

Energía eólica offshore: desafíos y oportunidades para la transición y diversificación energética en el sur global

Juan Pablo Guzmán-Escalante¹, Douglas Da Silva Lindemann¹, Alvaro Javier Avila-Díaz^{1,2}, Benjamín Quesada²

juan.escalante@correounivalle.edu.co . Autor correspondiente

¹ Grupo de Pesquisa em Interação Oceano-Atmosfera e Climatologia. Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Rio Grande Do Sul, Brasil

² Universidad del Rosario, Bogotá, Colombia

Palabras clave: revisión sistemática de literatura, datos de reanálisis atmosférico

Resumen

La energía eólica offshore gana protagonismo como una vía estratégica hacia la transición energética, especialmente en regiones con alto potencial eólico y acceso limitado a tecnologías limpias. A través de una revisión sistemática de literatura, el estudio analiza las fuentes de datos y metodologías más utilizadas, resaltando vacíos de conocimiento y la distribución desigual de la producción científica en el Sur Global.

Abstract

Offshore wind energy is gaining prominence as a strategic path toward the energy transition, particularly in regions with high wind potential and limited access to clean technologies. Through a systematic literature review, the study analyzes the most commonly used data sources and methodologies, highlighting knowledge gaps and the unequal distribution of scientific production in the Global South.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con el informe de seguimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible 7, el panorama global respecto al acceso universal a la electricidad continúa siendo preocupante, especialmente para las poblaciones más vulnerables. Si bien en 2021 el 91% de la población mundial contaba con acceso a electricidad —un incremento de seis puntos porcentuales en comparación con 2010—, el ritmo de crecimiento entre 2019 y 2021 fue marcadamente bajo (IEA et al. 2022).

La distribución espacial de los principales indicadores analizados en aquel informe presenta una alta heterogeneidad, con patrones de concentración en países del Sur Global. Esto, debido a que las tasas más bajas de acceso a la electricidad, tanto en contextos urbanos como rurales, así como los mayores volúmenes de población sin acceso a electricidad, se localizan predominantemente en países del continente africano, así como en regiones de Sudamérica y del sur de Asia (IEA et al. 2022).

Además de los desafíos asociados al acceso universal a la electricidad, diversas presiones de carácter ambiental, político y económico han acentuado la urgencia de una transición energética sostenible. En este contexto, la energía eólica se perfila como una de las fuentes renovables con mayor potencial de crecimiento y consolidación dentro de las nuevas matrices energéticas (González, 2009; Manwell et al. 2010).

Para el año 2022, la capacidad instalada de energía eólica a nivel mundial alcanzó los 906 GW, de los cuales más del 80% corresponden a parques eólicos terrestres (*onshore*). Si bien estas infraestructuras presentan ventajas en términos de costos y facilidad de mantenimiento, su

rendimiento se ve condicionado por factores como el relieve natural y antrópico, que afectan la distribución espacial del viento —principal insumo para el funcionamiento de las turbinas—, así como por conflictos sociales y ambientales inherentes a su instalación (Gorayeb et al. 2022) generando importantes limitaciones en el aprovechamiento pleno de su potencial energético.

En este contexto, la energía eólica marina u *offshore* ha ganado protagonismo como alternativa estratégica, ya que diversos estudios han evidenciado densidades de potencial eólico (wpd) significativamente superiores en zonas marítimas en comparación con áreas continentales. Particularmente, se ha observado un aumento notable de estas densidades en el hemisferio sur a partir de los 40°S, lo que sugiere un alto potencial para las regiones costeras del Sur Global en América del Sur, Oceanía y África (Soares et al. 2020).

Sin embargo, el desarrollo de la industria eólica, así como de la producción científica asociada, se encuentra geográficamente concentrado en países del Norte Global, aquellos mismos que cuentan con excelentes tasas de acceso a electricidad en zonas urbanas y rurales. Esta concentración genera asimetrías en el acceso a información científica clave para la planificación y el desarrollo de proyectos eólicos, perpetuando desigualdades en el acceso a la energía y acentuando la vulnerabilidad de comunidades históricamente excluidas.

Ante este panorama, la presente investigación propone una revisión sistemática de literatura orientada a caracterizar el estado del arte de la energía eólica offshore, identificando las regiones más desarrolladas, los datos y métodos usualmente empleados, períodos temporales de evaluación y las diferentes formas de evaluación del potencial eólico marino. De esta manera, se expone que la falta de acceso a la información, y por tanto a las tecnologías asociadas, limita el aprovechamiento del potencial eólico por parte de países no hegemónicos. Desde una perspectiva meteorológica, este estudio permite identificar las prácticas y herramientas más comúnmente utilizadas para la modelación del viento en entornos oceánicos, lo que resulta clave para fortalecer el vínculo entre conocimiento meteorológico, planificación energética y justicia territorial.

METODOLOGÍA

Se construyó un marco teórico en torno a la energía eólica offshore a partir de una revisión sistemática de literatura, desarrollada en la base de datos Scopus (Elsevier). Para ello, se definieron criterios de inclusión y exclusión que permitieron delimitar los documentos seleccionados, ajustando los resultados a la temática central del estudio. La información extraída fue organizada en 41 categorías que permitieron caracterizar cada documento desde una perspectiva cuantitativa, metodológica y sobre resultados obtenidos. Se esquematizaron los documentos y se realizaron gráficas para analizar global, regional y localmente los patrones, vacíos y tendencias en la producción científica eólica offshore.

RESULTADOS

Fueron leídos, analizados y sistematizados 150 artículos publicados, lo que permitió construir un esquema global, regional y local sobre las características cuantitativas, metodológicas, y de principales hallazgos identificados, asociados a la investigación científica en energía eólica offshore. Esta revisión evidenció un crecimiento exponencial desde el 2013, de la producción científica asociada. Las mayores concentraciones de investigaciones existentes se dan en países del norte global, como Estados Unidos, China y países del norte de Europa. De manera paralela, el aporte científico de países del sur global es considerablemente limitado.

Los documentos analizados revelaron una fuerte dependencia de datos provenientes de reanálisis atmosféricos, y en menor medida, del uso de datos satelitales y observacionales. Predominaron las series temporales inferiores a los 10 años, y se evidenció un sincretismo en los métodos de validación aplicados a la información utilizada para la caracterización del viento, con procedimientos que tienden a repetirse entre estudios. Estas metodologías fueron, a su vez, coherentes con los enfoques empleados para la estimación de la velocidad del viento, insumo esencial en el cálculo de la WPD y del potencial eólico total.

CONCLUSIONES

Los métodos más comúnmente utilizados son accesibles y adecuados para contextos económicos restringidos. Por esto, el análisis e incorporación de estas metodologías constituye un insumo valioso y factible para el desarrollo de investigaciones en regiones con alto potencial eólico, pero que aún requieren estudios más detallados que refinen las estimaciones (generales) existentes, haciéndolas más precisas y confiables.

Por otro lado, se identificó una importante debilidad en la cobertura temporal de los estudios analizados, con escasa consideración de patrones climatológicos amplios del viento. Esta limitación implica vacíos significativos en la incorporación de dinámicas atmosféricas, lo cual restringe la robustez de las evaluaciones realizadas. En un contexto de cambio climático acelerado, donde las alteraciones en los patrones de viento pueden ser sensibles incluso en escalas locales, omitir estas variaciones podría derivar en estimaciones subvaloradas o sobrevaloradas del potencial eólico. Este aspecto puede resultar contraproducente para la planificación y consolidación de proyectos energéticos sostenibles, particularmente en regiones que más lo necesitan.

Esta revisión permitió evidenciar, desde una perspectiva holística, las profundas desigualdades en la producción de conocimiento científico, las cuales reflejan y refuerzan las asimetrías en el desarrollo de infraestructura energética a nivel global. Este panorama enciende una alerta frente a una fuente energética que aún se encuentra en proceso de consolidación. Ante ello, resulta fundamental que los países del sur global reconozcan y actúen sobre sus propias ventajas geográficas y atmosféricas, con el fin de avanzar hacia una transición energética justa, soberana y capaz de mejorar efectivamente la calidad de vida de sus poblaciones.

REFERENCIAS

González, J. 2009: Energías renovables. Barcelona: Editorial Reverte S.A,v.I, 1–656p.

Gorayeb, A.; Mesquita, R. D. P.; Silva, T. D. A.; Silva, R. B. Da; Silva, G. D. C. 2022: Análise multicritério de parques eólicos onshore e offshore no Ceará: em foco as comunidades tradicionais litorâneas. *Revista Mutirão. Folhetim de Geografias Agrárias do Sul*, [s. l.], v. 3, n. 2.

IEA; IRENA, UNSD, WORLD BANK W. Tracking SDG 7: The Energy Progress Report. World Bank, Washington DC. © World Bank. License: Creative Commons Attribution—NonCommercial 3.0 IGO (CC BY-NC3.0 IGO)

Manwell, J. F.; McGowan, J. G.; Rogers, A. L. 2010: Wind Energy Explained: Theory, Design and Application. Wind Energy Explained: Theory, Design and Application. [s.l.]: [s.n.], DOI: 10.1002/9781119994367.

Soares, P. M. M.; Lima, D. C. A.; Nogueira, M. 2020: Global offshore wind energy resources using the new ERA-5 reanalysis. *Environmental Research Letters*, [s.l.], v. 15, no 10, ISSN: 17489326, DOI: 10.1088/1748-9326/abb10d.