

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), enero-febrero 2026,
Volumen 10, Número 1.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1

ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL EÓLICO Y APROVECHAMIENTO ENERGÉTICO EN UNA VIVIENDA RESIDENCIAL EN BOCA DEL RÍO, VERACRUZ

**ESTIMATION OF WIND ENERGY POTENTIAL AND ITS
USE IN A RESIDENCE IN BOCADEL RÍO, VERACRUZ**

Jessica Rosario Grajeda Rosado

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, México

José Alfredo Inclán Barragán

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias Navales, México

Erika Jazmín De la Cruz Ángel

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias Navales, México

Guadalupe González Mejía

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias Navales, México

Ricardo Fernández Infanzón

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias Navales, México

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i1.23112

Estimación del Potencial Eólico y Aprovechamiento Energético en una Vivienda Residencial en Boca del Río, Veracruz

Jessica Rosario Grajeda Rosado¹

jgrajeda@uv.mx

<https://orcid.org/0009-0002-9843-7552>

Facultad de Ingeniería Eléctrica y Electrónica
México

José Alfredo Inclán Barragán

jinclan@uv.mx

<https://orcid.org/0009-0009-0351-0851>

Facultad de Ingeniería Mecánica y
Ciencias Navales
México

Erika Jazmín De la Cruz Ángel

eridelacruz@uv.mx

<https://orcid.org/0009-0001-2617-0708>

Facultad de Ingeniería Macánica y
Ciencias Navales
México

Guadalupe González Mejía

guadalupegonzalez@uv.mx

<https://orcid.org/0009-0003-0639-7942>

Facultad de Ingeniería Mecánica y
Ciencias Navales
México

Ricardo Fernández Infanzón

rfernandez@uv.mx

<https://orcid.org/0009-0002-7937-615X>

Facultad de Ingeniería Mecánica y
Ciencias Navales
México

RESUMEN

El presente estudio desarrolla una evaluación técnica del potencial eólico para integrar un generador de baja potencia (mini eólica) en una vivienda de interés social ubicada en Boca del Río, Veracruz. El análisis considera la caracterización del recurso eólico, la revisión de la demanda eléctrica residencial y la estimación del desempeño del aerogenerador seleccionado. Con datos del *Global Wind Atlas*, se obtuvo una velocidad media anual de 4.2 m/s y una densidad de potencia eólica de 263 W/m² a 10 m de altura, clasificando al sitio dentro de un régimen de viento moderado apto para aplicaciones minieólicas. Se elaboró un cuadro de cargas y se analizaron consumos históricos de la CFE (2020–2025), identificándose un incremento asociado al uso intensivo de climatización. Con base en estos parámetros, se seleccionó el aerogenerador Ryse Energy E3. Los resultados indican una Producción Anual Equivalente cercana a 2 650 kWh/año, equivalente al 60% del consumo eléctrico anual de la vivienda.

Palabras clave: potencial eólico, mini eólica, consumo eléctrico residencial, producción anual estimada (PAE)

¹ Autor principal

Correspondencia: jgrajeda@uv.mx

Estimation of Wind Energy Potential and Its Use in a Residence in Boca del Río, Veracruz

ABSTRACT

This study conducts a technical assessment of wind energy potential for the integration of a low-power wind generator (mini wind turbine) in a social-interest residence located in Boca del Río, Veracruz. The analysis encompasses wind resource characterization, a review of residential electrical demand, and performance estimation of the selected wind turbine. Using data from the Global Wind Atlas, an annual mean wind speed of 4.2 m/s and a wind power density of 263 W/m² at 10 meters height were obtained, classifying the site within a moderate wind regime suitable for mini wind applications. An electrical load profile was developed and historical consumption records from the Federal Electricity Commission (2020–2025) were analyzed, revealing an increase associated with intensive air-conditioning use. Based on these parameters, the Ryse Energy E3 wind turbine was selected. The results indicate an Annual Equivalent Production of approximately 2,650 kWh/year, which corresponds to 60% of the residence's annual electricity consumption.

Keywords: Wind energy potential, mini wind turbine, residential electricity consumption, estimated annual production (EAP)

*Artículo recibido 05 enero 2026
Aceptado para publicación: 12 febrero 2026*



INTRODUCCIÓN

La transición hacia sistemas energéticos más sostenibles ha impulsado un creciente interés por tecnologías de generación renovables capaces de complementar el suministro eléctrico convencional en entornos urbanos. En regiones costeras como Boca del Río, Veracruz, la presencia constante de vientos marinos constituye un recurso renovable presente, cuyo aprovechamiento podría contribuir a reducir la dependencia de la red pública y mitigar el incremento sostenido en la demanda residencial. Estudios climatológicos previos destacan la influencia de la brisa marina y la persistencia de vientos del este y noreste en la región, lo que favorece condiciones estables para la generación eólica de pequeña escala (García, 2004; Jáuregui, 2003). El presente estudio evalúa el potencial eólico disponible para seleccionar un aerogenerador de baja potencia destinado a una vivienda de interés social, atendiendo un vacío en estudios de aprovechamiento eólico, la falta de investigaciones aplicadas que integren simultáneamente la caracterización del recurso eólico local, el análisis histórico del consumo eléctrico y la evaluación técnica de turbinas compatibles con vientos moderados. El problema de investigación surge del incremento progresivo del consumo eléctrico registrado entre 2020 y 2025, asociado principalmente al uso intensivo de equipos de climatización, como lo evidencian los registros bimestrales de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

El marco teórico se fundamenta en los principios de energía cinética del viento, potencia aerodinámica y parámetros de desempeño de aerogeneradores, tales como el coeficiente de potencia (C_p), la densidad de potencia eólica (WPD), el factor de planta (FP) y el factor de disponibilidad (FD). Asimismo, se consideran estudios recientes realizados en la región, como la Evaluación del Potencial Eólico de Producción de Energía Anual en Boca del Río (De la Cruz Angel Erika Jazmin, 2025) que aportan información relevante sobre la variabilidad del viento en alturas cercanas a la superficie. En conjunto, estos elementos justifican la necesidad de evaluar la viabilidad técnica de implementar un aerogenerador de baja potencia en la vivienda seleccionada. Se plantea como hipótesis que un sistema correctamente dimensionado puede cubrir una fracción significativa del consumo anual y reducir la demanda proveniente de la red pública.



METODOLOGÍA

El comportamiento del viento en Boca del Río, Veracruz, puede comprenderse a partir de los principios generales de la climatología tropical descritos por García (GARCIA, 2004) y Jáuregui (JAUREGUI, 2003). Estas obras señalan que las zonas costeras del Golfo de México presentan una marcada influencia de la circulación marina, la cual genera vientos dominantes del este y noreste durante gran parte del año. Este patrón se debe al contraste térmico entre la superficie continental y el océano, que favorece la formación de la brisa marina, un flujo relativamente constante que se intensifica en horas de la tarde (Simpson, 1994).

En regiones urbanas costeras como Boca del Río, Veracruz, este fenómeno constituye la principal fuente de ventilación natural y explica la presencia de vientos moderados y persistentes en condiciones atmosféricas estables.

En la Figura 1 se muestra la ubicación del caso de estudio, el cual se desarrolló en una vivienda unifamiliar ubicada en la zona costera del municipio de Boca del Río, Veracruz, a una distancia aproximada de 350 metros del litoral del Golfo de México con coordenadas geográficas Latitud 19 grados 06' 23.7" N y longitud 96 grados 06' 08.2 " W.

Figura 1. Ubicación del caso de estudio en Boca del Río, Veracruz



Fuente: Creación propia

El presente análisis se centra en una vivienda de interés social concebido bajo criterios de funcionalidad, economía espacial y accesibilidad, características propias de este tipo de vivienda

destinada a atender las necesidades habitacionales de sectores urbanos en crecimiento. El inmueble alberga a una familia de cuatro integrantes y su configuración arquitectónica cumple con los lineamientos básicos establecidos para garantizar condiciones mínimas de habitabilidad (CONAVI, 2010).

El acceso principal conduce a un espacio común que integra sala, comedor y cocina en un esquema de planta abierta el cual favorece el aprovechamiento del espacio disponible y promueve la interacción cotidiana entre los habitantes. La sala funciona como área de convivencia y descanso; el comedor se establece como punto central para la dinámica alimentaria familiar; y la cocina, equipada de manera esencial, constituye el área destinada a la preparación de alimentos y actividades domésticas básicas. El departamento cuenta con un baño completo, ubicado de manera estratégica para facilitar su acceso desde las zonas comunes y privadas. Asimismo, dispone de tres recámaras, distribuidas de forma que permiten separar las actividades sociales de los espacios destinados al descanso y la privacidad. Cada habitación cumple una función específica en la organización interna del hogar, proporcionando áreas individuales para los miembros de la familia.

A partir de esta distribución arquitectónica fue posible establecer los criterios para la elaboración de la tabla 1 de cargas eléctricas correspondiente a la vivienda. La identificación de los espacios funcionales permitió determinar los equipos, dispositivos y puntos de consumo presentes en cada área, lo cual constituye el primer paso para estimar la demanda eléctrica de la vivienda. Con base en ello, se procedió a seleccionar potencias unitarias típicas para iluminación, electrodomésticos y cargas de uso general, considerando valores comúnmente reportados en catálogos residenciales y especificaciones de fabricantes.

La metodología empleada para la tabla 1, consistió en determinar el número de cargas conectadas a cada circuito relacionado a cada área de la vivienda (sala, comedor, recámaras, cocina, baño, pasillo) se contabilizaron los puntos de iluminación y contactos generales, asignando una potencia unitaria de 180 W a las cargas de uso general y de 25 W a las cargas de menor consumo, de acuerdo con criterios típicos de diseño residencial (Secretaría de Energía, 2012).

En el caso de los equipos de aire acondicionado, se consideró una potencia nominal de 1.3 kW por unidad, registrando en la tabla únicamente la cantidad de equipos por circuito.



A partir de estas cantidades, se procedió al cálculo de la potencia total por circuito, para ello, se multiplicó el número de cargas de 180 W por su potencia unitaria, el número de cargas de 25 W, y el número de equipos de aire acondicionado por 1.3 kW. La suma de estos productos proporcionó la potencia total de cada circuito en watts.

De manera análoga, la suma de las potencias de todos los circuitos permitió obtener la potencia total instalada en la vivienda, que se muestra en el renglón final de la tabla 1.

Una vez determinada la potencia total de cada circuito, se calculó la corriente correspondiente, registrada en la columna de “Amperes”.

La ecuación 1 se realizó aplicando la relación básica entre potencia y tensión para sistemas monofásicos: $I = \frac{P}{V}$ Ecu. (1)

considerando una tensión nominal de 127 V.

Así, para cada circuito se dividió la potencia total en watts entre 127 V, obteniendo la corriente en amperes.

Este valor de corriente es el que sirve de referencia para seleccionar los dispositivos de protección y el calibre de los conductores.

En la columna OCPD (dispositivo de protección contra sobrecorriente) se aplica en la regla general NEC (COACH, 2008) o también conocido como NFPA 70, el cual indica que debe dimensionarse al 125% de la carga continua (aquella que opera más de 3 hrs) más el 100 % de la carga, esto para evitar disparos en falso por acumulación de calor, el cual se desarrolla por la ecuación 2:

$$\text{Capacidad OCPD} = I_{\text{carga}} \times 1.25 \quad \text{Ecu. (2)}$$

Si el resultado no coincide con un breaker comercial, se seleccionó el tamaño estándar superior inmediato según NEC 240.6 (National Fire Protection Association, 2023).




Finalmente en la columna conductor se definieron a partir de la corriente calculada y de los criterios de seguridad establecidos para instalaciones residenciales. Para cada circuito, se eligió un interruptor termomagnético con capacidad nominal superior a la corriente de operación, pero dentro de los márgenes recomendados (por ejemplo, 20 A para corrientes del orden de 14–16 A, y 15 A para corrientes cercanas a 10 A) conforme a lo establecido en la normativa aplicable (Instituto Nacional de



Normalización, 2018). De forma complementaria, se seleccionó el calibre del conductor (12 AWG o 10 AWG) en función de la capacidad de conducción de corriente y las condiciones de instalación, garantizando que los conductores soporten la corriente de diseño sin sobrecalentamiento y cumpliendo con los requisitos de seguridad eléctrica.

Este procedimiento integra de manera coherente las características físicas del inmueble con los requerimientos energéticos derivados de su uso cotidiano, proporcionando una base técnica sólida para el estudio del consumo eléctrico en viviendas de interés social.

Tabla 1. Cuadro de cargas en el objeto de estudio Fuente: Creación propia

Circuito	Área	 180W	 1.3KW A.A	 25W	Potencia total	Amperes	OCPD	Conductor
1	Sala Comedor Recamaras	11		5	2105	16.5	20 A	12 AWG
2	Cocina Baño Pasillo	9		8	1820	14.33	20 A	12 AWG
3	Aire acondicionado recamara 1		1		1300	10.2	15 A	10 AWG
4	Aire acondicionado recamara 2		1		1300	10.2	15 A	10 AWG
5	Aire acondicionado recamara 3		1		1300	10.2	15 A	10 AWG
		3420	3900	325	7825			

A continuación se presenta en la tabla 2, el cual se tomó datos de los recibos de los consumos registrados entre 2020 y 2025 por parte de Comisión Federal de Electricidad (CFE) donde se muestra un crecimiento progresivo, con aumentos particularmente marcados a partir del año 2022. Este comportamiento coincide con la operación intensiva de los equipos de climatización, cuya potencia individual de 1.3 kW, distribuida en tres circuitos independientes, representa la mayor contribución a la demanda energética.

La correspondencia entre los picos de consumo en los bimestres cálidos y la potencia instalada en los circuitos de aire acondicionado confirma que estas cargas son responsables de la mayor parte del incremento energético observado en los últimos años.

Asimismo, la potencia total instalada estimada en la tabla de cargas, cercana a 7.8 kW, permite comprender la magnitud del consumo anual reflejado en la tabla histórica. La tendencia ascendente en los valores bimestrales, que en 2025 superan los 1 300 kWh en varios periodos, evidencia que la vivienda ha alcanzado niveles de consumo que superan ampliamente los de años anteriores. Esta situación no solo incrementa los costos de facturación eléctrica, sino que también revela una dependencia creciente de la red pública para cubrir las necesidades energéticas del hogar.

La comparación entre la tabla de cargas eléctricas (Tabla 1) y la tabla de consumos bimestrales (Tabla 2) permite establecer una relación directa entre la demanda instalada en la vivienda y el comportamiento real del uso de energía a lo largo de los años (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, 2018).

La tabla de cargas (Tabla 1) proporciona una estimación detallada de la potencia conectada por circuito, identificando la presencia de cargas significativas como los equipos de aire acondicionado, mientras que la tabla de consumos evidencia cómo estas cargas se traducen en incrementos sostenidos de energía utilizada, especialmente en los periodos de mayor temperatura ambiental.

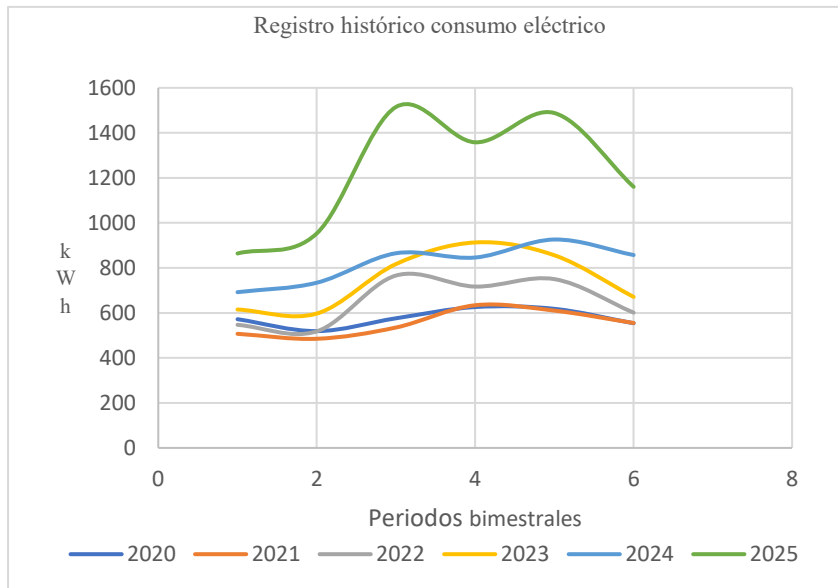
Tabla 2. Tabla de consumo eléctrico por bimestre registro histórico 2020-2025

Año	Diciembre- Febrero kWh	Febrero- Abril (kWh)	Abril-Junio (kWh)	Junio-Agosto (kWh)	Agosto-Octubre (kWh)	Octubre- Diciembre (kWh)
2020	572	519	576	626	618	554
2021	507	485	535	634	610	555
2022	547	518	766	717	750	601
2023	615	597	817	913	856	671
2024	692	734	865	846	926	857
2025	864	953	1515	1358	1488	1160

Por lo tanto en la figura 2, el cual es el registro histórico de consumo del inmueble, también permite validar la pertinencia del dimensionamiento eléctrico realizado en las tablas de cargas. Los valores de corriente calculados para cada circuito, así como la selección de protecciones y calibres de conductor, se justifican al observar que los consumos reales se mantienen dentro de los rangos esperados para la carga instalada. Sin embargo, el incremento sostenido del consumo hacia 2025 con valores que superan los 1 400 kWh en algunos periodos evidencia una creciente dependencia de la red eléctrica, lo que refuerza la necesidad de incorporar un sistema de generación renovable.



Figura 2. Registro histórico del consumo eléctrico periodos 2020-2025



En conjunto, la figura 2 y las tablas de cargas conforman un análisis integral que permite comprender tanto la capacidad instalada como el comportamiento energético real de la vivienda., orientado a reducir la demanda proveniente de la red pública y mejorar la eficiencia energética del inmueble ya que el aumento sostenido del consumo, la presencia de cargas de alta demanda y la disponibilidad de un perfil de uso claramente identificado permiten plantear la incorporación de un generador eólico como una alternativa viable para reducir la dependencia de la red, mejorar la eficiencia energética y contribuir a la sostenibilidad del inmueble.

Cabe destacar que en los estudios de la Evaluación del potencial eólico de producción de energía anual en ciudad de Boca Del rio (De la Cruz Angel Erika Jazmin, 2025) se toman de referencia las siguientes fórmulas para el estudio.

Es por eso que la energía eólica se fundamenta en la energía cinética del viento definida en la ecuación 3:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad Ecu. (3)$$

Donde m= es la masa del aire (kg) y v es la velocidad el viento (m/s)

Por ende, la ecuación 4 depende de las variables de la ecuación 1, la cual se presenta a continuación:

$$E_c = \frac{1}{2}\rho Av^3t \quad Ecu. (4)$$

El cual ρ es la densidad del aire (kg/m^3), A es el área barrida del rotor del aerogenerador y t es el tiempo(s).

Por lo tanto, hay que considerar el rendimiento de la máquina que se va a seleccionar llamado C_p (Burton, Jenkins, & Bossanyi, 2011), y se obtiene de la siguiente ecuación 5.

$$P_{wind} = C_p * \frac{1}{2} * \rho * A * v^3 \text{ Ecu. (5)}$$

C_p es el coeficiente de potencia de la máquina medida, el cual su unidad es en porcentaje.

En la siguiente ecuación 6, se relaciona con un concepto el cual es un indicador importante para determinar el potencial de los recursos eólicos, y para describir la cantidad de energía del viento a diversos valores de velocidad en una ubicación particular (Justus, Hargraves, & Mikhail, 1976), el cual se llama Densidad de Potencia Eólica, WPD (Wind Power Density), el cual se define:

$$WPD = \frac{1}{2} * \rho * v^3 \text{ Ecu. (6)}$$

Donde: WPD es la densidad de potencia eólica en (W/m^2).

En la operación real de una máquina eólica existe la certeza de que no estará generando energía durante el cien por ciento del tiempo.

A lo largo del año se presentan periodos en los que el aerogenerador se encuentra en funcionamiento y otros en los que permanece detenido debido a mantenimiento, fallas, ausencia de viento o condiciones fuera de su rango operativo. Para cuantificar esta relación entre horas activas y horas de inactividad se emplea el Factor de Disponibilidad (FD), definido en la Ecuación 7:

$$FD = \frac{HA - HP}{HA} \text{ Ecu. (7)}$$

Donde HA representa las horas totales del año (8760 h) y HP las horas en las que la máquina permanece fuera de servicio. Este factor permite estimar la proporción del tiempo durante la cual el aerogenerador está realmente disponible para producir energía.

Por ende, la energía total generada en un año por el aerogenerador se calcula multiplicando la potencia nominal y las horas anuales :

$$ETG = P_{wind}HA \text{ Ecu. (8)}$$



No obstante, además de considerar el tiempo de operación, es necesario evaluar el desempeño energético del equipo. Para ello se utiliza el Factor de Planta (FP), que relaciona la energía total generada con la potencia nominal del aerogenerador. Este indicador se expresa mediante la Ecuación 9:

$$F_p = \frac{ETG}{PN * HA} \quad Ecu. (9)$$

Donde ETG es la energía total generada en un año, PN la potencia nominal del aerogenerador y HA las horas anuales. El FP permite conocer qué fracción de su capacidad máxima utiliza realmente la máquina a lo largo del año, considerando las variaciones del viento (González, M.B., & Santos, 2014).

Finalmente, integrando los factores anteriores y las características del generador, se obtiene la Producción Anual Equivalente (PAE), que representa la energía que puede entregar el aerogenerador en un año bajo las condiciones reales del sitio. Este parámetro se calcula mediante la Ecuación 10:

$$PAE = P_{gen} * F_p * 8760 * FD \quad Ecu. (10)$$

Donde P_{gen} es la potencia del generador eléctrico acoplado al rotor. La PAE constituye un indicador fundamental para evaluar la viabilidad energética del sistema, ya que refleja la producción anual esperada considerando tanto el recurso eólico disponible como el desempeño operativo del aerogenerador.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La caracterización del recurso eólico en el sitio de estudio, el cual está ubicado en una altitud de 19.106333° y latitud de -96.102416°, en Boca del Río, Veracruz, se realizó utilizando la plataforma Global Wind Atlas, (ENERGYDATA.INFO, 2026) desarrollada por el World Bank Group y DTU Wind Energy. A partir de esta herramienta se obtuvo la velocidad media anual del viento y la densidad de potencia eólica (WPD) a la altura de referencia seleccionada de 10 mts, considerando las condiciones de rugosidad y orografía de la zona de Boca del Río, Veracruz.

Los datos extraídos del Global Wind Atlas indican una velocidad promedio del aire de 4.2 m/s y una densidad de potencia eólica del orden de 263 W/m², lo que clasifica al sitio dentro de una categoría de recurso eólico apto para aplicaciones de minieólica (Badger, Hahmann, Peña, & Møller, 2014).



La selección del aerogenerador Ryse Energy E-3 (Detsche Windtechnik, 2026) se fundamentó en criterios técnicos, operativos y de compatibilidad con el recurso eólico disponible en el sitio de estudio.

Estos parámetros fueron integrados en las ecuaciones de potencia, energía y desempeño (Ecuaciones 1 a 8), lo que permitió evaluar la viabilidad del equipo bajo condiciones reales del emplazamiento.

El modelo Ryse E-3 fue seleccionado debido a que su diseño y características técnicas se ajustan a las condiciones de viento moderado del sitio. Este aerogenerador cuenta con un rotor de 3.8 m de diámetro, un coeficiente de potencia máximo de $C_p = 0.41$, un área de barrido del rotor de 11.34 m^2 , y una densidad del aire de 1.17 kg/m^3 , el cual fue basado en el estudio de vientos del 2024 (Gonzales Mejia, De la Cruz Angel, Inclan Barragan, Pacheco Martinez, Ponce Avila., 2025).

Al aplicar la velocidad promedio del aire de 4.2 m/s en la ecuación de potencia aerodinámica (Ecuación 5),

$$P_{wind} = C_p * \frac{1}{2} * \rho * A * v^3 \text{ Ecu. (5)}$$

$$P_{wind} = (0.41) \left(\frac{1}{2}\right) (1.17) (11.34) (4.2)^3 = 0.201 \text{ kW}$$

Se calcula la Energía Total Anual ETG usando la potencia media generada por el aerogenerador, el cual se establece de la ecuación 8:

$$ETG = P_{wind} HA = (0.201)(8760) = 1765.244 \text{ kWh/año}$$

Posteriormente se calcula el factor planta F_p de la ecuación 9:

$$F_p = \frac{ETG}{PN * HA} = \frac{(1765.244)}{(1.9)(8760)} = 0.106 = 10.6\%$$

Finalmente se calcula la producción anual equivalente (PAE), de la ecuación 10 con un factor de disponibilidad del 95 %

$$PAE = P_{gen} * F_p * 8760 * FD = (3)(0.106)(8760)(0.95) = 2646.396 \text{ kWh/año}$$

CONCLUSIONES

El presente estudio demuestra la factibilidad técnica de implementar un sistema de generación eólica a pequeña escala en Boca del Río, Veracruz, mediante la integración del análisis del recurso eólico, la evaluación aerodinámica y el desempeño operativo del aerogenerador Ryse Energy E3. Los valores obtenidos —velocidad promedio de 4.2 m/s y densidad de potencia de 263 W/m^2 — confirman que,



aunque el régimen de viento es moderado, resulta adecuado para turbinas residenciales de baja potencia. La estimación de una Energía Total Generada de 1,770 kWh/año y una Producción Anual Equivalente cercana a 2,650 kWh/año evidencia que el equipo puede cubrir aproximadamente el 60% del consumo eléctrico anual de la vivienda. Estos resultados indican que la mini eólica constituye una alternativa viable para reducir la dependencia de la red pública y avanzar hacia la diversificación energética residencial en zonas costeras con condiciones similares.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Badger, J., Hahmann, A. N., Peña, A., & Møller, J. K. (2014). Wind climatology and wind energy resources in the Global Wind Atlas. *Renewable Energy*, 279-288.
- Burton, T. S., Jenkins, N., & Bossanyi, E. (2011). Wind turbine aerodynamics and performance analysis: A review of power coefficient behavior in small and large-scale turbines. *Renewable Energy*, 2398-2412.
- COACH, S. J. (2008). *National Electrical Code Handbook*. Quincy ,Massachusetts: National Fire Association.
- CONAVI. (2010). *Criterios e indicadores de habitabilidad para la vivienda de interes social* . Ciudad de México: Comision Nacional de Vivienda .
- De la Cruz Angel Erika Jazmin, G. M. (2025). De la Cruz Ángel, E. J., Barr Evaluación del Potencial Eólico de Producción de Energía Anual (PEA), en la Ciudad de Boca del Río, Veracruz. *Ciencia Latina Internacional*, 9313-9322.
- Detsche Windtechnik. (14 de febrero de 2026). *wind-turbine-models.com*. Obtenido de wind-turbine-models.com: <https://es.wind-turbine-models.com/>
- Energydata.Info. (14 De Febrero De 2026). *Global Wind Atlas*. Obtenido de GLOBAL WIND ATLAS: <https://globalwindatlas.info/en/>
- GARCIA. (2004). *Modificaciones Al Sistema De Clasificacion Climatica De Köppen*. Mexico: Universidad Nacional Autonoma De Mexico.



- Gonzales Mejia , De la Cruz Angel, Inclan Barragan, Pacheco Martinez, Ponce Avila. (2025). Evaluacion de la velocidad del viento en diferentes alturas: Estudio temporal y espacial en Boca del Rio, Veracruz. *Ciencia Latina*, 6245-6255.
- González, J., M.B., P., & Santos, J. R. (2014). A review and recent developments in the optimal wind-turbine micro-siting problem. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 133-144.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2018). *Encuesta Nacional sobre Consumo de Energéticos en Viviendas Particulares (ENCEVI):Diseño conceptual* . Aguascalientes : INEGI.
- Instituto Nacional de Normalización. (2018). *NMX-J-010-ANCE-2018: Conductores eléctricos-Ampacidades*. Ciudad de México: Asociacion de Normalizacion y Certificación.
- JAUREGUI. (2003). *CLIMATOLOGIA DE MEXICO* . MEXICO: UNAM.
- Justus, C. G., Hargraves, W., & Mikhail, A. G. (1976). Methods for estimating wind speed frequency distributions. *Journal of Applied Meteorology*, 931-935.
- National Fire Protection Association. (2023). *NFPA 70: National Electrical Code* . Quincy, Massachusetts, Estados Unidos: National Fire Protection Association .
- Secretaria de Energía. (2012). *NOM-001-SEDE-2012:Instalaciones eléctricas (utilización)*. Ciudad de México: Direccion General de Normas.
- Simpson, J. (1994). *Sea breeze and local winds*. Cambridge, Reino Unido : Cambridge University Press.

