

ANALISIS DE VIENTOS EN EL EN EL PARQUE INDUSTRIAL TECNOLÓGICO AERONÁUTICO MORÓN PARA LA INSTALACIÓN DE UN AEROGENERADOR

ANALYSIS OF THE WINDS IN MORÓN AERONAUTICAL TECHNOLOGICAL INDUSTRIAL PARK FOR THE INSTALLATION OF A WIND TURBINE

Presentación: 30/09/2024

Flores, Mariano Gastón

UTN Facultad Regional Haedo Bs.As
mflores@frh.utn.edu.ar

de Villafior, Alejandro

UTN Facultad Regional Haedo Bs.As
adevillafior@frh.utn.edu.ar

Frontera, Juan Pablo

UTN Facultad Regional Haedo Bs.As
jfrontera@frh.utn.edu.ar

Rubido, Javier Alejandro

UTN Facultad Regional Haedo Bs.As
jrubido@frh.utn.edu.ar

González, Melina Sol

UTN Facultad Regional Haedo Bs.As
mgonzalez645@alumnos.frh.utn.edu.ar

Resumen

A partir de la propuesta del Grupo de Estudios Sobre Energía, la Facultad Regional Haedo de la Universidad Tecnológica Nacional (FRH-UTN) ha destinado un sector en su predio del Parque Industrial Tecnológico Aeronáutico Morón (PITAM) para la instalación de una estación de ensayos de Aerogeneradores de Baja Potencia. Posterior a su construcción, se prevé la instalación de un aerogenerador. Este trabajo se enfoca en describir el recurso eólico del sitio, presentando rosas de los vientos desde 2014 hasta la actualidad y analizando los vientos predominantes. Se observa una predominancia de vientos norte-noreste, con una velocidad promedio de 3 m/s y en la dirección sudeste-sur con promedios de hasta 4 m/s. Estos vientos son superiores a la velocidad de arranque del diseño en un amplio porcentaje del año y permitirán su evaluación en todo el rango de potencias, incluso en valores superiores a la potencia nominal.

Palabras clave: Recurso Eólico, Aerogenerador, Rosa de los vientos, Vientos relevantes.

Abstract

Based on the proposal from the Energy Studies Group, the Facultad Regional Haedo of the Universidad Tecnológica Nacional (FRH-UTN) has allocated a section of its site at the Parque Industrial Tecnológico Aeronáutico Morón (PITAM) for the installation of a Small Wind Turbine testing facility. After its construction, the installation of a wind turbine is planned. This work focuses on describing the wind resource at the site, presenting wind roses from 2014 to the present and analyzing the predominant winds. A predominance of north-northeast winds is observed, with an average speed of 3 m/s, and in the southeast-south direction with averages of up to 4 m/s. These winds are higher than the turbine's cut-in speed for a large percentage of the year and will allow its evaluation in the entire power range, even above the nominal power.

Keywords: Wind Resource, Wind Turbine, Compass Rose, Relevant Winds.

Introducción

A partir de la propuesta del Grupo de Estudio Sobre Energía (GESE) de instalar una estación de ensayos para aerogeneradores de baja potencia bajo norma IEC-61400-12:2005, la UTN Facultad Regional Haedo ha dispuesto un sector dentro del predio que posee en el Parque Industrial Tecnológico Aeronáutico Morón (PITAM) para llevar a cabo dicho trabajo. El mismo queda plasmado en el PID-ENECaha0008349 "Implementación de estación de ensayos bajo norma para generadores eólicos de baja potencia". La estación de ensayos propuesta constará de dos torres de 12 metros de altura cada una (una de ellas permitirá instalar los aerogeneradores a ensayar y la otra alojará la estación meteorológica correspondiente). La finalidad de este proyecto es poder llevar a cabo ensayos de campo de los diferentes trabajos desarrollados en los últimos años por el GESE vinculados a los Proyectos de Investigación y Desarrollo detallados a continuación:

- PID-ENUTNHA1899 "Estudio de controles de paso de pala para generador eólica de baja potencia".
- PID- UTI4726TC "Estudio de control de paso de pala para generador eólico de baja potencia".
- PID- ENUTNHA0006622 "Estudio de mejora en la producción energética y vida útil de generadores eólicos de baja potencia".

Por otro lado, debido a que la estación está proyectada para la realización de ensayos bajo norma IEC-61400-12:2005 también permitirá realizar pruebas de certificación para aerogeneradores que estén dentro de los rangos de potencia previstos y vientos disponibles.

El primer paso luego de la finalización de la estación de ensayos, será la instalación de una Turbina Eólica De Baja Potencia (SWT por sus siglas en inglés) del tipo Piggott 700W. Esta SWT fue fabricada íntegramente por el GESE FRH y servirá como benchmark de la estación al poder ser comparada con resultados internacionales de dicho modelo de SWT. La Tabla 1 resume algunas de las características principales de esta turbina.

Tabla 1: Características principales del SWT a instalar. [Datos de Ref. 8].

SWT PIGGOTT 2.4N		Estimativo mensual de producción de energía a diferentes velocidades medias	
Diámetro del rotor [mm]	2400	Media 3 m/s	22 kWh
Potencia nominal @ 10 m/s	700 W (500 W típico en baterías)	Media 4 m/s	54 kWh
Tipo de generador	Flujo axial de imanes permanentes	Media 5 m/s	93 kWh
Valor estimado de materiales para su construcción	USD 1000	Media 6 m/s	131 kWh
Control de potencia	Por sistema furling @10 m/s	Media 7 m/s	164 kWh

La instalación de una estación de ensayos de estas características requiere el análisis del recurso eólico, no solo desde el punto de vista del potencial energético, sino también de la aptitud del sitio para obtener todos los puntos de datos de la curva de potencia necesarios para la correcta evaluación de la energía producida por los aerogeneradores ensayados.

El objetivo del presente trabajo es describir el análisis del recurso eólico en el PITAM, la generación de una rosa de los vientos adecuada para el análisis aquí presentado.

Cabe destacar que el trabajo presentado forma parte del proyecto de investigación y desarrollo homologado por la Universidad Tecnológica Nacional denominado ENPPHA0010029 "Relevamiento del terreno del PITAM, (Parque Industrial Tecnológico Morón), para ensayo de aerogeneradores bajo norma IEC 61400-12-1".

Desarrollo

Como todo proyecto vinculado a la energía del viento, se debe realizar un exhaustivo análisis de este recurso para poder determinar su capacidad energética (velocidades y sus distribuciones, direcciones, cambios estacionales, etc.)

y lograr así un mejor aprovechamiento de este. En nuestro caso, la principal fuente de datos para el análisis del recurso eólico fue el Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Los datos de dicha fuente fueron comparados y verificados con los brindados por la Estación de Monitoreo Automático Morón (EMAS Morón) de la Coordinación del Centro Integral de Monitoreo y Control Ambiental (CIMCA-ACUMAR). Asimismo, se realizó un análisis del viento del año 2022 en torres meteorológicas de relevancia: Ezeiza, El Palomar, Merlo y Observatorio de Buenos Aires. Por una cuestión de espacio, estos últimos datos se han omitido en el presente documento, pero cabe notar que los mismos son coherentes con los obtenidos tanto por ACUMAR como por el SMN en la estación meteorológica Morón, de forma que se puede asegurar que ambas fuentes entregaron datos confiables. En la Figura 1, se muestra la comparativa de las distribuciones Rayleigh de ambas fuentes, para la dirección Sudoeste en el año 2022.

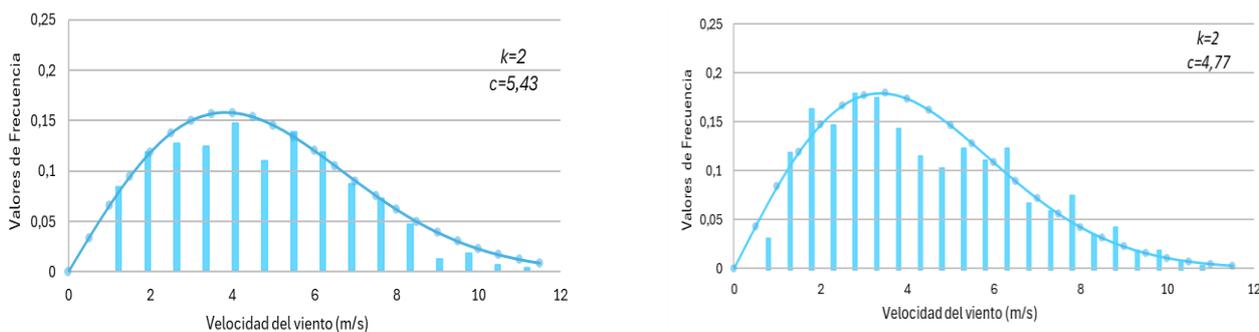


Figura 1: Comparación de las distribuciones de viento para la dirección SO: ACUMAR (curva izquierda) y SMN (curva derecha). [Elaboración propia].

Las coordenadas geográficas de las estaciones meteorológicas de las bases de datos son:

- EMAS MORON: -34.660, -58.627 (1,8 km de distancia dirección ENE)
- SMN (BASE AEREA MORON): -34.671, -58.638 (1,2 km de distancia dirección SE)

Los datos brindados por las distintas fuentes fueron provistos con el siguiente formato:

- SMN: Fecha [día/mes/año] – Hora [hh] - Velocidad [km/h] - Dirección [Decagrados].
- ACUMAR: Fecha [día/mes/año] – Hora [hh:mm] - Velocidad [nudos] - Dirección [16 direcciones cardinales].

Tabla 2: Rangos de velocidad de viento [m/s]. [Elaboración propia].

Rangos de velocidad a utilizar [m/s]		Grupo / Rango	
Lím. inferior	Lím. superior		
0	2	1	Muy baja
2	4	2	Baja
4	6	3	Media Baja
6	8	4	Media
8	10	5	Media Alta
10	12	6	Alta
12	mas allá	7	Muy Alta

Se plantea la presentación de los datos en forma de una rosa de los vientos de 16 direcciones cardinales, segmentada por siete rangos de velocidades. Así mismo se presentan los gráficos de frecuencias de velocidades definidas para las 16 direcciones cardinales principales. Se eligió esta representación ya que la visualización de la rosa segmentada presenta las particularidades de las frecuencias de viento tanto en dirección como en velocidad en un solo gráfico y de esta manera brinda la posibilidad de un análisis global de las características del viento.

Las particularidades del emplazamiento y del viento en el PITAM hicieron también necesario llevar a cabo en forma particular un análisis de los vientos fuertes, por lo cual fue preciso implementar y analizar las rosas de los vientos para los 3 rangos más altos (Media Alta, Alta y Muy Alta según Tabla 2).

Las Figuras 2, 3, 4 y 5 muestran las rosas de los vientos mencionadas, donde la figura izquierda representa la rosa de los vientos con todos los valores de viento y la derecha muestra la rosa conformada con últimos 3 segmentos de velocidad.

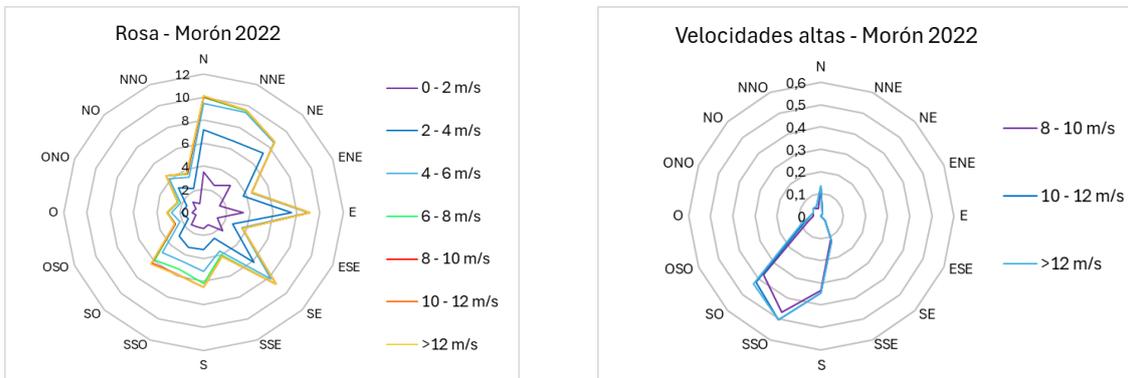


Figura 2: Rosa de los vientos de SMN Morón del año 2022. [Elaboración propia].

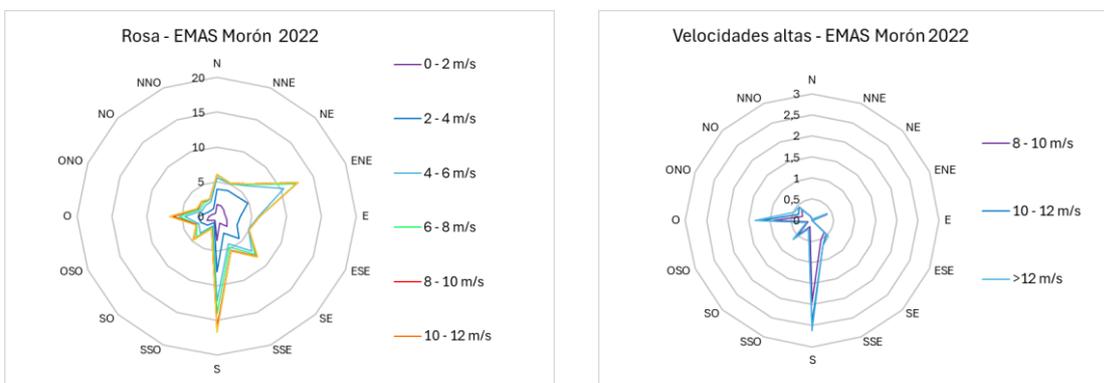


Figura 3: Rosa de los vientos de ACUMAR Morón del año 2022. [Elaboración propia].

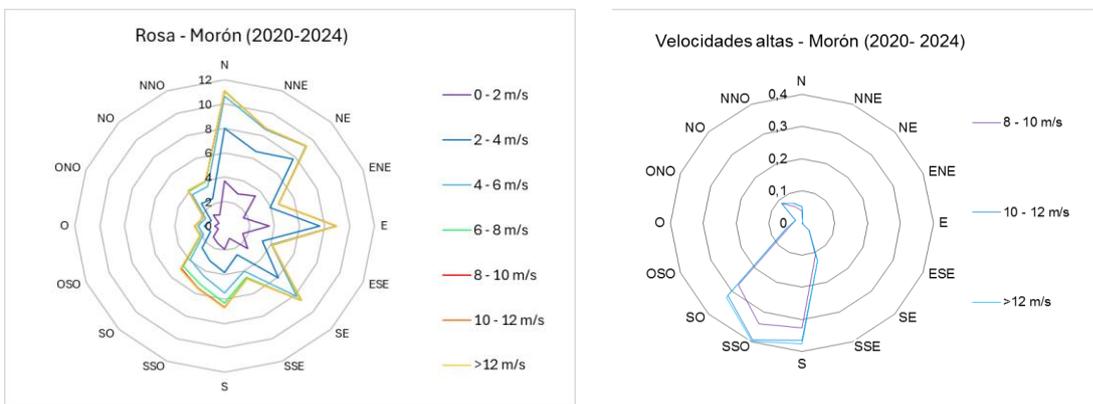


Figura 4: Rosa de los vientos de SMN Morón para los últimos 4 años. [Elaboración propia].

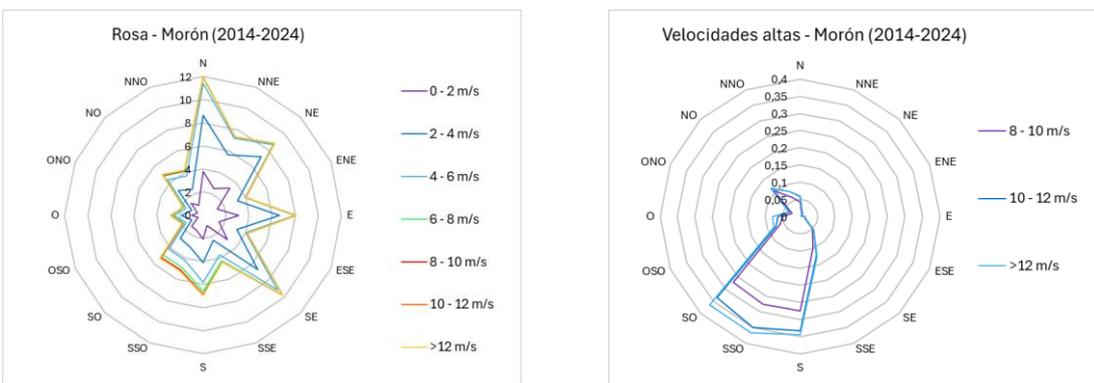


Figura 5: Rosa de los vientos de SMN Morón para el último decenio. [Elaboración propia].

Observando las rosas de velocidades altas, se puede apreciar que predominan las direcciones de viento sur y sudoeste.

En la Tabla 3 se muestran los valores promedio de las velocidades de viento en función de las direcciones cardinales y para distintos intervalos de tiempo, según los datos del SMN.

Tabla 3: Valores promedio de velocidades según su dirección. [Elaboración propia].

2014-2024		2020-2024		2022	
DIRECCION	PROMEDIO DE VELOCIDAD	DIRECCION	PROMEDIO DE VELOCIDAD	DIRECCION	PROMEDIO DE VELOCIDAD
ENE	2,885	ENE	2,798	ENE	2,785
E	2,779	E	2,676	E	2,569
ESE	2,973	ESE	2,808	ESE	2,748
N	3,161	N	3,131	N	3,008
NE	2,843	NE	2,763	NE	2,875
NNE	2,970	NNE	2,983	NNE	2,832
NNO	3,743	NNO	3,647	NNO	3,395
NO	3,586	NO	3,545	NO	3,585
O	3,470	O	3,329	O	3,273
ONO	3,658	ONO	3,520	ONO	3,676
OSO	3,960	OSO	3,772	OSO	3,247
S	3,781	S	3,873	S	3,987
SE	3,299	SE	3,243	SE	3,025
SO	4,083	SO	4,111	SO	4,231
SSE	3,927	SSE	3,840	SSE	3,632
SSO	3,986	SSO	3,973	SSO	4,259
Total general	3,065	Total general	3,013	Total general	2,949

Puede apreciarse como el promedio general del año no sufrió grandes variaciones en el período comprendido entre 2014 y 2024. Solo se registran variaciones considerables de los valores medios de las frecuencias en las direcciones Oeste, Sur y Sudoeste. Enfocándonos en estas direcciones, observamos que en el año 2022 las intensidades de viento fueron menores que las encontradas en los registros de largos periodos. Esto puede deberse a que en el año 2022 no hubo presencia de ráfagas y/o tormentas como si pudo observarse en los datos de 4 y 10 años.

Conclusiones

Se ha presentado el recurso eólico del PITAM. Los datos obtenidos de los gráficos aquí presentados muestran valores que se mantienen a lo largo del tiempo, con una diferencia en las direcciones sur y de menor importancia hacia el este. Se observa una predominancia de vientos en la dirección norte-noreste y una leve inclinación de la rosa hacia el este. Puede notarse una velocidad de viento promedio cercana a los 3m/s, aunque existe la presencia de direcciones de viento más prometedoras con velocidades promedio cercanas a los 4 m/s. Aunque estos valores distan de los valores de velocidad de viento para potencia nominal del aerogenerador en cuestión (ver Tabla 1), son superiores a la velocidad de arranque en un amplio porcentaje del año y se encuentran dentro de los parámetros de vientos mínimos del diseño Piggott 2.4m. Así mismo, el relevamiento muestra direcciones de viento con puntos de datos con valores superiores a las velocidades de acción del furling (10 m/s), cumpliendo con la necesidad de puntos de medición en todo el rango de potencias incluso sobre la potencia nominal, permitiendo la evaluación completa del diseño del aerogenerador.

Agradecimientos

Agradecemos el aporte de los becarios del GESE Lucero Duarte y Cristian Tolaba, que no se encuentran dentro de los autores de este trabajo pero han invertido tiempo en las tareas descritas en el mismo. Agradecemos a las autoridades de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Haedo (UTN FRH) y al Ex Secretario de Investigación, Innovación y Posgrado, Dr Raul Versaci, quien aceptó la propuesta del GESE-FRH y presentó el proyecto "Implementación de Estación de Ensayos Bajo Norma para Generadores Eólicos de Baja Potencia" al Consejo Directivo de la Regional, quien lo declaró de Interés para la Facultad según resolución del Decano N°133/2021. También queremos agradecerle al equipo de trabajo del Laboratorio de Aerodinámica y Fluidos de la UTN FRH por habernos facilitado el uso del espacio físico, instrumental e instalaciones. Por último, queremos reconocer la ayuda brindada por las autoridades del PITAM para con el proyecto y su implementación.

Referencias

- [1] Comisión Electrotécnica Internacional, *Small wind turbines (IEC 61400-2)*. Edición 3.0, Ginebra: Comisión Electrotécnica Internacional, 2013.
- [2] Comisión Electrotécnica Internacional, *Power performance measurements of electricity producing wind turbines (IEC 61400-12-1)*. Edición 1.0, Ginebra: Comisión Electrotécnica Internacional, 2005.
- [3] T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe and E. Bossanyi, *Wind Energy Handbook*. Edición .2.0. The Atrium, West Sussex, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, 2011.
- [4] J. F. Manwell, A. Rogers and J. G. McGowan, *Wind energy explained: Theory, Design, and Application*. Edición 2.0. Department of Mechanical and Industrial Engineering, University of Massachusetts, USA: Wiley, 2009.
- [5] David_Wood , *Small Wind Turbines Analysis, Design*. Edición 1.0, Canadá: Springer, 2013.
- [6] Matt hew Huaiquan Zhang, *Wind Resource Assessment and Micro Siting: Science and Engineering*. Edición 1,0, Hoboken, New Jersey USA: Wiley & IEEE Press, 2015.
- [7] Michael Brower, *Wind Resource Assessment: A Practical Guide to Developing a Wind Project*. Edición1.0, Hoboken, New Jersey, USA: Jhon Wiley & IEEE Press, 2015.
- [8] <https://scoraiqwind.co.uk/measured-performance-versus-recipe-book-predictions/>, Hugh Piggott, 2014