

COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE EXTRAPOLACIÓN DEL RECURSO EÓLICO A LA ALTURA DE ROTOR A PARTIR DE DATOS HORARIOS A 10M EN BAHIA BLANCA

Mauro A. BALDO ^{1,3}, Bibiana CERNE ^{2,3}
maurobaldo1@gmail.com

¹Universidad Tecnológica Nacional (Maestría en Energías Renovables)

²Centro de Investigaciones del Mar y la Atmosfera (CONICET-UBA)

³Departamento de Ciencias de la Atmósfera y los Océanos (FCEyN, UBA)

RESUMEN

Se evaluó el desempeño de distintos métodos de extrapolación vertical de velocidad de viento a partir de la ley potencial en términos de simplicidad y precisión, su dependencia con la estabilidad atmosférica y el coeficiente de rugosidad. A tal fin, se compararon los resultados de los distintos métodos de extrapolación a 57,8m a partir de datos a 10m y los datos observados en una torre meteorológica en Bahía Blanca.

ABSTRACT

The performance of different methods of vertical extrapolation of wind speed based on the potential law was evaluated in terms of simplicity and precision, its dependence on atmospheric stability and the roughness coefficient. To this end, the results of the different extrapolation methods from 10m to 57.8m were compared to observed data in a meteorological tower in Bahía Blanca.

Palabras clave: Extrapolación Vertical, Distribución de Weibull, Energía Eólica.

1) INTRODUCCIÓN

Caracterizar la cortante vertical del viento es una necesidad básica en toda estimación energética previo emplazamiento de un nuevo parque eólico. Las mediciones del viento en las torres meteorológicas se suelen realizar a alturas menores que las del rotor (>80m) durante una campaña de medición de pocos años, por lo que se requiere de un modelo de extrapolación vertical.

La cortante del viento en los primeros metros de la atmósfera depende tanto de la velocidad del viento así como de la estabilidad atmosférica, de la rugosidad y complejidad del terreno y de la altura a extrapolar (Stull, 1989). Existen dos enfoques: la ley de potencia (PL) (Hellman, 1916) y la ley logarítmica (LogL) (Peterson & Hennessey, 1978) siendo la primera quien representa mejor el perfil en condiciones atmosféricas neutras (Counihan, 1975) y es consistente con la distribución de Weibull (Justus y Mikhail, 1976). Ambas teorías se desarrollaron para velocidades instantáneas y simultáneas en los dos niveles.

Gualtieri y Secci (2014) concluyeron, para una ciudad costera de Italia (con un 41,3% de condiciones neutras), que los cálculos energéticos elaborados a partir de la extrapolación de Weibull, cuya metodología es más simple que PL son: muy aceptables, independientes de la clasificación de estabilidad atmosférica y de carácter conservativo ya que la velocidad del viento es subestimada.

El objetivo del presente estudio es comparar el desempeño de tres enfoques en el cálculo de la extrapolación del viento a nivel del rotor: a) Cálculo del coeficiente de extrapolación vertical (CEV) requerido en PL con distintas propuestas b) extrapolación de series de viento con PL considerando las condiciones de estabilidad horaria c) extrapolación de la distribución de Weibull.

2) DATOS Y METODOLOGÍA

Se emplearon 23 meses (jun 08–abr 10) de registros horarios a 10m y 57,8m provenientes de una torre meteorológica ubicada en Bahía Blanca (-38°38', -62°03'). A fin de clasificar la estabilidad atmosférica se adoptó la metodología propuesta por Luna & Church, (1972) empleando información horaria de cantidad de cielo cubierto proveniente de la estación Bahía Blanca Aero del Servicio Meteorológico Nacional.

A continuación de un control de calidad básico y caracterización del recurso eólico en sus diferentes niveles, se emplearon los primeros 12 meses (jun 08 – may 09) a fin de obtener los CEV basados en 4 métodos clásicos, derivados de la ecuación PL: PL-G (datos medios del periodo), PL-GH (tres coeficientes para noche, transición y día), PL_C (coeficiente por cada clase de estabilidad), PL_1/7 (CEV=1/7)

Posteriormente se extrapolaron los valores a 10m para el periodo testigo comprendido entre jun-09 abr-10, empleando los coeficientes calculados previamente. A su vez, siguiendo los lineamientos de Gualtieri & Secci, (2012), se evaluó el desempeño de cuatro métodos adicionales:

- a) Dos métodos basados en la extrapolación de valores horarios simultáneos que requieren de la clasificación de estabilidad: Smedman-Högström and Högström (SH) y Panofsky and Dutton (PD)
- b) Dos métodos basados en la extrapolación de la distribución de Weibull: Justus and Mikhail (JM) y Spera and Richards (SR)

3) RESULTADOS

La clasificación por estabilidad contabilizó un 70,8% de valores neutrales, un 17,3% estables y un 11,9% inestables. En primera instancia se compararon valores característicos (media y los factores c y k de la distribución Weibull) del valor medio anual de los datos horarios extrapolados empleando los 8 métodos propuestos, frente a los registros observados a 57,8m en el periodo testigo comprendido entre jun-09 abr-10

Los métodos basados en la extrapolación de la curva de Weibull (JM y SR) presentan el mejor desempeño, con errores relativos anuales menores al 3% y el método tradicional basado en el $CEV=1/7$ la peor aproximación. Por otro lado, los métodos generales basados en PL y aquellos basados en el cálculo de estabilidad horaria exhiben dificultades en la aproximación del factor de forma k , donde los errores superan el 10%. El método PD es el más preciso, presentado el método SH errores superiores al 5% en sus valores.

En segunda instancia se compararon los valores mensuales (media y coeficientes k y c). En términos generales, y coincidiendo con lo detectado en los valores medios anuales, los métodos basados en la extrapolación de Weibull (JM y SR) presentan una buena aproximación, seguido por los métodos derivados de la ecuación PL, salvo la regla del $1/7$. El método PD, presenta correcto desempeño excepto los meses de junio y julio donde el error del promedio mensual en la media alcanza el 10%, mientras que el SH es una aproximación débil. Dado la evidente relación entre el coeficiente c y los valores medios, los resultados son comparables, mientras que no así el factor de forma cuya aproximación es menos precisa.

4) CONCLUSIONES

El CEV es dependiente de la estabilidad, siendo un valor fijo $1/7$ una mala aproximación. Los métodos basados en la extrapolación de la curva de Weibull (JM y SR) presentan el mejor desempeño, con errores del promedio anual menores al 3% y mensual al 10%, siendo la aproximación del valor de forma la más débil. Sus ventajas son evidentes ya que son i) independientes de la clasificación de estabilidad de la serie de datos horarias, por ende de la información de cantidad de cielo cubierto parámetros no habituales en una campaña de medición ii) otorgan valores conservativos, preferibles en cualquier estimación energética.

El método PD, presenta un correcto desempeño excepto los meses de junio y julio donde el error en el parámetro c y la media alcanza el 10%, mientras que el SH en general no es una buena aproximación. Sin embargo, ambos métodos implican el cálculo del coeficiente de rugosidad y clasificación por estabilidad, y a pesar de su complejidad de cálculo, no presentan mayor beneficio que un método simple como el PL_GH.

5) AGRADECIMIENTOS

A la Empresa Central Eléctrica Eólica Bahía Blanca S.A. por ceder datos de la torre meteorológica y al Servicio Meteorológico Nacional. El presente trabajo fue financiado por el proyecto PICT 2014-1000

6) CITAS Y REFERENCIAS

- Counihan, J. (1975):** Adiabatic atmospheric boundary Layers: a Review and analysis of data Collected from the period 1880-1972. Atmospheric Environment.
- Gualtieri, G., & Secci, S. (2012):** Methods to extrapolate wind resource to the turbine hub height based on power law: A 1-h wind speed vs. Weibull distribution extrapolation comparison. Renewable Energy vol. 43(C) 183-200.
- Hellman, G. (1916):** Über die Bewegung der Luft in den untersten Schichten der. Meteorol Z 1916;34:273.
- Justus, C. G., & Mikhail, A. (1976):** Height variation of wind speed and wind distributions statistics. Geoph. R. L.
- Luna, R. E. & H. W. Church (1972):** A Comparison of Turbulence Intensity and Stability Ratio Measurements to Pasquill Stability Classes” *Journal of Applied Meteorology* 11 663–669.
- Peterson, E., & Hennessey, J. (1978):** On the Use of Power Laws for Estimates of Wind Power Potential. J. Appl. Meteor., 17, 390–394.
- Stull, R. B. (1989):** An Introduction to Boundary Layer Meteorology. Academic Publishers.