en la elaboración de la curva de distribución de probabilidad continua de *Weibull*, de forma acampanada, con sesgo partiendo del enfoque diferencial. El ajuste de esta clase de *Distribución de Probabilidades* de frecuencia de velocidades es adecuado para los rangos de velocidad del viento estudiados, siendo una herramienta valiosa también en la estimación de frecuencias acumuladas a partir o hasta determinado valor de velocidad (Carvente Muñoz y col. (2015)).

Las Curvas de Distribución de Probabilidad de *Weibull* se han confeccionado para el plano de 70 metros sobre el suelo, con ellas se exponen las frecuencias de velocidad de cada mes del periodo analizado. Se presentan, por razones de espacio, solamente seis gráficas de Distribución de Probabilidad para distintos meses de ese periodo.

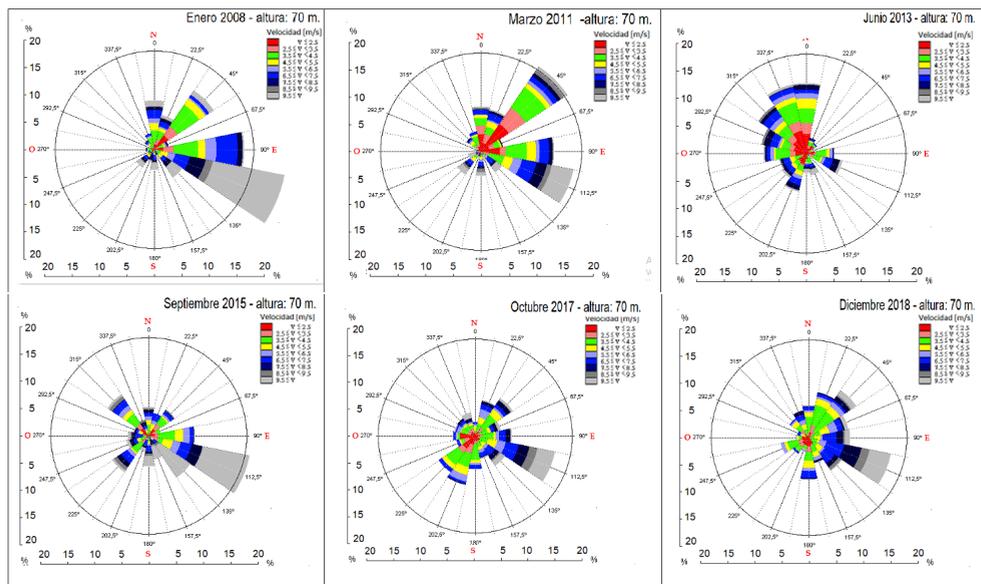


**Figura 1.** Histogramas de Frecuencia de velocidad de viento por rangos (columnas azules) y distribuciones de probabilidad de velocidad de Weibul (línea color rojo en trazo continuo)..

### III. Resultados

Las figuras II contienen el conjunto de los resultados obtenidos, volcados en tablas, diagramas de frecuencia y gráficas, en forma de rosa de vientos que describen la fuente eólica en este sector del Plata. Las variables analizadas (dirección y velocidad) quedan expuestas en ellas en conjunto agregando una visión global del recurso en cada mes, dentro del periodo de once años estudiado.

La bisectriz de cada sector circular de las rosas de viento indica cada una de las dieciséis direcciones de predominio. La intensidad de velocidades ha sido seccionada en intervalos de 1 m/s de rango, que se representan con distintos colores (escala en el cuadro superior derecho de cada rosa). Cada sector circular se divide en franjas de colores en el sentido radial, cuyo espesor indica la frecuencia de cada rango de velocidad en términos de porcentaje sobre el total de vientos que provienen de una dirección determinada (sobre cada dirección de la rosa).



**Figura 2.** Rosas de los vientos, con distribución de frecuencias de velocidad por rangos, para cada punto cardinal de seis de los meses del periodo estudiado.

Las rosas muestran que la procedencia del viento es plural en direcciones, pero con predominio evidente del cuadrante este-sureste (ESE) y del noreste (NE), seguido por el cuadrante norte (N) especialmente en meses de verano y este (E) en primavera. Se encontró que en algunos de los meses estudiados los vientos que se proyectan desde el NE y del ESE llegan a constituir, respectivamente, entre una quinta parte y una sexta parte de los vientos totales. El cuadrante sur a suroeste (SO) observa vientos generalmente intensos (entre 6,5 a más de 9,5 m/s) sin un patrón estacional definido, pero con una prevalencia marcadamente menor respecto a las direcciones antes mencionadas. La diferencia visible entre la calidad de los vientos de las direcciones de predominio es otro resultado expresado en las rosas: entre el 50 por ciento y el 80 por ciento de los vientos de las direcciones SE, SSE, ESE se encuentran entre los 6,5 m/s y los 10,0 m/s de velocidad (o mayor, franjas azules a gris claro de las rosas de vientos) mientras que en el cuadrante NE a N entre el 60 por ciento y el 85 por ciento de los vientos no superan los 5,5 m/s (franjas rojas a gris azulado).

Las campanas de distribución continua de probabilidades, por su parte, exponen que las mayores frecuencias de velocidad se dan en los meses

de primavera y, en segundo lugar, los meses del verano. Otoño, en cambio, ha mostrado una *performance* menos favorable en términos de velocidad del viento. Se extrajo también que todos los meses de cada año presentan vientos cuya velocidad ha igualado o superado los 6,5 m/s y hubo 9 años (de un total de 11) donde en primavera la frecuencia de velocidad 6,5 m/s y mayores ha superado el 30 por ciento, alcanzando en esa estación de los años 2011 al 2015, frecuencias superiores al 40 por ciento. Esta situación se repitió para el periodo estival, presentando vientos de ese nivel de velocidad y superior en 8 de los 11 años estudiados y en los años 2014 y 2016 la frecuencia superó también el 40 por ciento. La estación invernal ha mostrado un rango de frecuencia para esas velocidades entre el 16 por ciento y el 36 por ciento, superando el 30 por ciento en 5 de los 11 años. Otoño, con menor actividad eólica, verificó vientos en ese rango de velocidad en todos los años pero la recurrencia estuvo comprendida entre el 12 por ciento y el 25 por ciento.

### 3.1 Periodos de calmas

La ausencia de vientos o las brisas que no superan los 3 m/s no resultan de interés puesto que no accionan el rotor de la aeroturbina, independientemente de la potencia nominal de la misma. Los periodos donde se verifican ausencias o vientos en este rango menor se denominan periodos de *calmas* o de inactividad de máquina. Se ha considerado el rango de velocidad entre 0 y 3 m/s como rango donde la máquina permanece inactiva. La cantidad de horas de *calmas* en los 11 años (4015 días) estudiados se indican en la tabla 1. La misma muestra el estudio realizado dividiendo cada año en 3 cuatrimestres y asignando las probabilidades halladas a cada cuatrimestre de cada uno de los años.

**Tabla I: Probabilidad (en términos absolutos) de periodos de inactividad o calmas en el periodo total estudiado (años 2008 a 2018) y total de días acumulados por cuatrimestres.**

Periodo: primer cuatrimestre Altura: 70 m			Periodo: segundo cuatrimestre Altura: 70 m			Periodo: tercer cuatrimestre Altura: 70 m		
CALMAS			CALMAS			CALMAS		
Año	Cuatrimstre	menor 3 m/s	Año	Cuatrimstre	menor 3 m/s	Año	Cuatrimstre	menor 3 m/s
2008	1	0,226	2008	2	0,315	2008	3	0,141
2009	1	0,211	2009	2	0,318	2009	3	0,151
2010	1	0,232	2010	2	0,253	2010	3	0,162
2011	1	0,189	2011	2	0,246	2011	3	0,146
2012	1	0,208	2012	2	0,213	2012	3	0,132
2013	1	0,171	2013	2	0,219	2013	3	0,094
2014	1	0,124	2014	2	0,183	2014	3	0,111
2015	1	0,122	2015	2	0,178	2015	3	0,082
2016	1	0,091	2016	2	0,278	2016	3	0,173
2017	1	0,199	2017	2	0,283	2017	3	0,144
2018	1	0,152	2018	2	0,229	2018	3	0,142
PROMEDIO		0,175	PROMEDIO		0,247	PROMEDIO		0,134
Acumulado		249d 5h 46 m	Acumulado		333d 22h 41m	Acumulado		180d 7h 35m
						TOTAL:		763d 12h 2m

### 3.2 Discusión sobre los resultados obtenidos

Las implicaciones de los resultados encontrados en el análisis realizado sobre el espacio fluvial del Plata son varias: la inclusión de un nuevo espacio geográfico en el mapa de las potencialidades energéticas de nuestro país, que nunca había sido considerado desde esta perspectiva, agregando que se trata, además, de una forma renovable, la forma más desarrollada en el plano mundial. La ubicación estratégica frente a conglomerados como el AMBA y también la ciudad de La Plata introduce beneficios en temas de ahorro en infraestructura y logística de transmisión eléctrica que inciden directa y positivamente en la ecuación de costos del emprendimiento eólico. La posibilidad de explotación de esta fuente en las puertas del AMBA le daría otra entidad al a la Ciudad de Buenos Aires, al Conurbano Bonaerense y a la Provincia de Buenos Aires en términos de desarrollos eólicos destacados en la Región Sudamericana, como también en atención al cumplimiento de las directivas del Acuerdo de París, posicionando a nuestro país en un plano más visible con relación a las renovables en el contexto mundial. Estos resultados podrían despertar la atención de empresas nacionales como del exterior para el desarrollo de granjas eólicas *off shore* en aguas del Plata puesto que este río conjuga factores de alto valor como los citados en este trabajo.

No existen aún desarrollos *off shore* en la Argentina cuando ya en el año 2018 fueron instalados 15 nuevos parques eólicos en alta mar contabilizando 105 las instalaciones marinas en el Viejo Continente.

La comparación de resultados del recurso en el sector del Plata estudiado con la calidad del viento de los sectores productivos en España, país que ocupa el quinto lugar en el *ranking* de potencia eólica instalada, muestra que la velocidad promedio del viento en el plano de 80 metros de altura en nuestro corredor fluvial es de 5,49 m/s. Este valor se encuadra dentro del rango de 5 m/s a 6 m/s, rango observable en el 45,6 por ciento de la superficie geográfica con recurso eólico de calidad de este país europeo, en el plano de 80 metros de altura.

#### IV. Conclusiones

Los resultados obtenidos corroboran nuestra hipótesis de ingreso de vientos provenientes del mar, hecho derivado de la extensa conexión de este río con el Océano Atlántico Sur y otras particularidades mencionadas propias de este amplio corredor fluvial. La calidad del recurso ha quedado constatada en el hecho que, en acuerdo con nuestros cálculos, en la estación de primavera la frecuencia de vientos cuya velocidad ha igualado o superado los 6,5 m/s (rango de interés para la cosecha eólica) alcanzó el 30 por ciento en 9 los 11 años estudiados, llegando en dos de esos años a superar el 40 por ciento. Una *performance* similar se comprobó en la estación estival y la estación invernal presentó una frecuencia de ese nivel en 5 de los 11 años. Las direcciones de viento halladas confirman la hipótesis del ingreso de viento desde la conexión del río a mar abierto, obteniendo que entre la quinta y sexta parte de los vientos en la primavera y el verano proceden del sector ESE y NE. El periodo de calmas hallado indica que la actividad de la mayoría de las aeroturbinas disponibles en el Mercado sería del orden del 80 por ciento del total de días, es decir en 3252 días de los 4015 días analizados. Este dato refuerza aún más la idea de *performance* eólica con fines de explotación. El recurso se presenta apto desde el enfoque energético-ambiental y esto agrega el beneficio adicional de la explotación realizada *in situ*, que permitiría el ahorro de ingentes cantidades de recursos financieros en tendido de cables de alta tensión, torres y logística y el ahorro en concepto de pérdidas eléctricas, propias de la transmisión en Alta Tensión cuando se superan los 150 km desde el punto de generación hasta el de consumo, ampliando el abanico de aportes concretos. A modo de corolario, el recurso es apto para su usufructo y las ventajas son múltiples y apreciables, y en este camino de aunar esfuerzos en la mitigación del Cambio Climático y de virar nuestra matriz energética hacia la participación cada vez mayor de la contribución de las Renovables, el Río de La Plata, por sus características, se despliega como una oportunidad casi inmejorable. Por lo tanto, no deberíamos, en absoluto, continuar *dando la espalda* al Río.

## Bibliografía

- Barros, V. y col. (2005). *El Cambio Climático y la Costa Argentina del Río de La Plata*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación Ciudad Buenos Aires, pp 23-34.
- Cánovas Sánchez, B. (2020). *¿Por qué Groenlandia es un factor estratégico en el Ártico?* Madrid: Documento 148(2020- IEEE (Instituto Español de Estudios Estratégicos, pp 4,5).
- Carvente Muñoz, O.; Borges Pool, A.; Palmero Bohórquez, M.; González Carrillo, B. y col.(2015). Predicting wind speeds and potential for grater heights: study in Mérida, Yucatán, México. *Revista Académica Universidad Autónoma de México*, 85-90.
- Díaz, J. (2020). *La Asociación Empresarial Eólica presenta el análisis de la situación de la energía eólica en España*, Nota de Prensa. Madrid: Asociación Empresarial Eólica, pp 1-6.
- Fayos Alvarez, A. (2009). *Líneas eléctricas y transporte de energía eléctrica*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Mossman, S. (2020). Yes, climate change is bringing bushfires more often. But some ecosystems in Australia are suffering. *The Conversation - academic rigor, journalistic flair*.
- Organización de Naciones Unidas. (2022). *Los glaciares en Groenlandia se reducen por 25º año consecutivo, una evidencia más del avance del cambio climático – Noticias ONU*. Organización de Naciones Unidas – Hábitat 2020 - 'Folleto de Datos Poblacionales' Copyright Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos Nairobi, Kenia pp 3-5.
- Ortiz, M.; Re, N.; Kazimiersky, L.; García, P. (2017). *Caracterización de la población afectada por diferentes tipos de inundaciones en una cuenca urbana*. En XXVI Congreso Nacional del Agua CONAGUA 2017.
- Pörtner H., Roberts D., Masson-Delmotte V. et. al. (2019). *Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate' Summary for Policymakers*. IPCC - In press.

Stocker, T. F. y col.-(2013). *Cambio climático 2013: Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo I al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Reino Unido: Cambridge University Press.

Tomazín, N.; Cáceres, R. (2010). *Estudio del clima de olas en el Río de la Plata mediante el análisis de datos de ológrafo*. Programa de Hidráulica Marítima – INA, Universidad de Buenos Aires, HIDROVIA S.A, Universidad Nacional de La Plata, pp 10-13.

Weringa, J.; Davenport, A.; Grimmond, S.; Oke, T. (2001). *New revision of Davenport roughness classification*. En 3<sup>rd</sup> European and African Conference on Wind Energý.