

POTENCIA DEL VIENTO EN LA CIUDAD DE VILLA MERCEDES, SAN LUIS ANÁLISIS DE LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS PARA EVALUAR LA INSTALACIÓN DE UN AEROGENERADOR

Patricia B. Gimeno¹, Juan P. Demichelis¹, Javier A. Carletto¹

¹Laboratorio de Energías Renovables – Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias
Universidad Nacional de San Luis (UNSL)
Ruta Prov. 55 Ex. 148 Ext. Norte - 7530 - Villa Mercedes - San Luis - Argentina
Tel - Fax: 054 2657 531000 - e-mail: patricia.gimeno4@gmail.com

Recibido 16/08/19, aceptado 22/10/19

RESUMEN: El objetivo de este trabajo es analizar la factibilidad del uso de aerogeneradores en la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias de la Universidad Nacional de San Luis, con el objeto de generar energía para autoconsumo. El aerogenerador es de la marca GIACOBONE, modelo/tipo EOLUX 1200. Los cálculos se realizaron utilizando los datos del viento obtenidos de un anemómetro que posee la Central Meteorológica instalada en el Campus de la mencionada institución. Los datos de velocidad del viento son de un período de diez años. Se comparan los resultados con la curva de potencia del aerogenerador para tomar la decisión sobre la conveniencia o no de instalarlo para la provisión estable de energía.

Palabras clave: potencia del viento, velocidad del viento, aerogenerador.

INTRODUCCIÓN

El Laboratorio de Energías Renovables (LER) de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias (FICA) de la Universidad Nacional de San Luis (UNSL), dispone de una central meteorológica ubicada en el Campus Universitario, localizado sobre Ruta Provincial N° 55, (Ex ruta 148) extremo norte con la cual se adquieren datos meteorológicos en tiempo real.

La estación meteorológica es marca DAVIS modelo VANTAGE PRO 2. Está ubicada en el extremo Norte de la Ciudad de Villa Mercedes, San Luis, Coordenadas 33° 38' 37,39'' S y 65° 26' 48.60'' O (ver Fig.1). Los datos se adquieren en la PC, a través de software específico que trabaja con la central, denominado Virtual Weather Station en su versión 13, un producto de la empresa Ambient Weather. (Carletto, et.al 2010)

Nuestra ciudad se encuentra (Norma IRAM 11603), en una región semiárida, de clima templado – cálido, donde es posible proyectar el uso de recursos de energías renovables.

Las especificaciones técnicas del aerogenerador GIACOBONE modelo EOLUX 1200, se muestran en la Figura 2. Este es un aerogenerador de 1200 W de potencia nominal y cuenta con rotor tripala de paso fijo.

El análisis de datos de este estudio, se realizó por un período de diez años, estudiando el comportamiento de la velocidad del viento para el potencial uso del aerogenerador antes mencionado.

Para el, se utilizaron los datos provenientes de la estación meteorológica marca DAVIS modelo VANTAGE PRO 2, localizada en el extremo norte de la ciudad, como muestra la Figura 1.

¹ Docente Investigador CyT FICA UNSL



Figura 1: Ubicación Estación Meteorológica – Campus FICA – UNSL.

Además, se cuenta con las especificaciones técnicas del aerogenerador las cuales se transcriben en la Tabla 1 que se muestra a continuación.

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
MARCA	GIACOBONE
TIPO/MODELO	EOLUX 1200
AÑO DE FABRICACIÓN	2011
GENERADOR	
POTENCIA NOMINAL	1200 W
VELOCIDAD NOMINAL	12 m/s
TIPO DE GENERADOR	Sincrónico imanes permanentes
TIPO DE IMÁN	Neodimio
TRANSMISIÓN DE ENERGÍA	Anillos Rozantes
ROTOR	
DIÁMETRO DEL ROTOR	2,15 m
ÁREA DE BARRIDO	3,63 m ²
ASPAS	3 Plástico Inyectado
ALTURA DEL EJE	9 m
TIPO DE CONTROL DE ORIENTACIÓN	Barlovento con timón de cola
TIPO DE CONTROL DE SOBREVOLUCIDAD	Reducción del área incidente por plegado de cola
SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	
CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA	Generación aislada de la red, almacenamiento en banco de batería
SISTEMA DE REGULACIÓN DE CARGA DE BATERIAS	Regulador Eolux 1248 M

Tabla 1: Características técnicas del aerogenerador EOLUX 1200.

ANÁLISIS DE DATOS

Para realizar los cálculos se obtuvieron los datos de la estación meteorológica. El anemómetro con el que cuenta, ubicado a una altura de 12 metros, almacena los valores de dirección del viento, velocidad, velocidad máxima y mínima como así también las ráfagas de viento, todos estos valores de velocidad expresados en km/h. Utilizando macros en Excel se obtienen los datos de velocidad en km/h. Esos

datos convertidos a m/s, tabulados en promedios aritméticos mensuales se muestran en la Tabla 2. El presente análisis se realiza para el período de diez años comprendido entre agosto 2008 y septiembre 2017. Cabe aclarar que, debido a un problema de la estación meteorológica con el almacenamiento de datos, no se registra información desde noviembre del 2014 hasta enero del 2015.

		VELOCIDAD PROMEDIO MENSUAL m/s											
		ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
AÑO	2008								2,61	1,76	2,56	2,38	2,15
	2009	1,59	1,42	1,08	1,22	1,09	0,82	0,99	1,83	2,10	2,39	2,45	2,23
	2010	2,33	1,94	0,86	1,03	0,79	0,98	1,02	1,90	2,07	1,76	1,63	1,40
	2011	2,33	1,94	0,86	1,03	0,79	0,98	1,02	1,90	2,07	1,76	1,63	1,40
	2012	1,46	1,48	1,05	1,35	0,47	1,13	1,11	1,43	2,46	2,19	1,62	0,30
	2013	1,50	3,24	3,50	2,94	2,52	2,80	3,26	4,40	4,94	5,01	4,10	2,64
	2014	3,91	2,88	3,16	3,10	3,25	4,12	3,66	4,37	4,81	1,51		
	2015		3,14	2,80	3,01	2,37	2,69	2,91	4,59	3,33	3,92	4,33	1,09
	2016	1,91	2,04	3,20	3,06	2,55	1,61	2,24	3,19	3,62	4,17	4,10	3,58
	2017	3,47	2,42	2,40	2,01	1,98	2,45	3,58	3,76	3,19			

Tabla 2: Velocidad del viento promedio agosto 2008 – septiembre 2017 en m/s.

La Figura 2 muestra los datos anteriores graficados y la tendencia de la velocidad del viento para el período analizado.

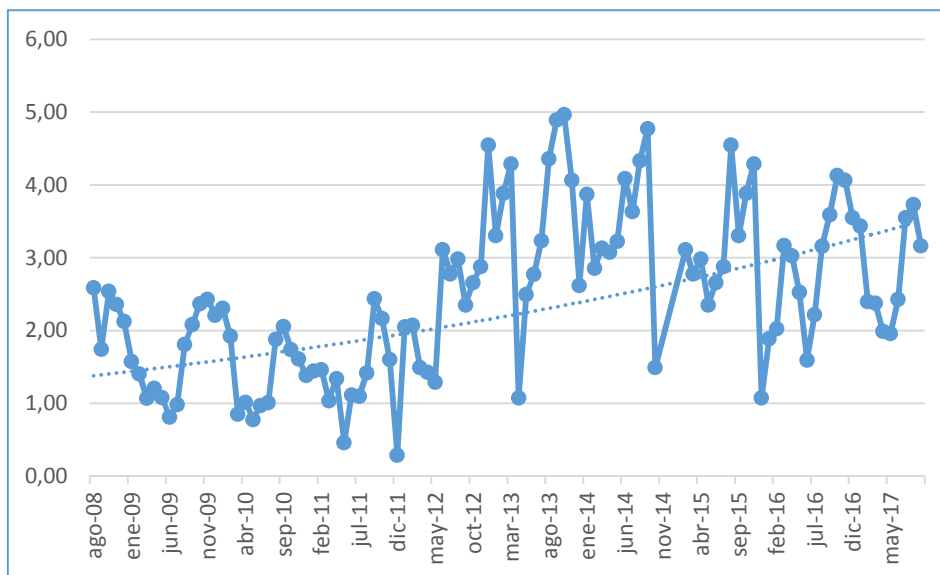


Figura 2. Velocidad promedio en m/s en el período agosto 2008 – septiembre 2017.

Para obtener los datos de energía producida por el aerogenerador, se necesita conocer la energía cinética del viento, y para ello su velocidad y densidad.

Energía Cinética del viento:
$$E_c = \frac{1}{2} m v^2 \quad (1)$$

Potencia del viento:
$$P = \frac{E_c}{t} = \frac{\frac{1}{2} m v^2}{t} = \frac{1}{2} \frac{m}{t} v^2 \quad (2)$$

$m/t = Q_m$ Caudal másico

$Q_v = A \cdot v$ Caudal volumétrico es el área expuesta por la velocidad del viento

$$P = 1/2 \frac{m}{t} v^2 = 1/2 Q_m v^2 \quad (3)$$

$$P = 1/2 Q_v \rho v^2 \quad (4)$$

$$P = 1/2 A v \rho v^2 = 1/2 A \rho v v^2 = 1/2 A \rho v^3 \quad (5)$$

Según Conrado Moreno Figueredo (2011) el parámetro más utilizado para entender como evaluar la potencialidad del viento en un lugar o región, es la densidad de potencia. Debido a las grandes variaciones temporales del viento, una forma de evaluar la potencialidad del viento es mediante la potencia media que dispone o contiene el viento por unidad de área expuesta al viento, o la densidad de potencia media en watt por metro cuadrado de área, lo que también se conoce como potencia media específica. Todo esto, relacionado con una altura sobre el nivel del suelo a la que fue referida, pues debido al fenómeno de wind shear, la velocidad del viento aumenta cuando aumenta la altura, lo que supone que la densidad de potencia aumenta con la altura.

Si consideramos la densidad de potencia o potencia específica, se define como la potencia por unidad de área, es decir,

$$\frac{P}{A} = \frac{1}{2} \rho V^3 \text{ en w/m}^2 \quad (6)$$

Dónde P es la Potencia, A el área, ρ la densidad del aire (kg/m³) y V la velocidad en (m/s).

Se calcularon los valores de la densidad de potencia suponiendo la densidad del aire como 1,22 kg/m³, obteniendo los valores que se muestran en la Tabla 3.

DENSIDAD DE POTENCIA EN w/m ²													
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
AÑO	2008							10.59	3.24	10.01	8.02	5.90	
	2009	2.41	1.70	0.76	1.09	0.78	0.33	0.59	3.63	5.52	8.13	8.79	6.61
	2010	7.52	4.37	0.38	0.65	0.29	0.56	0.63	4.08	5.31	3.22	2.58	1.63
	2011	1.85	1.92	0.69	1.47	0.06	0.86	0.82	1.75	8.89	6.21	2.53	0.02
	2012	5.28	5.47	2.05	1.79	1.32	18.37	13.13	16.21	7.97	11.52	14.61	57.46
	2013	22.04	35.78	48.26	0.77	9.50	13.01	20.65	50.67	71.52	74.78	41.06	10.99
	2014	35.48	14.22	18.83	17.76	20.48	41.68	29.29	49.75	66.32	2.04		
	2015		18.37	13.13	16.21	7.97	11.52	14.61	57.46	22.04	35.78	48.26	0.77
	2016	4.14	5.08	19.48	16.97	9.84	2.49	6.69	19.31	28.23	43.04	41.06	27.40
	2017	24.81	8.44	8.24	4.83	4.62	8.79	27.40	31.72	19.40			

Tabla 3. Densidad de potencia agosto 2008 – septiembre 2017 en w/m².

Si se multiplica ahora la densidad de potencia por el área del rotor (3,63 m²) del aerogenerador se obtiene la potencia que puede proporcionar el mismo, como se muestra en la Tabla 4.

POTENCIA EN WATTS													
AÑO	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	
	2008							38.45	11.76	36.35	29.10	21.41	
	2009	8.76	6.17	2.75	3.94	2.82	1.21	2.13	13.19	20.06	29.51	31.91	23.99
	2010	27.31	15.88	1.38	2.34	1.06	2.04	2.30	14.81	19.27	11.70	9.35	5.90
	2011	6.73	6.98	2.49	5.34	0.22	3.11	2.96	6.36	32.27	22.54	9.19	0.06
	2012	19.15	19.85	7.44	6.51	4.79	66.69	47.65	58.86	28.92	41.82	53.05	208.56
	2013	79.99	129.87	175.19	2.80	34.48	47.23	74.94	183.94	259.62	271.44	149.06	39.89
	2014	128.79	51.63	68.35	64.46	74.33	151.29	106.32	180.59	240.73	7.41		
	2015		66.69	47.65	58.86	28.92	41.82	53.05	208.56	79.99	129.87	175.19	2.80
	2016	15.04	18.46	70.72	61.62	35.72	9.03	24.28	70.11	102.49	156.24	149.06	99.45
	2017	90.07	30.63	29.91	17.52	16.77	31.91	99.45	115.13	70.41			

Tabla 4. Potencia agosto 2008 – septiembre 2017 en watts

Se obtienen los valores de energía que el aerogenerador puede proporcionar. En la Tabla 5 se muestran los promedios anuales de la velocidad, la potencia y la energía que puede proporcionar aerogenerador analizado con dichos valores.

Año	Velocidad Promedio	Potencia Anual W	Energía Anual KW-H
2008	2.29	27.42	240,161.84
2009	1.60	12.20	106,899.31
2010	1.48	9.45	82,740.58
2011	1.48	8.19	71,717.18
2012	1.34	46.94	411,206.44
2013	3.40	120.70	1,057,373.75
2014	3.48	107.39	940,750.64
2015	3.11	81.22	711,469.69
2016	2.94	67.69	592,935.83
2017	2.81	55.76	488,424.14

Tabla 5. Promedios anuales de velocidad, potencia y energía

Se conoce como velocidad de conexión, la velocidad que se necesita para que el aerogenerador comience a girar. Para generadores de baja potencia esta velocidad se aproxima a 3 m/s.

La velocidad nominal es la velocidad del viento a la cual la máquina eólica alcanza su potencia nominal; por encima de esta velocidad la potencia extraída del viento se puede mantener constante.

Con la velocidad de viento promedio de los años considerados, 2,4 m/s, se ingresa a la curva de potencia normalizada, la cual se obtiene del informe de prueba realizado por INTI Neuquén, para el EOLUX 1200 - Figura 3 y se puede observar que para esos valores de velocidad promedio, la potencia entregada por el generador es para un consumo interno estable.

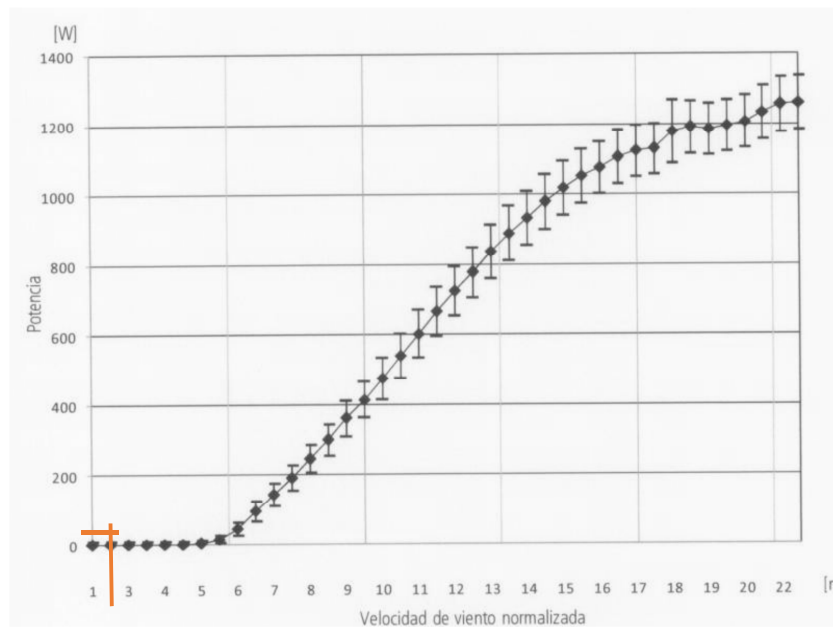


Figura 3 – Curva de Potencia Aerogenerador EOLUX 1200

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran que el Aerogenerador EOLUX 1200, si bien genera energía, no es apto para la generación estable para consumo.

Con los valores de velocidad media obtenidos, un aerogenerador con una curva de potencia con valores más altos de potencia para velocidades bajas, sería más apropiado que un EOLUX 1200 para una generación de energía aceptable.

Resulta interesante para completar el estudio, y queda para futuros trabajos poder obtener los valores de Weibull A y Weibull K a partir de los datos de velocidad obtenidos en la central meteorológica, para llegar a cabo un análisis más exacto de la potencial generación, con este u otro aerogenerador.

REFERENCIAS

- Carletto J, Demichelis, J., Rodrigo V. (2010) - Nuevo Sitio Web Para Datos Meteorologicos On Line En Dos Puntos De La Ciudad De Villa Mercedes – San Luis – ASADES 2010
- Conrado, Moreno, Figueredo (2011) – Energía Eólica. Editorial Academia. ISBN 978-959-270-210-3
- Davis Instruments Corp. (2004) - Davis Vantage PRO2 Quick Reference Guide.
- Norma IRAM 11603 (2011) - Acondicionamiento térmico de edificios - Clasificación bioambiental de la República Argentina.

WIND POWER IN THE CITY OF VILLA MERCEDES, SAN LUIS ANALYSIS OF THE LAST 10 YEARS TO EVALUATE THE INSTALLATION OF AN AIRBRUSHER

ABSTRACT The objective of this work is to analyze the feasibility of the use of wind turbines in the Faculty of Engineering and Agricultural Sciences of the National University of San Luis, in order to generate energy for self-consumption. The wind turbine is of the GIACOBONI brand, model / type EOLUX 1200. The calculations were made using wind data obtained from an anemometer that has the Meteorological Plant installed on the Campus of the mentioned institution. Wind speed data is for a period of ten years. The results are compared with the wind turbine power curve to make the decision about whether or not to install it for the stable supply of energy.

Key words: wind power, wind speed, wind turbine.