

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE ELECTRICIDAD



TEMA:

“APLICACIÓN DEL MÉTODO DE SIMULACIÓN MONTE-CARLO PARA LA ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN EÓLICA BASADA EN LA VELOCIDAD DEL VIENTO COMO VARIABLE ALEATORIA”

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico

AUTOR:

Ángel Marcelo Díaz Yar

DIRECTOR (A):

MSc. Guerra Masson Julio Esteban

Ibarra, 2025



AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1005264575		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Díaz Yar Ángel Marcelo		
DIRECCIÓN:	Ibarra		
EMAIL:	amdiaz@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0980493847

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Aplicación del método de simulación Monte-Carlo para la estimación de generación eólica basada en la velocidad del viento como variable aleatoria.
AUTOR (ES):	Díaz Yar Ángel Marcelo
FECHA DE APROBACIÓN: DD/MM/AAAA	25/06/2025
PROGRAMA:	☒ PREGRADO ☐ POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Eléctrico
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Guerra Masson Julio Esteban MSc.



2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 25 días del mes de junio de 2025.

EL AUTOR:


.....
Díaz Yar Ángel Marcelo
CI:1005264575



**CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN
CURRICULAR**

Yo, Guerra Masson Julio Esteban en calidad de director del señor estudiante Diaz Yar Ángel Marcelo certifico que ha culminado con las normas establecidas en la elaboración del Trabajo de Integración Curricular con el tema: "APLICACIÓN DEL METODO DE SIMULACION MONTE-CARLO PARA LA ESTIMACION DE GENERACION EOLICA BASADA EN LA VELOCIDAD DEL VIENTO COMO VARIABLE ALEATORIA"

Para la obtención del título de Ingeniero Eléctrico, aprobado la defensa, impresión y empastado.

.....
MSc. Julio Esteban Guerra

DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**DEDICATORIAS**

Dedico este trabajo a mis padres, Zoila Yar y Ángel Díaz, por su apoyo incondicional y por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mis hermanos, Fernanda Díaz y Jonathan Díaz, por su compañía, comprensión y aliento a lo largo de este camino.

A mis abuelos, por su ayuda, sus bendiciones y su sabiduría.

A mis amigos y compañeros de clase, por compartir conmigo esta etapa de crecimiento académico y formación personal, y por ser parte fundamental de esta experiencia.

También dedico este trabajo a Nayeli por estar y haberme acompañado en todos estos años.

“Y Por quienes creyeron en mí cuando yo dudaba”



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por darme la fuerza, la sabiduría y por darme la vida cada día.

Mis más sinceros agradecimientos a mi director de tesis, MSc Julio Guerra, por su invaluable orientación, sus sabias observaciones y su constante apoyo a lo largo de todo el proceso de investigación. Al igual a mi asesor PhD Gerardo Collaguazo ya que su paciencia, su experiencia y dedicación fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Expreso mi gratitud a la Universidad Técnica del Norte, a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas y a la carrera de Electricidad, por brindarme la formación académica y los recursos necesarios para llevar a cabo todo mi aprendizaje.



INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIAS	4
AGRADECIMIENTOS.....	5
RESUMEN	12
ABSTRACT	13
CAPITULO I.....	14
1.1. Problema de investigación.	14
1.1.1. Problemática a investigar.	14
1.1.2. Formulación de la pregunta de investigación	14
1.2. Objetivos.....	15
1.3. Alcance y delimitación.....	15
1.4. Justificación.....	16
CAPÍTULO II.....	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.2. Marco Teórico.....	20
2.2.1. Energía Eólica	20
2.2.2. Centrales Eólicas.....	20
2.2.3. Estructura de la Central Eólica.....	21
2.2.3.1. Aerogenerador	21
2.2.3.2. Torre Meteorológica.....	24
2.2.3.3. Sistema de Control.....	24
2.2.3.4. Transformador.....	24
2.2.3.5. Sistema de Transmisión	25
2.2.4. Variables Principales en la Generación de Energía Eólica.....	25
2.2.4.1. Velocidad del Viento.....	25
2.2.4.2. Dirección de los vientos	27
2.2.4.3. Área Barrida por las Palas	28
2.2.4.4. Densidad del Aire.....	29
2.2.4.5. Eficiencia del Aerogenerador	29
2.2.4.6. Altura de la Torre.....	30
2.2.4.7. Distancia entre Aerogeneradores	32



2.2.4.8.	Factor de Capacidad	33
2.2.4.9.	Condiciones ambientales	33
CAPÍTULO III		35
2.1.	Metodología	35
2.2.	Lugar de Estudio	37
2.3.	MATLAB	38
2.4.	Método Montecarlo	39
2.4.1.	Variables Aleatorias	39
2.4.2.	Generación de números aleatorios	39
2.4.3.	Ecuaciones del método Monte-Carlo	40
2.5.	Ecuaciones que intervienen en la generación de energía eólica	41
2.5.1.	Densidad del viento	42
2.5.2.	Velocidad del viento	42
2.5.3.	Energía cinética del viento	43
2.5.4.	Potencia del Aerogenerador	43
2.6.	Desarrollo de la simulación Monte-Carlo para estimar la generación eólica 44	
2.6.1.	Flujograma de la metodología para la estimación de generación eólica con simulación Monte-Carlo	44
2.6.2.	Implementación del modelo en Matlab	47
CAPITULO IV		47
4.1.	Inicio de la simulación Monte-Carlo	48
4.2.	Interfaces de simulación Monte-Carlo	49
4.3.	Interfaz de las variables de la generación eólica	53
4.4.	Interfaz de la estimación de generación eólica	55
4.5.	Datos obtenidos del lugar de estudio Central Eólica Villonaco	56
4.5.1.	Datos de la velocidad del viento	56
4.5.2.	Datos de dirección del viento	63
4.6.	Análisis de datos de la Simulación Monte-Carlo	64
4.6.1.	Adaptación de la distribución de la velocidad del viento	64
4.6.2.	Generación de la velocidad del viento aleatorio	66
4.6.3.	Validación de simulación de velocidad del viento	75



4.6.4.	Adaptación de la distribución de la dirección del viento	77
4.6.5.	Generación de la dirección del viento aleatorio	80
4.6.6.	Validación de simulación de Dirección del viento	86
4.7.	Parámetros que intervienen en la generación eólica	88
4.7.1.	Densidad del aire y variables	88
4.7.2.	Velocidad del viento	89
4.7.3.	Área de barrido	89
4.7.4.	Potencia del aerogenerador	90
4.8.	Estimación de Generación Eólica	90
4.9.	Validación de estimación de generación eólica	95
Conclusiones		100
Recomendaciones		101
Referencias bibliográficas		102
ANEXOS		108
A.	Manual de usuario	108
B.	Código del programa	114



INDICE DE FIGURAS

Fig. 1 Partes de un aerogenerador	21
Fig. 2 Turbina de eje horizontal	23
Fig. 3 Turbina de eje vertical	23
Fig. 4 Influencia del relieve sobre el perfil de la velocidad del viento.	26
Fig. 5 Rosa de los vientos	28
Fig. 6 Perfil aerodinámico de una pala	28
Fig. 7 Curva de Potencia	30
Fig. 8 Evolución de la altura de los aerogeneradores	31
Fig. 9 Distancia entre aerogeneradores	32
Fig. 10 Perfiles de temperaturas de la atmósfera real y adiabático de aire. Caso (a) atmósfera estable; caso (b) atmósfera inestable.	34
Fig. 11 Metodología para la estimación de generación eólica mediante simulación Monte-Carlo.....	36
Fig. 12 Ubicación geográfica de la Central Eólica Villonaco	38
Fig. 13 Flujograma de la simulación Monte-Carlo.....	46
Fig. 14 Portada de inicio de la simulación Monte-Carlo.....	48
Fig. 15 Interfaz historial de la velocidad del viento	49
Fig. 16 Interfaz velocidad del viento simulado	51
Fig. 17 Interfaz del historial de la dirección del viento	52
Fig. 18 Interfaz dirección del viento simulado	53
Fig. 19 Interfaz de variables que intervienen en la generación eólica.....	54
Fig. 20 Interfaz generación eólica estimada	55
Fig. 21 Viento histórico del año 2021	56
Fig. 22 Viento histórico del año 2022	57
Fig. 23 Viento histórico del año 2023	59
Fig. 24 Viento histórico del año 2024	60
Fig. 25 Viento histórico promedio del año 2021-2024.....	62
Fig. 26 Dirección del viento histórico de los años 2021 – 2024.	63



Fig. 27 Probabilidad normal de la velocidad del viento	65
Fig. 28 Ajuste de distribución normal	66
Fig. 29 Densidad de probabilidad de la velocidad.....	67
Fig. 30 Función de distribución acumulada de la velocidad	68
Fig. 31 Función inversa de la distribución acumulada de la velocidad	69
Fig. 32 Velocidad del viento simulado: (a) año 1, (b) año 2, (c) año 3, (d) año 4, (e) año 5	72
Fig. 33 Histograma: (a) año 1, (b) año 2, (c) año 3, (d) año 4, (e) año 5.....	74
Fig. 34 Velocidad del viento mensual del año 2021-2024	76
Fig. 35 Simulación de la velocidad del viento del año 1 al 5	76
Fig. 36 Comparación de la velocidad del viento simulada y real.....	77
Fig. 37 Probabilidad normal de la Dirección del viento.....	78
Fig. 38 Ajuste de distribución normal de la dirección del viento.....	79
Fig. 39 Dirección del viento simulado: (a) año 1, (b) año 2, (c) año 3, (d) año 4, (e) año 5	82
Fig. 40 Fig. 32 Histograma de la dirección del viento: (a) año 1, (b) año 2, (c) año 3, (d) año 4, (e) año 5	84
Fig. 41 Dirección del viento mensual del año 2021-2024.....	86
Fig. 42 Dirección del viento simulado del año 1 al 5	87
Fig. 43 Comparación de la Dirección del viento real y simulada.....	88
Fig. 44 Generación Eólica simulada: (a) año 1, (b) año 2, (c) año 3, (d) año 4, (e) año 5	93
Fig. 45 Histogramas de generación eólica simulada: (a) año 1, (b) año 2, (c) año 3, (d) año 4, (e) año 5	95
Fig. 46 Generación Mensual Calculada del año 2021-2024.....	97
Fig. 47 Generación eólica simulada de 5 años	98
Fig. 48 Comparación de la generación calculada y simulada.....	98



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Partes de un aerogenerador.....	21
Tabla 2 Error de generación de las velocidades de viento	74
Tabla 3 Error de generación de dirección del viento	85
Tabla 4 Error de estimación de generación	96



RESUMEN

Uno de los retos principales en el desarrollo de proyectos eólicos es la estimación precisa de la capacidad de generación energética a partir del recurso del viento. En Ecuador, la falta de metodologías adecuadas para evaluar estos proyectos ha llevado a la instalación de sistemas con criterios simplificados, sin considerar adecuadamente las fluctuaciones de la velocidad del viento. Esto puede derivar en una selección ineficiente de la capacidad instalada, afectando el rendimiento del sistema. Para predecir la generación eólica con mayor precisión, es fundamental generar una gran cantidad de datos aleatorios de velocidad del viento basados en registros históricos, lo que permite analizar estadísticamente su comportamiento y variabilidad. En este estudio, se emplea la simulación Monte-Carlo para estimar la generación de energía eólica, considerando la velocidad del viento como una variable aleatoria. El desarrollo del modelo computacional se realizó en Matlab, creando una herramienta flexible para calcular la capacidad de generación eólica a partir de datos simulados de velocidad del viento. A partir del historial de datos del sitio de estudio, se modeló el comportamiento del viento y se calcularon los parámetros clave que intervienen en la producción de energía. Los valores obtenidos a través de la simulación fueron comparados con datos reales disponibles, permitiendo evaluar la precisión del método. Los resultados obtenidos indican que la simulación Monte-Carlo es una técnica efectiva para la estimación de generación eólica, proporcionando una herramienta útil para el diseño y planificación de proyectos de energía renovable. Su aplicación permite mejorar la toma de decisiones en el desarrollo de infraestructuras eólicas, optimizando el aprovechamiento del recurso eólico en función de su comportamiento estadístico.

Palabras clave: Simulación Monte-Carlo, Generación eólica, Velocidad del viento, Estimación, Variable aleatoria.



ABSTRACT

One of the main challenges in the development of wind energy projects is the accurate estimation of power generation capacity from wind resources. In Ecuador, the lack of proper methodologies for evaluating these projects has led to the installation of systems based on simplified criteria, without adequately considering wind speed fluctuations. This can result in an inefficient selection of installed capacity, negatively affecting system performance. To predict wind energy generation more accurately, it is essential to generate a large set of random wind speed data based on historical records, enabling statistical analysis of its behavior and variability. This study employs Monte Carlo simulation to estimate wind power generation, considering wind speed as a random variable. The computational model was developed in Matlab, creating a flexible tool for calculating wind generation capacity using simulated wind speed data. Based on historical records from the study site, wind behavior was modeled, and key parameters influencing energy production were calculated. The values obtained through simulation were compared with real data, allowing for an evaluation of the method's accuracy. The results indicate that Monte Carlo simulation is an effective technique for estimating wind power generation, providing a useful tool for the design and planning of renewable energy projects. Its application enhances decision-making in wind infrastructure development, optimizing the utilization of wind resources based on their statistical behavior.

Keywords: Monte Carlo Simulation, Wind Power Generation, Wind Speed, Estimation, Random Variable.

**Tema**

Aplicación del método de simulación Monte-Carlo para la estimación de generación eólica basada en la velocidad del viento como variable aleatoria.

El problema**1.1.Problema de investigación.****1.1.1. Problemática a investigar.**

Uno de los primordiales problemas a los que se enfrenta el desarrollo de proyectos eólicos, es la determinación sobre qué capacidad de generación deberá tener una planta eólica a fin de aprovechar al máximo el recurso eólico. [1]

En Ecuador, la escasa presencia de parques eólicos en el país se debe a la falta de diseños técnicos adecuados que no se ajustan a la importancia de los proyectos eólicos. Debido a la falta de estimaciones precisas de generación y datos relevantes, no se opta por desarrollar proyectos eólicos en el país. Esta carencia ha dado como resultado una selección deficiente en la generación de energía a partir de las plantas eólicas, lo que, a su vez, ha generado ineficiencias en su funcionamiento, impidiendo la plena explotación del potencial eléctrico y los recursos disponibles del viento. [2]

Para estimar la capacidad de generación eléctrica del viento es necesario generar el mayor número posible de datos aleatorios de su velocidad, a partir de un histórico para poder estimar probabilísticamente la tendencia de cambio de datos. No se puede conocer las variaciones de la velocidad del viento a tiempo real para mejorar la estimación de generación eólica.

1.1.2. Formulación de la pregunta de investigación

¿Cuál es el modo para estimar la generación de energía eólica mediante el método de simulación Monte-Carlo utilizando el viento como variable aleatoria?



1.2.Objetivos

Objetivo general

Aplicar el método de simulación Monte-Carlo para la estimación de la capacidad de generación de energía eólica mediante el uso de la velocidad del viento como variable aleatoria con un enfoque en un historial de la velocidad del viento.

Objetivos específicos

1. Describir los factores que intervienen en la generación de energía eólica.
2. Realizar la simulación Monte-Carlo para la estimación de generación de energía eólica.
3. Estimar la capacidad de generación de energía eléctrica con datos de la velocidad del viento en la ubicación de la Central Eólica Villonaco.

1.3.Alcance y delimitación

La presente investigación se enfoca en el método estadístico Monte-Carlo, donde se determinará la capacidad de generación de una planta eólica utilizando la velocidad del viento como variable aleatoria. Para el desarrollo del proyecto, se realizará una recopilación de datos históricos de velocidad del viento correspondientes a la ubicación de la Central Eólica Villonaco, obtenidos del portal NASA POWER, reconocido por proporcionar información climática validada y de alta calidad para estudios energéticos y científicos, con la finalidad de utilizar esa información como variable principal.

El análisis del modelo probabilístico de la velocidad del viento se realizará con los datos históricos obtenidos. Con el modelo probabilístico, se procederá a realizar la simulación del método Monte Carlo mediante el programa computacional Matlab.

La simulación Monte Carlo generará una cantidad amplia de variaciones aleatorias a partir de un historial eólico reducido como información disponible.



Proporcionando una gran cantidad de datos proyectados de la velocidad para la estimación de generación de la central eólica.

Se tomarán en cuenta las características técnicas del modelo de aerogenerador instalado en Villonaco, lo que permitirá realizar una estimación detallada y realista de la capacidad de generación con la confiabilidad de los datos provenientes de NASA POWER y el enfoque estadístico robusto utilizado, permitirá obtener resultados altamente representativos para la planificación energética, validando la estimación de la capacidad de generación eléctrica obtenida por simulación.

1.4. Justificación

El gobierno ecuatoriano tiene un fundamental accionar en el sector eléctrico, fortaleciendo la matriz energética como pilar fundamental de la productividad, es por eso que el Directorio de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNER), en la resolución 013/2021, promueve el desarrollo de tecnologías ambientales limpias y de energías alternativas no contaminantes, así como energías renovables, diversificadas de bajo impacto, aprovechando así su privilegiada ubicación geográfica. [3]

El proyecto de estimación de generación de una planta eólica permitirá facilitar la estimación de la generación eólica, es decir, realizar el cálculo probabilístico de la capacidad de generación eléctrica que puede llegar a generar en un punto del viento, utilizando datos de la velocidad como variable aleatoria proporcionados por el portal web de NASA POWER Prediction of Worldwide Energy Resource.

Debido a la carencia de diseños competentes que existen para la importancia de proyectos de plantas eólicas, se va a solucionar la incertidumbre de la capacidad de generación de energía eólica que se puede llegar a obtener mediante un historial de velocidad del viento, consiguiendo resultados que posteriormente permitan la toma de decisiones que conlleven a la implementación.



CAPÍTULO II

2.1. Antecedentes

La energía eólica ha alcanzado un grado de desarrollo tan avanzado que podemos afirmar que se ha convertido en una fuente de energía respetuosa con el medio ambiente, económicamente competitiva y con una tecnología de aprovechamiento bien establecida.

Originada a partir de recursos naturales renovables y no contaminantes, los modernos aerogeneradores son capaces de generar electricidad a costos que compiten favorablemente con las fuentes de energía tradicionales, según un estudio hecho por Danish Wind Industry Association un aerogenerador promedio, con una velocidad media del viento a la altura del buje de 4.5 m/s la maquina generará alrededor de 500.000 KWh al año. **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Esto ha llevado a la energía eólica junto con la solar a posicionarse como la fuente de crecimiento energético más rápido a nivel global en los últimos años ya que según Global Electricity Review de Ember crecen con un ritmo de entre 15% y 20 % cada año.
[5]

La necesidad de combatir el cambio climático a nivel mundial ha sido un fuerte impulsor del crecimiento de la energía eólica, ya que evita la emisión de dióxido de carbono y no produce los contaminantes asociados con la generación de energía a partir de combustibles fósiles o la energía nuclear. De esta manera según Manufactura de Ingeniero Tecnológicos (MINT), la energía eólica tiene la ventaja de generar entre 5 y 10 veces menos emisiones de CO₂ en comparación con otras fuentes de energía renovable.
[6]

La capacidad de generación de energía eólica a nivel global aumentó en 2022, llegando a un total de 906 gigavatios, según información proporcionada por el Global Wind Energy Council (GWEC). Los cinco mercados líderes en el mundo (China, Estados Unidos, Alemania, India y España) representaron el 71% de las nuevas instalaciones



eólicas realizadas en 2022, lo que equivale al 77.6% de la capacidad eólica recién instalada y conectada en ese año. [7]

En Ecuador, en la actualidad, el 92% de la energía generada en el país proviene de instalaciones hidroeléctricas, mientras que el 7% proviene de plantas térmicas y el 1% restante proviene de fuentes de energía no convencionales, como la fotovoltaica, eólica, biomasa, biogás y geotermia, entre otras. [8]

Para el instituto de Ingeniería del Conocimiento la predicción de la generación de energía eólica es esencial para garantizar la estabilidad del suministro eléctrico. Los aerogeneradores, que producen energía eólica, operan de acuerdo con la velocidad del viento, lo que varía debido a diversas condiciones. Estas fluctuaciones hacen que las predicciones mediante métodos convencionales sean poco fiables, por lo que se recurre a modelos matemáticos y tecnologías de inteligencia artificial para mejorar la precisión en las previsiones. [9]

Según explica Amazon Web Services, las simulaciones de Monte Carlo son una técnica matemática que predice los posibles resultados de un evento incierto. Los programas informáticos utilizan este método para analizar datos pasados y predecir una serie de resultados futuros en función de una elección de acción. [10]

El principio fundamental de una simulación de Monte Carlo se basa en el concepto de ergodicidad, el cual describe cómo se comporta estadísticamente un punto en movimiento dentro de un sistema cerrado. [11]

Por ejemplo, utilizando la variabilidad del viento en este sistema, dicho punto en movimiento eventualmente recorrerá todos los posibles resultados, en la cual se realizan el número suficiente de simulaciones por computadora. Esto se convierte en la base de cálculo para estimar la estabilidad de suministro eléctrico brindada por la energía eólica, datos muy útiles para la planificación de proyectos de plantas eólicas.

La información sobre la velocidad del viento es crucial para las plantas eólicas, ya que afecta directamente la cantidad de energía que un aerogenerador puede convertir en



electricidad. Además, estos datos son fundamentales para evaluar la viabilidad del proyecto y coordinar la generación de energía de manera eficiente con la demanda eléctrica, lo que a su vez contribuye a mantener la estabilidad de la red eléctrica. [12]

La simulación de Monte Carlo es una técnica ampliamente utilizada en diversos campos, como finanzas, gestión de proyectos, energía, manufactura, ingeniería, investigación y desarrollo, seguros, petróleo y gas, transporte y medio ambiente. Esta técnica de simulación numérica es aplicada para generar variables aleatorias y evaluar la incertidumbre en sistemas complejos en diversas disciplinas científicas. [13]

El método se basa en el concepto de probabilidad, buscando conocer la probabilidad de ocurrencia de un evento mediante la realización repetida del experimento y la determinación de la variable aleatoria dependiente como una función de densidad de los resultados obtenidos en los experimentos. La simulación de Monte Carlo crea un modelo que proporciona respuestas para posibles resultados al reemplazar un rango de valores (representados por una distribución de probabilidad) para cualquier factor incierto. Luego, realiza cálculos repetidos utilizando diferentes conjuntos de valores aleatorios de las funciones de probabilidad. Para completar una simulación de Monte Carlo, a menudo se requiere realizar miles o decenas de miles de recálculos, dependiendo de la cantidad de incertidumbre y de los rangos especificados. [13]

El Proyecto NASA POWER ofrece conjuntos de datos solares y meteorológicos obtenidos a partir de investigaciones de la NASA, orientados a respaldar el desarrollo de energías renovables, la eficiencia energética en edificaciones y la gestión agrícola. Este proyecto cuenta con el apoyo del Programa de Ciencias Aplicadas de la NASA, cuyo propósito es observar, comprender y modelar el sistema terrestre para anticipar cambios y analizar sus implicaciones para la vida en la Tierra. POWER busca optimizar los conjuntos de datos energéticos existentes e integrar información proveniente de nuevos sistemas satelitales. Está diseñado para beneficiar a tres sectores principales: energías renovables, edificios sostenibles y agroclimatología, proporcionando recursos que



facilitan la toma de decisiones y el aprovechamiento eficiente de recursos naturales.
¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

2.2. Marco Teórico

Factores que intervienen en la generación de energía eólica

El propósito de este capítulo es introducir los conceptos de clasificación y las distintas componentes involucradas en la generación de energía eólica. Se fundamenta en los parámetros y variables fundamentales (tales como las plantas eólicas, velocidad del viento, área barrida por las palas, densidad del aire, eficiencia del aerogenerador, altura de la torre, distancia entre aerogeneradores, factor capacidad y condiciones ambientales) que desempeñan un papel esencial en el proceso de generación.

2.2.1. Energía Eólica

La energía eólica se genera aprovechando el movimiento del viento a través de turbinas eólicas. Estas turbinas convierten la energía cinética del viento que mueve las palas de la turbina provocando el giro del rotor conectado a un generador convirtiendo la energía mecánica en electricidad. Para que la energía eólica pueda ser aprovechada de manera efectiva en una región específica, es necesario que las condiciones del viento cumplan con ciertos requisitos en cuanto a su velocidad, constancia, estabilidad, entre otros aspectos. [15]

2.2.2. Centrales Eólicas

Cuando se requiere que una instalación eólica genere electricidad para ser inyectada en la red de distribución, se combinan varios generadores instalados en un gran terreno, formando lo que se conoce como parques eólicos o también denominadas centrales eólicas. [16] Las turbinas combinadas y ubicadas estratégicamente constituyen una parte esencial para la generación de energía eólica.



2.2.3. Estructura de la Central Eólica

Los elementos más relevantes que componen una central eólica son: aerogenerador, torre meteorológica, sistema de control, transformador, sistema de transmisión. Estas partes se describen a continuación.

2.2.3.1. Aerogenerador

La turbina eólica, es una máquina que transforma la energía cinética del viento en electricidad. [17] Las principales partes de un aerogenerador se observan en la Figura 1 y estas se detallan a continuación en la Tabla 1.

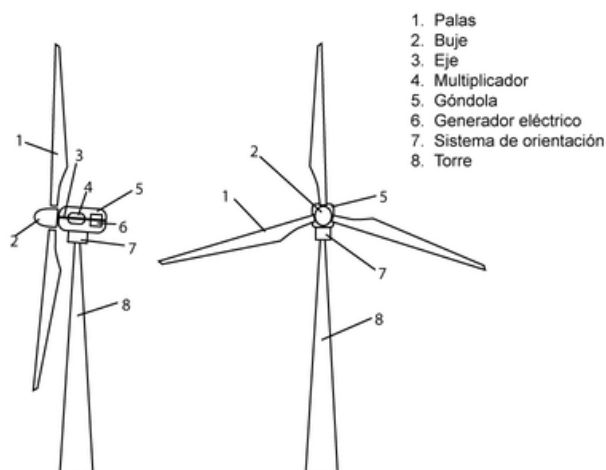


Fig. 1 Partes de un aerogenerador [18]

Tabla 1 Partes de un aerogenerador

COMPONENTE	FUNCIÓN
A) PALAS	Es la parte que se opone a la resistencia del viento y se aprovecha la energía cinética.
B) BUJE	Se encarga de conectar las palas al aerogenerador y, a su vez, está vinculado al eje. Junto con las palas, transforma la energía



	cinética del viento en energía mecánica mediante la rotación del eje.
C) EJE	Es la parte que facilita la transmisión del giro hacia la caja multiplicadora.
D) MULTIPLICADOR	Se encarga de elevar la velocidad del eje y la transfiere al generador eléctrico.
E) GÓNDOLA	Es la caja que contiene y protege todos los componentes del aerogenerador. Con una veleta y un anemómetro determinan la dirección contraria al viento.
F) GENERADOR ELÉCTRICO	Su función principal consiste en convertir la energía mecánica rotacional generada por el eje en electricidad.
G) SISTEMA DE ORIENTACIÓN	Se encuentra en la parte inferior de la góndola, compuesto por motores que dirigen toda la góndola en dirección contraria al viento.
H) TORRE	Este componente se encarga de elevar tanto la góndola como las palas a la altura requerida en función de las condiciones del viento.

Nota: Partes de un aerogenerador [19]

Existen notables diferencias de rendimiento entre los aerogeneradores, lo que los hace adecuados para distintas condiciones de viento. Se pueden clasificar inicialmente en dos grandes categorías: aquellos con ejes horizontales y los de ejes verticales. [15]

a) Aerogeneradores de Ejes horizontales

Dentro de los de ejes horizontales, se pueden distinguir los que tienen ejes paralelos y perpendiculares a la dirección del viento, incluyendo opciones donde el rotor está ubicado en la parte frontal del eje (posición a barlovento) o en la posterior (posición



a sotavento). La orientación se determina según el sentido del viento. Estas máquinas están compuestas por una aeroturbina tipo rotor que impulsa un alternador eléctrico. [15]



Fig. 2 Turbina de eje horizontal [20]

En la Figura 2 se puede observar este tipo de aerogenerador también denominado Horizontal Axis Wind Turbine.

b) Aerogeneradores de Ejes verticales

Los aerogeneradores Vertical Axis Wind Turbine se distinguen por tener el eje de rotación dispuesto perpendicular al suelo y a la dirección del viento como en la Figura 3.



Fig. 3 Turbina de eje vertical [21]



Las palas giran alrededor de este eje vertical. No obstante, presentan una limitación importante: el eje no alcanza alturas significativas, y las velocidades del viento disminuyen cerca del suelo debido a la rugosidad del terreno. Dado que las velocidades del viento son considerablemente mayores a alturas elevadas, estos aerogeneradores han quedado en desventaja en comparación con los de eje horizontal. [22]

2.2.3.2. Torre Meteorológica

La torre meteorológica desempeña un papel fundamental al recopilar datos ambientales, que incluyen la velocidad y dirección del viento, temperatura, presión, humedad relativa y precipitación. Entre estos, la velocidad del viento destaca como el parámetro más crucial para evaluar el potencial eólico de la región. Es esencial recolectar estos datos durante al menos un año para realizar una selección precisa de la ubicación más idónea en el terreno. [23]

2.2.3.3. Sistema de Control

El sistema de control se encarga de la supervisión y coordinación de la operación de los aerogeneradores para optimizar la generación de energía. Ajusta la orientación y velocidad de rotación de los aerogeneradores según las condiciones del viento, asegura la conexión eficiente a la red eléctrica, anticipa fallos mediante mantenimiento predictivo, garantiza la seguridad operativa con medidas de frenado y sistemas de redundancia, y proporciona análisis de datos para mejorar el rendimiento de la planta eólica. [24]

2.2.3.4. Transformador

El transformador juega un papel esencial al aumentar la tensión de la electricidad producida por los aerogeneradores. Este incremento de voltaje es crucial para minimizar las pérdidas de energía durante la transmisión a distancias extensas hacia los puntos de consumo o centros de distribución. De esta manera, el transformador favorece la integración eficaz de la energía eólica en la red eléctrica, facilitando su distribución y utilización eficientes. [25]



2.2.3.5. Sistema de Transmisión

El sistema de transmisión se encarga de transportar la electricidad generada por los aerogeneradores desde la subestación de parque hasta la red eléctrica. Incluye una red interna de transmisión, transformadores para elevar la tensión, conexiones a la red eléctrica y líneas de transmisión de larga distancia. Este sistema permite una integración eficiente de la energía eólica en la red eléctrica, supervisando su operación mediante sistemas de control y monitoreo, y garantizando su entrega segura y confiable. [26]

2.2.4. Variables Principales en la Generación de Energía Eólica

Las variables principales que intervienen en la generación de energía eólica en una central eólica son las siguientes: velocidad del viento, área barrida por las palas, densidad del aire, eficiencia del aerogenerador, altura de la torre, distancia entre aerogeneradores, factor capacidad.

2.2.4.1. Velocidad del Viento

Tal como explica [27] para iniciar la operación de un aerogenerador, es esencial contar con una velocidad mínima del viento que supere las resistencias internas y permita iniciar la producción de energía útil. Esta velocidad crítica se conoce como velocidad de conexión y suele situarse entre 3 m/s y 5 m/s. Por debajo de este umbral, el aerogenerador no puede comenzar su funcionamiento.

La velocidad del viento en la ubicación de estudio es el factor más crucial al proyectar un parque eólico, ya que determina la eficiencia del parque y, por ende, la rentabilidad de la inversión. A medida que la velocidad del viento aumenta, se incrementa la cantidad de energía generada por el aerogenerador. [15]

La velocidad del viento en áreas con colinas y montañas tiende a aumentar localmente, influida por varios factores. Uno de ellos es la altitud del flujo de la capa límite sobre la superficie terrestre, ya que la velocidad del viento suele incrementar con la altura sobre el terreno. Además, la aceleración del flujo del viento sobre y alrededor de las colinas, así como la canalización en pasillos o valles alineados con el flujo,



contribuyen a este aumento local de la velocidad del viento. Los efectos térmicos también juegan un papel importante, como en las regiones costeras donde el calentamiento diferencial entre la masa de tierra y el agua genera vientos locales. Cuando el mar está más cálido que la tierra, se desarrolla una circulación local con el aire moviéndose desde la tierra hacia el mar, creando corrientes ascendentes de aire cálido sobre el mar y corrientes descendentes de aire más frío sobre la tierra. Este patrón se revierte cuando la tierra está más cálida. Además, las diferencias térmicas relacionadas con la altitud pueden causar que el aire frío de montañas altas descienda hacia áreas más bajas, generando vientos descendentes fuertes y altamente estratificados sobre las pendientes. [28]

En la Figura 4, se observa que la velocidad del viento puede aumentar y generar turbulencias que resultan en cambios en la dirección del viento, provocando así la fatiga de las palas de las turbinas eólicas. Los perfiles con relieves abruptos y pendientes superiores a 30 grados propician la formación de turbulencias, lo que puede causar daños a los aerogeneradores y disminuir la cantidad de energía capturada por ellos. [29]

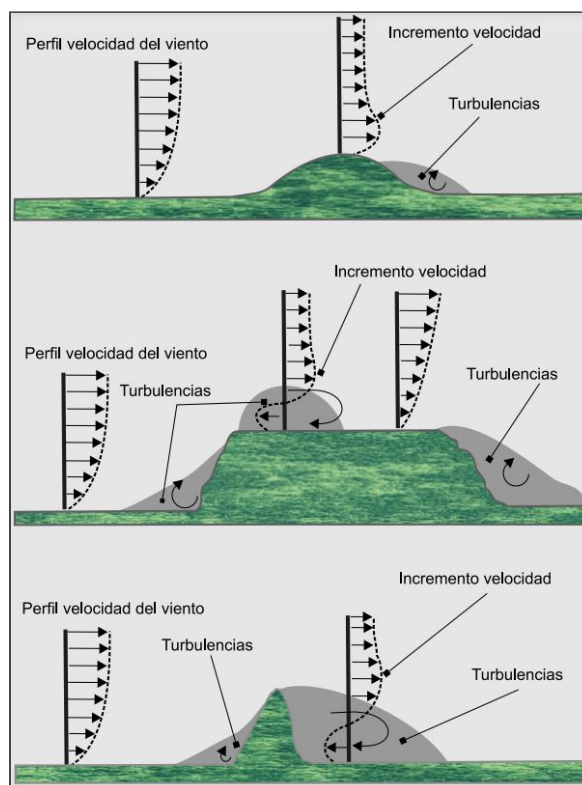


Fig. 4 Influencia del relieve sobre el perfil de la velocidad del viento. [29]



La velocidad del viento puede ser considerada como una variable aleatoria, y su descripción se puede abordar mediante una función de densidad de probabilidad. Por lo tanto, la función de densidad de probabilidad de la velocidad del viento sirve como un elemento esencial para analizar tanto el potencial de la energía eólica como las características estocásticas del viento. Al representar integralmente la distribución de frecuencia de la velocidad del viento mediante una estimación de la función de densidad de probabilidad, se facilita la evaluación de la densidad de energía eólica y la producción de energía de las turbinas eólicas. [30]

2.2.4.2. Dirección de los vientos

La dirección del viento está directamente vinculada a la distribución de las presiones atmosféricas, ya que tiende a soplar desde áreas de alta presión hacia áreas de presión más baja. La dirección del viento se refiere al punto del horizonte desde el cual proviene o sopla. [31]

Para evaluar el viento en una ubicación específica, es crucial conocer las direcciones en las que se distribuye. Esta distribución se representa comúnmente con una rosa de vientos, un gráfico polar que muestra los rumbos y la intensidad media del viento en diferentes sectores del horizonte. La rosa de vientos divide la circunferencia en grados, comenzando con 0° en el norte y completando el círculo. Los puntos cardinales principales están a 90° uno del otro. La Figura 5 ilustra una rosa de vientos que indica las direcciones preferentes del viento junto con su intensidad y frecuencia. [32]

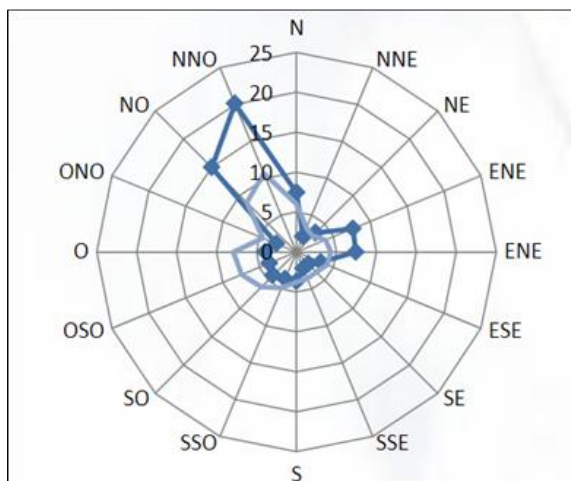


Fig. 5 Rosa de los vientos [33]

La rosa de los vientos puede dividirse en 12 o 16 sectores, según el propósito o la aplicación específica.

2.2.4.3. Área Barrida por las Palas

El área barrida por las palas de un aerogenerador representa la superficie total cubierta por las palas en movimiento y tiene un impacto directo en la captura de energía cinética del viento. A mayor área barrida, el aerogenerador puede capturar más energía, lo que se traduce en una mayor potencia generada. La optimización de esta variable, considerando factores como la longitud de las palas y el diseño del rotor, es fundamental para maximizar la eficiencia del sistema. [26]

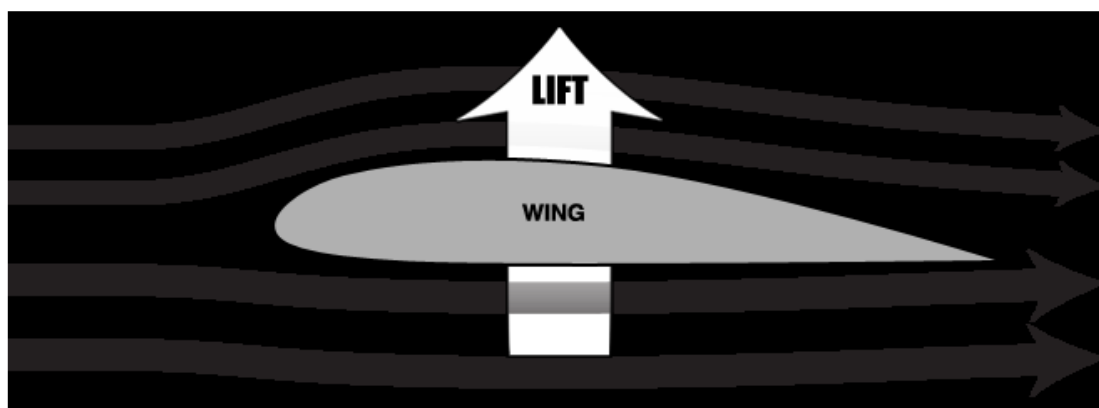


Fig. 6 Perfil aerodinámico de una pala [34]



El propósito principal de un perfil aerodinámico es crear una disparidad de presiones en el aire a medida que se desplaza a través de él, así como se observa en la Figura 6. Esto se logra de manera que en la parte superior del diseño se genere menos presión que en la parte inferior, dando lugar a una fuerza ascendente, o fuerza de sustentación, en el perfil. [34] Aunque las palas del rotor de un aerogenerador comparten similitudes con las alas de un avión, los perfiles más gruesos en la parte interna de la pala son diseñados de manera específica para las turbinas eólicas. Estos perfiles reciben distintas denominaciones según su forma. [26]

2.2.4.4. Densidad del Aire

La densidad del aire, expresada en kg/m^3 , es crucial para la generación de energía eólica. Representa la masa de aire en un volumen dado y afecta la eficiencia de los aerogeneradores. Mayor densidad significa más masa de aire capturada, incrementando la generación de energía. Varía con la altitud y temperatura, siendo más eficiente en condiciones frías y bajas altitudes. Los desarrolladores consideran la densidad del aire en la planificación de parques eólicos, y se integra en simulaciones para prever el rendimiento y la producción de energía. [35]

2.2.4.5. Eficiencia del Aerogenerador

La eficiencia del aerogenerador indica cuánta energía cinética del viento se convierte efectivamente en electricidad. Representada en la curva de potencia, tiene una velocidad nominal donde alcanza su máxima eficiencia. Esta curva representa la potencia eléctrica generada por la turbina en relación con la velocidad del viento, tal como se muestra en la Figura 7. [17]

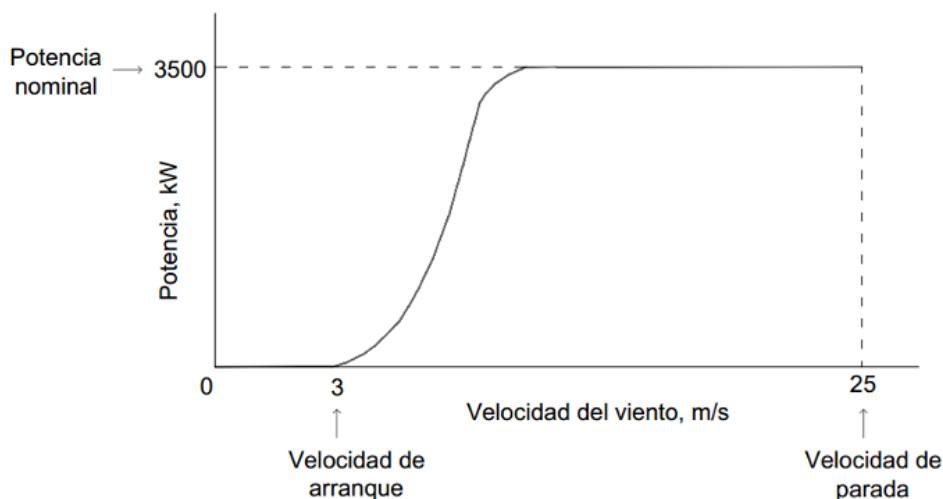


Fig. 7 Curva de Potencia [36]

La curva de potencia permite estimar la producción anual del aerogenerador y asegurar que su desempeño cumple con las especificaciones de diseño previstas. [32]

Factores como el diseño, velocidad del viento y densidad del aire influyen. Mejoras tecnológicas, como diseños optimizados y materiales eficientes, buscan constantemente aumentar la eficiencia. Esta métrica es esencial para maximizar la generación de energía eólica y mejorar la competitividad de esta fuente en la matriz energética. [37]

La Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) ha consolidado varias normas bajo el número 61.400, cubriendo diversos sectores de la energía eólica. En términos generales, la norma IEC 61400-12-1 aborda los procedimientos para evaluar el rendimiento energético de las turbinas eólicas, lo que incluye la instrumentación de medición y el análisis de datos. [32]

2.2.4.6. Altura de la Torre

A medida que la altura de la torre aumenta, la producción de energía de la turbina también aumenta, siempre y cuando el perfil vertical de la velocidad del viento en el sitio



sea ascendente. En términos teóricos, la altura óptima de la torre se determina en el punto de intersección entre la construcción de las dos funciones: el costo y el rendimiento energético. Tras la altura, la rigidez se convierte en el segundo parámetro de diseño crucial para una torre, así como se observa en la Figura 8 y la evolución de la altura a lo largo del tiempo, ya que debe ser lo suficientemente rígida para resistir las cargas transmitidas por el rotor eólico y, por supuesto, las cargas ejercidas por el viento a lo largo de la torre. Además, el diseño estructural de la torre debe establecer la frecuencia natural de flexión de manera que no sea excitada en ninguna condición operativa estable. [38]

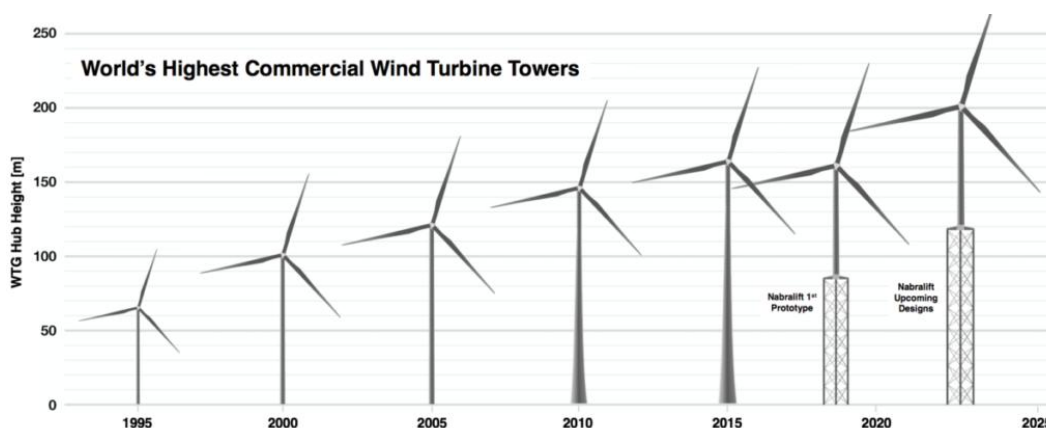


Fig. 8 Evolución de la altura de los aerogeneradores [39]

Los aerogeneradores presentan estructuras esbeltas y de considerable peso, lo que demanda suelos con una resistencia mínima de 35-40 kg/cm². En el caso de aerogeneradores con una altura de buje de 55 m y un rotor de 52 m de diámetro, las cimentaciones se realizan en forma de balsa, abarcando un área de aproximadamente 100 m² y con una altura de plato de alrededor de 2 m. [15]

La regla fundamental para restringir el tamaño de los aerogeneradores se basa en que la potencia es directamente proporcional a la superficie de las palas de la turbina. En otras palabras, al incrementar el diámetro de las palas del rotor de la turbina eólica, su capacidad de generación de energía aumenta debido al incremento en el área de barrido del rotor. Sin embargo, al mismo tiempo, el volumen de material necesario también se



incrementa, lo que provoca un aumento en el costo del material, ya que este crece en proporción al cubo del diámetro. [40]

2.2.4.7. Distancia entre Aerogeneradores

Las instalaciones de generación de energía se emplazan en áreas con vientos intensos para asegurar una producción de energía óptima. La disposición de las unidades generadoras de energía eólica en la planta se planifica cuidadosamente para evitar interferencias entre las turbinas a favor del viento y las ubicadas a barlovento. Esto se debe a que el viento se enlentece a medida que su energía es extraída por los rotores de los aerogeneradores, reduciendo así la potencia disponible para las turbinas a favor del viento. [41] La Figura 9 ilustra el espaciado óptimo entre los aerogeneradores en una planta eólica.

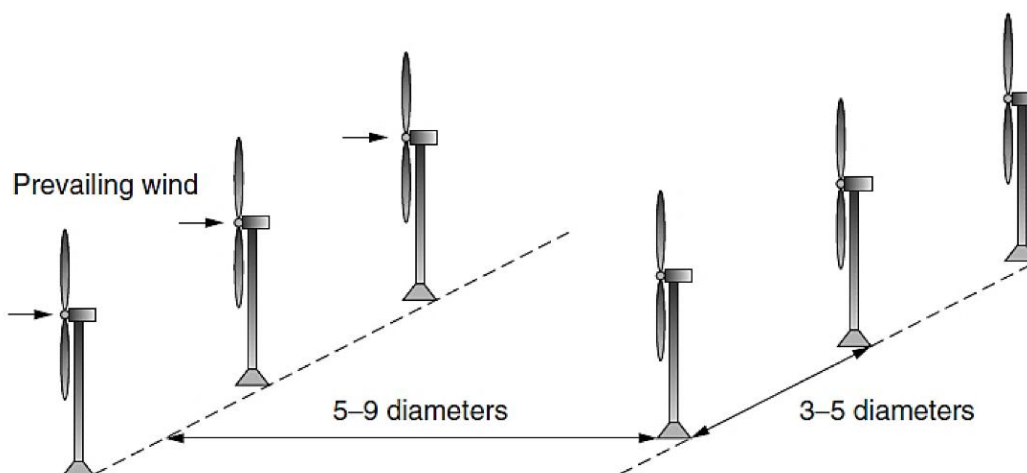


Fig. 9 Distancia entre aerogeneradores [41]

Se sugiere un espaciado óptimo estimado de tres a cinco diámetros de rotor entre torres de turbinas eólicas dentro de una fila y de 5 a 9 diámetros entre filas. [41] Es importante tener en cuenta que los aerogeneradores no deben alinearse de manera lineal y paralela, sino que aquellos ubicados detrás en la dirección del viento deben mantener una distancia adecuada. Esto se realiza con el objetivo de reducir el efecto de estela entre ellos. [40]



2.2.4.8. Factor de Capacidad

El factor de capacidad de un aerogenerador indica el porcentaje de tiempo durante el cual genera energía en comparación con el tiempo que hubiera estado generando si operara constantemente a máxima capacidad. Este indicador mide el rendimiento de una turbina eólica o de un parque eólico. Se calcula dividiendo la producción real de energía entre la producción potencial durante un periodo específico, generalmente un año. Es una medida clave para evaluar la eficiencia y el rendimiento de instalaciones eólicas. [42]

Este representa la cantidad de energía que un parque eólico puede generar en comparación con su producción máxima potencial en un período determinado. Un factor del 40% indica que el parque podría abastecer electricidad al 40% de los hogares locales si el viento sopla a máxima velocidad todo el día. Esta medida es crucial para entender la eficiencia y la viabilidad económica de un parque eólico, proporcionando información sobre la cantidad de energía que se puede esperar en condiciones específicas y ayudando en la evaluación del costo de construcción y mantenimiento a lo largo del tiempo. [42]

Se debe tomar en cuenta el sector ya que el factor de capacidad, que representa la relación entre la energía eólica promedio generado y la capacidad máxima de las plantas, suele ser menor en instalaciones terrestres debido a obstáculos como paisajes y estructuras. En cambio, las plantas de energía eólica marina, al no enfrentar obstáculos significativos en la superficie del océano, aprovechan vientos más fuertes y pueden generar energía a mayor escala con capacidades significativas para cada turbina eólica individual. [43]

2.2.4.9. Condiciones ambientales

En procesos adiabáticos, donde no hay intercambio de calor con el entorno, la estabilidad vertical de la atmósfera se define por la relación entre el perfil de temperaturas adiabáticas del aire y el perfil real de temperaturas, influenciado por el calentamiento o enfriamiento de la superficie terrestre debido a la radiación solar y la mezcla convectiva de masas de aire. Este fenómeno condiciona los movimientos verticales del aire, clasificándolos en tres casos: estable, neutro o inestable. [32]



Atmósfera neutra: El perfil adiabático coincide con el perfil real de temperaturas.

Atmósfera estable: A medida que se asciende, la temperatura en una atmósfera estable es mayor que la que tendría en una elevación adiabática, lo que resulta en un perfil real de temperaturas con una pendiente más pronunciada que la adiabática del aire seco.

Atmósfera inestable: A medida que se asciende, la atmósfera inestable tiene una temperatura menor que la que tendría en una elevación adiabática, generando un perfil real de temperaturas con una pendiente menos pronunciada que el perfil adiabático mostrado en la Figura 10. [32]

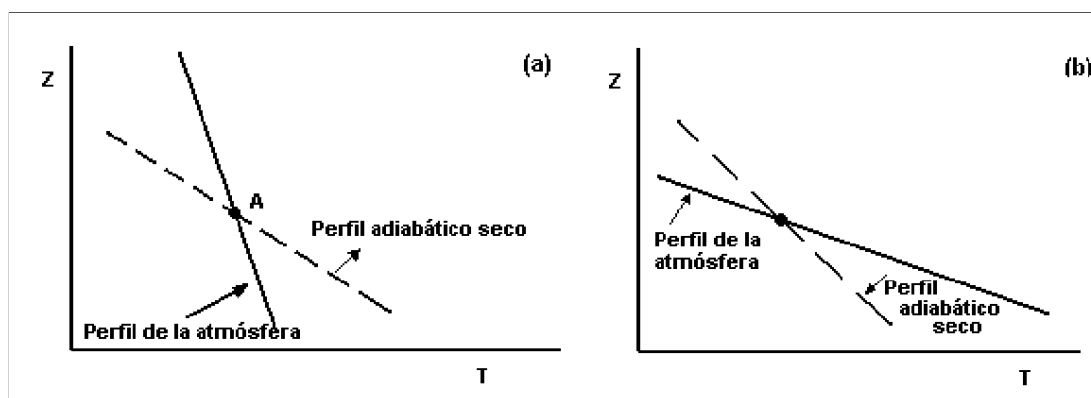


Fig. 10 Perfiles de temperaturas de la atmósfera real y adiabático de aire. Caso (a) atmósfera estable; caso (b) atmósfera inestable. [32]

Varios estudios han evidenciado que la estabilidad atmosférica puede tener un impacto significativo en el rendimiento de las turbinas eólicas y en la configuración de la estela. Según explica [44], la potencia generada a una velocidad específica del viento es más alta en condiciones de estabilidad atmosférica y menor en condiciones altamente inestables, mostrando una diferencia del 15% en la producción promedio de potencia de un aerogenerador.

Las características del flujo de aire en cualquier ubicación eólica son influenciadas por factores como la rugosidad y la topografía del terreno. En terrenos homogéneos, la velocidad del viento en la capa de la troposfera define completamente el recurso eólico, dependiendo principalmente de la resistencia de la superficie del terreno. En terrenos con presencia de edificaciones, colinas o montañas, se observa un impacto significativo en el potencial eólico, ya que este es sensible a la variabilidad de la velocidad del viento. [34]



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Simulación Monte-Carlo para la estimación de generación de energía eólica

Este capítulo se enfoca en la teoría y aplicación del método Monte-Carlo para estimar la generación de energía eólica. Se detalla la metodología específica, resaltando la generación de variables aleatorias para capturar la variabilidad del viento. Además, se introduce el modelado matemático que refleja la relación entre la velocidad del viento y la generación de energía. Se realizó la aplicación del método de simulación Monte-Carlo utilizando MATLAB.

2.1. Metodología

La Figura 11 ilustra el proceso empleado para llevar a cabo la Simulación Monte-Carlo, el cual posibilitó la generación de velocidades del viento aleatorias empleadas en la estimación de la capacidad de generación de energía eólica.

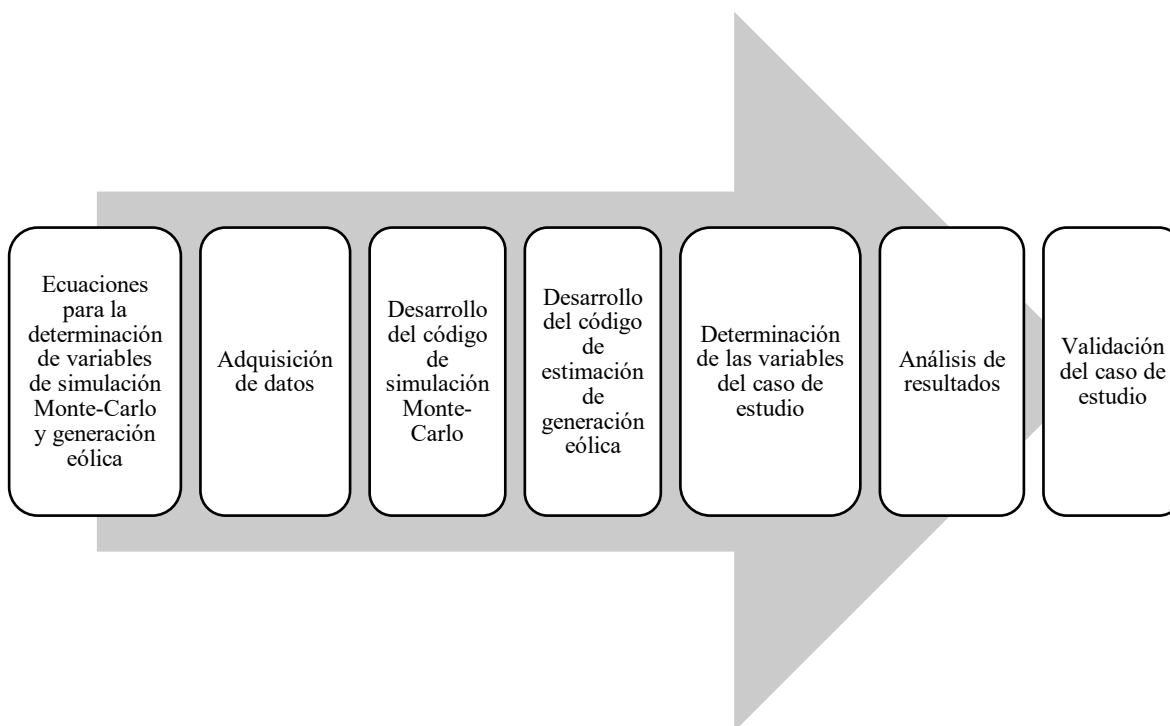


Fig. 11 Metodología para la estimación de generación eólica mediante simulación Monte-Carlo

Inicialmente, se establecieron las ecuaciones necesarias para calcular las variables empleadas en la simulación Monte-Carlo y en la estimación de la generación eólica. Se identificaron y formularon ecuaciones clave como la densidad del aire, la velocidad del viento, la energía cinética del viento y la potencia del aerogenerador. Estas ecuaciones proporcionan la base teórica para el análisis y permiten modelar con precisión los fenómenos físicos involucrados en la generación de energía eólica.

Luego, se procedió al desarrollo del código para la simulación Monte-Carlo, el cual posibilitó la generación de una velocidad del viento aleatoria basada en datos históricos reales. Este paso implicó la implementación de algoritmos de generación de números pseudoaleatorios que simulan el comportamiento estocástico del viento. La simulación Monte-Carlo se programó utilizando MATLAB / App Designer, seleccionando esta herramienta por su capacidad para manipular eficientemente las variables de entrada y proporcionar un control total sobre el proceso de simulación.



Del mismo modo, se creó un código en MATLAB utilizando el método Monte-Carlo para estimar la capacidad de generación eólica. Este código se ejecutó utilizando la velocidad del viento y otras variables de entrada como la dirección del viento, la densidad del aire y las características técnicas del aerogenerador

Además, se procedió a la determinación de las variables específicas del caso de estudio, utilizando información obtenida del portal web de NASA POWER. Se recopilaban datos históricos de la velocidad del viento junto con datos de la dirección del viento para calcular la estimación de generación eólica correspondiente al sitio de estudio. Estos datos fueron fundamentales para configurar y calibrar los modelos de simulación, garantizando que los resultados reflejaran adecuadamente las condiciones reales del lugar analizado.

Finalmente, se realizó la estimación de capacidad de generación del caso de estudio comparando los resultados de la simulación con datos reales. Este paso implicó un análisis comparativo detallado para evaluar la precisión del modelo y hacer los ajustes necesarios para mejorar la exactitud de las estimaciones. Se utilizaron métodos estadísticos para comparar las velocidades del viento simuladas y las observadas, así como las estimaciones de generación eólica con la producción real.

A lo largo del proceso, se adoptó una metodología estructurada y organizada que permitió realizar cálculos y simulaciones de manera secuencial y cronológica. El programa desarrollado incluyó una interfaz intuitiva con varias pestañas dedicadas a diferentes etapas del cálculo y la simulación, facilitando la manipulación de las variables y la visualización de los resultados. Además, el diseño genérico del programa permite su aplicación a otros sitios de estudio con diferentes conjuntos de datos, ampliando su utilidad y aplicabilidad.

2.2. Lugar de Estudio

La Central Eólica Villonaco, con una capacidad de 16.5 MW, cuenta con 11 aerogeneradores del tipo GW70/1500, cada uno con una capacidad de 1.5 MW. Se



encuentra a una altitud de 2700 metros sobre el nivel del mar, y la velocidad promedio anual del viento en la zona es de 12.7 m/s. La central se extiende a lo largo de la línea de la cumbre del cerro Villonaco, con una distancia aproximada de 2 kilómetros. [45]

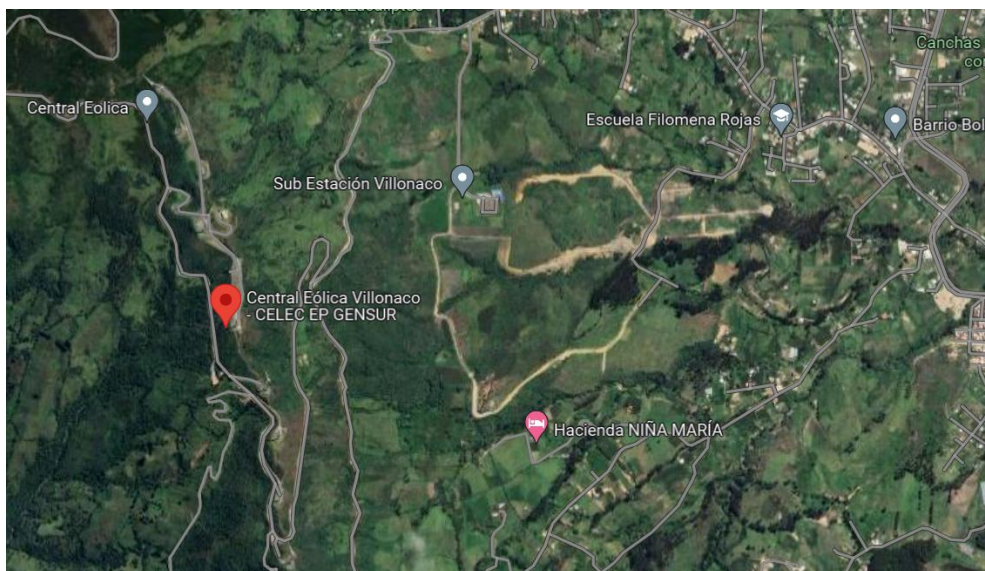


Fig. 12 Ubicación geográfica de la Central Eólica Villonaco [46]

La Central Eólica Villonaco está ubicada en la parroquia de Yangana, en el cantón Loja de la provincia de Loja a 14 Km de su capital por la antigua carretera Catamayo-Loja. En la Figura 12 se observa la ubicación geográfica de la Central Eólica. Sus coordenadas geográficas son aproximadamente de 4° 0' 8" S de latitud y 79° 15' 31.7" O de longitud.

Para la simulación del método Monte-Carlo, se utilizaron los datos cercanos a la ubicación de la central, lo que garantizó la relevancia y la aplicabilidad de los resultados obtenidos en el contexto de la generación de energía eólica en esa ubicación específica.

2.3. MATLAB

MATLAB es un software técnico de computación que permite realizar cálculos numéricos de manera rápida y precisa. Ofrece una interfaz gráfica moderna y funciones de visualización, lo que lo hace ideal para el trabajo científico e ingenieril. MATLAB está diseñado de manera abierta y flexible, lo que permite su integración con otros programas



como Excel, C y varios otros, facilitando la importación y exportación de datos. Su nombre, abreviatura de "MATrix LABoratory", refleja su enfoque en operaciones matriciales y su capacidad para manipular grandes conjuntos de datos. [47]

La elección de MATLAB se basó en la presencia de patrones en el muestreo y el comportamiento histórico de la velocidad del viento. Esto permitió estudiar y analizar su comportamiento numérico, lo que resultó en la generación instantánea de una gran cantidad de números aleatorios. Como resultado, MATLAB proporcionó una solución rápida y precisa para los requerimientos del proyecto. [48]

2.4. Método Montecarlo

Este método específico implica la utilización de procesos estocásticos y sus resultados a través de un procedimiento de cálculo que consiste en realizar múltiples muestras de los datos esenciales de las variables involucradas en los problemas objeto de estudio y análisis. La calidad de los resultados obtenidos mediante este procedimiento mejora a medida que se llevan a cabo más muestras del problema, lo que permite obtener una comprensión más profunda de la evolución de su dinámica. Algunas de las ventajas y oportunidades destacadas de este método se observan especialmente en el cálculo del área bajo una curva específica. [49]

2.4.1. Variables Aleatorias

En este modelo de variable aleatoria, la probabilidad de que la variable tome un valor numérico específico se considera insignificante. En este sentido, no es factible asignar un valor concreto a una variable continua, dado que esta variable está relacionada con experimentos en los que puede adquirir cualquier valor dentro de los límites definidos por la distribución o el intervalo. [50]

2.4.2. Generación de números aleatorios

Los números generados por computadora no pueden considerarse verdaderamente aleatorios, ya que su generación sigue un proceso determinista y no involucra valores aleatorios genuinos. A pesar de esto, las secuencias producidas por estos procesos, que



simulan aleatoriedad, pasan algunas pruebas de aleatoriedad. Algunos autores prefieren llamar a estas secuencias números pseudoaleatorios. [50]

Los procesos aleatorios en computadoras, como la simulación Monte Carlo, se basan en secuencias de números pseudoaleatorios que caen en el rango de cero a uno. Aunque estas secuencias pueden considerarse como aleatorias, su utilización en cálculos computacionales plantea desafíos. [50]

Los números aleatorios generados por computadoras son pseudoaleatorios, ya que la secuencia se repite de manera predecible desde un conjunto inicial. La generación de estos números es en su mayoría predecible, y en realidad no son completamente aleatorios. La sucesión de números pseudoaleatorios producidos está mayormente determinada por un número fijo conocido como semilla, que inicia la serie de secuencias. La mayoría de los lenguajes de programación incluyen funciones y ecuaciones que facilitan la generación de números aleatorios. [50]

2.4.3. Ecuaciones del método Monte-Carlo

De acuerdo con [49], el método Monte-Carlo se basa en el siguiente principio. Consideremos una secuencia de variables aleatorias independientes $X_1, X_2, \dots$, que siguen una distribución con función $g : \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$.

Si se cumple que

$$\mu = E[g(X_1)] = E[g(X_2)] = \dots \quad (1)$$

se tiene que:

$$\frac{g(X_1) + g(X_2) + \dots + g(X_n)}{n} \quad (2)$$

$$\mu = \int_{-\infty}^{\infty} g(x) f_{X_1}(x) dx \quad \text{conforme } n \rightarrow \infty \quad (3)$$

Donde:



x : variable aleatoria

f_x : función de densidad de probabilidad

g : una función

X_n : muestras aleatorias

n : número de muestras

El teorema establece que para calcular una cantidad deseada mediante el método Monte-Carlo, se escribe como:

$$\int_{-\infty}^{\infty} g(x) f_x(x) dx \quad (4)$$

Donde X es una variable aleatoria con densidad de probabilidad $f_x(x)$, y g es una función específica. Además, $x_1, x_2, \dots$ son muestras aleatorias de la distribución de f_x . La aproximación de esta cantidad se puede expresar mediante la media:

$$\frac{1}{n} (g(x_1) + g(x_2) + \dots + g(x_n)) \quad (5)$$

La precisión de esta aproximación, conforme n aumenta, esta dada por la ecuación:

$$\frac{1}{\sqrt{n}} \quad (6)$$

2.5. Ecuaciones que intervienen en la generación de energía eólica

Las ecuaciones principales que interviene en la generación de la energía eólica son: densidad del viento, velocidad del viento, energía cinética del viento, la potencia del aerogenerador, la ecuación de rendimiento del aerogenerador estas ecuaciones se describen a continuación.



2.5.1. Densidad del viento

Tal como menciona [51] la Ecuación 7, posibilita calcular la densidad del aire utilizando la ley de los gases ideales. Esta relación está influenciada por la altitud a la que se realizan las mediciones y la temperatura ambiente.

$$\rho = \frac{p \cdot Ma}{Z \cdot R \cdot T} \times \left(1 - xv \left(1 - \frac{Ma}{Mv}\right)\right) \quad (7)$$

Donde:

ρ : Densidad del aire (kg/m^3)

p : Presión atmosférica.

Ma : Masa molar del aire.

Z : Factor dimensional.

T : Temperatura.

2.5.2. Velocidad del viento

Para calcular la velocidad del viento a distintas alturas, se utiliza la Ecuación 8. Esta fórmula se fundamenta en la velocidad del viento a una altura de 2 metros para estimar el perfil del viento a alturas de 10 y 50 metros, considerando el factor de rugosidad correspondiente, el cual varía según la ubicación de la estación. [51]

$$V_z = V_{ref} \left(\frac{Z}{Z_{ref}} \right)^a \quad (8)$$

Donde:

V_z : Velocidad del viento a estimar (m/s)

V_{ref} : Velocidad del viento de referencia (m/s)



Z : Altura sobre el nivel del suelo (m)

Z_{ref} : Altura de referencia del viento. (m)

a : Factor de rugosidad.

La Ecuación 8 considera el valor de " a ", que representa el factor de rugosidad y oscila entre 0.0 y 0.40, según el tipo de rugosidad del terreno. Por ejemplo, para agua se utiliza 0.13, para césped entre 0.14 y 0.16, para cultivos y arbustos 0.20, para bosques 0.25 y para zonas urbanas 0.40 [51]

2.5.3. Energía cinética del viento

En [50] utiliza la Ecuación 9 para evaluar la energía cinética disponible en el área de investigación, se establece la energía cinética como una variable que guarda una estrecha relación con la potencia eólica.

$$Ec = \frac{1}{2} mv^2 \quad (9)$$

Donde:

Ec : Energía cinética del viento (J/m^3)

m : Masa de aire (kg/m^3)

v : Velocidad del viento (m/s)

2.5.4. Potencia del Aerogenerador

Tal como indica [52] la potencia generada por el aerogenerador está dada por la Ecuación 10:

$$P = \frac{1}{2} \rho AV^3 \eta \quad (10)$$

Donde:



P : potencia (W)

ρ : densidad del aire (kg/m^3)

A : área del rotor (m^2)

V : velocidad del viento (m/s)

η : eficiencia de la turbina

2.6. Desarrollo de la simulación Monte-Carlo para estimar la generación eólica

El programa se concibió con el objetivo de calcular una serie de variables vinculadas a la producción de energía a partir de aerogeneradores, abarcando aspectos mecánicos, eléctricos y de potencia, y siguiendo las especificaciones de diseño específicas para este tipo de generación. La simulación se realizó utilizando App Designer, seleccionado por su capacidad para gestionar eficientemente las variables de entrada y ofrecer un control completo sobre el proceso.

La interfaz se diseñó con múltiples pestañas para facilitar la organización y ejecución ordenada de cálculos y simulaciones. Es importante destacar que el software se diseñó de manera genérica, lo que implica que puede adaptarse para trabajar con diferentes conjuntos de datos. Durante el desarrollo del software, se tuvieron en cuenta varios elementos, la estructuración de la interfaz, la implementación de la simulación Monte-Carlo (que incluye el historial de la velocidad del viento y la velocidad simulada), así como las variables pertinentes para la generación de energía eólica y la estimación de la generación eléctrica proyectada. Estos aspectos se describen detalladamente a continuación.

2.6.1. Flujograma de la metodología para la estimación de generación eólica con simulación Monte-Carlo

Basándose en la metodología representada en la Figura 13, la variable principal es la velocidad del viento registrada, utilizando valores medios diarios calculados a partir de mediciones horarias diarias. Cuantos más datos históricos se disponga, mejores serán los



resultados obtenidos, apoyándose en la fundamentación teórica y en ecuaciones específicas que cumplen funciones determinadas en el programa. En la Figura 13 se puede ver que el programa comienza insertando los valores eólicos, mecánicos y de eficiencia, donde el usuario puede ingresar estos valores en los campos correspondientes.

Después de esto, se cargó la base de datos de la velocidad del viento registrada según el caso de estudio. Utilizando conceptos básicos de probabilidad y estadística, se procedió a ajustar una curva, seleccionando la distribución normal, ya que es la más relevante para una variable aleatoria continua. Esta distribución se ajusta adecuadamente a los datos históricos de la velocidad del viento debido a la forma en que los valores de desviación estándar están separados con respecto a la media.

Basándose en el ajuste de distribución de los datos históricos de la velocidad del viento con los parámetros de media y desviación estándar, se realizó la simulación Monte-Carlo. Se generaron 12.000 valores aleatorios entre 0 y 1 utilizando la función `rand()`, ya que el ordenador solo puede generar estos valores, los cuales se inyectan en la Función Inversa de Distribución Acumulativa (ICDF) del ajuste de distribución para generar valores aleatorios de la velocidad del viento.

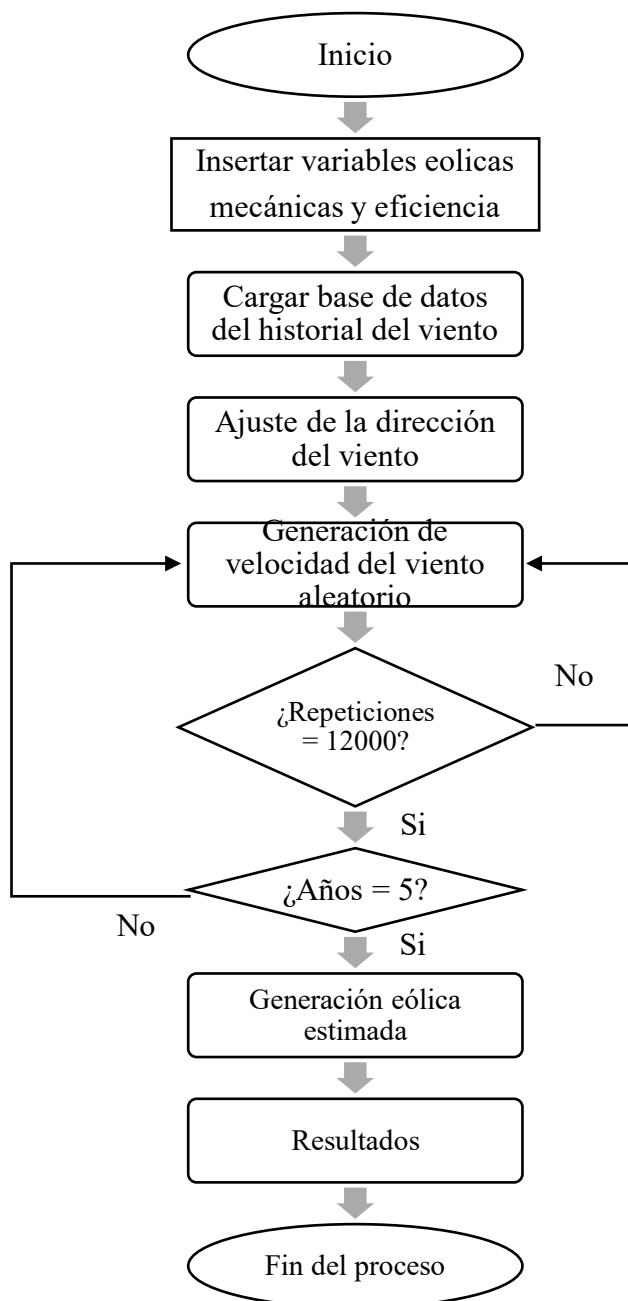


Fig. 13 Flujograma de la simulación Monte-Carlo

Finalmente, se generaron 12.000 valores aleatorios de la velocidad del viento para un año simulado, que se almacenan en un vector para su posterior uso en la estimación de la generación eólica. Este proceso se repite para cinco años, cuyos resultados se representan en diferentes gráficas para visualizar su comportamiento.



2.6.2. Implementación del modelo en Matlab

La implementación del modelo de estimación de generación eólica mediante simulación Monte-Carlo se realizó utilizando MATLAB, siguiendo guías y prácticas de desarrollo. Este proceso incluyó la estructuración del código en módulos y funciones principales, cada uno dedicado a tareas específicas como la carga de datos, la simulación Monte-Carlo y la visualización de resultados. El código se encuentra detallado en la sección de B de Anexos.

La entrada de datos se gestionó mediante la carga de datos históricos de velocidad del viento desde archivos de Excel. Estos datos se procesaron y almacenaron en matrices para su posterior análisis probabilístico y estadístico. Las funciones clave del código incluyen el cálculo de la velocidad del viento aleatoria, el ajuste de distribución y la estimación de generación eólica.

Para asegurar la precisión del modelo, se realizaron comparaciones con datos reales y pruebas de sensibilidad presentados en el siguiente capítulo. Se utilizó la distribución normal para ajustar los datos históricos de velocidad del viento, permitiendo generar valores aleatorios precisos para la simulación. La simulación Monte-Carlo se ejecutó generando 12,000 valores aleatorios de velocidad del viento utilizando funciones de densidad de probabilidad (PDF) y funciones de distribución acumulativa (CDF). Los resultados de la simulación se visualizaron mediante gráficos y tablas que muestran el comportamiento mensual y anual de la velocidad del viento y la estimación de generación eólica.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Estimación de la capacidad de Generación Eólica del lugar de estudio



El capítulo tiene como objetivo explicar la simulación Monte-Carlo y detallar los datos obtenidos en la ubicación de la Central Eólica Villonaco sobre la velocidad del viento y dirección del viento. Se incluye un análisis de los datos de velocidad del viento aleatoria generados a través de la simulación Monte-Carlo. También se realizaron cálculos de diversos parámetros que influyen en la generación eólica, considerando la velocidad del viento simulada. Finalmente, se presentan los resultados de la generación eólica simulada, que se validaron con los datos reales del caso de estudio.

4.1. Inicio de la simulación Monte-Carlo

Al principio, como se observa en la Figura 14, el programa cuenta con varias pestañas que permiten realizar distintos cálculos y examinar los resultados de manera organizada.



Fig. 14 Portada de inicio de la simulación Monte-Carlo

La Figura 14 muestra la interfaz inicial del programa, diseñada como la pantalla de presentación, destacando los emblemas de la Universidad y la Carrera de Electricidad, el título del trabajo de grado, el nombre del autor y el año en que se desarrolló la aplicación.



4.2. Interfaces de simulación Monte-Carlo

Debido a la relevancia de este componente, se ha subdividido esta pestaña en dos secciones: "Historial de la velocidad del viento" con "Velocidad del viento simulado" y "Historial de la dirección del viento" con "Dirección del viento simulado". A continuación, se detallan ambas:

a) Interfaz del Historial de la velocidad del viento y velocidad del viento simulado

En la Figura 15 se muestra la interfaz correspondiente al historial de la velocidad del viento, donde se presenta una tabla denominada "Datos del historial". Esta tabla permite cargar los datos históricos de la velocidad del viento y almacenarlos en una matriz para su posterior análisis probabilístico y estadístico.

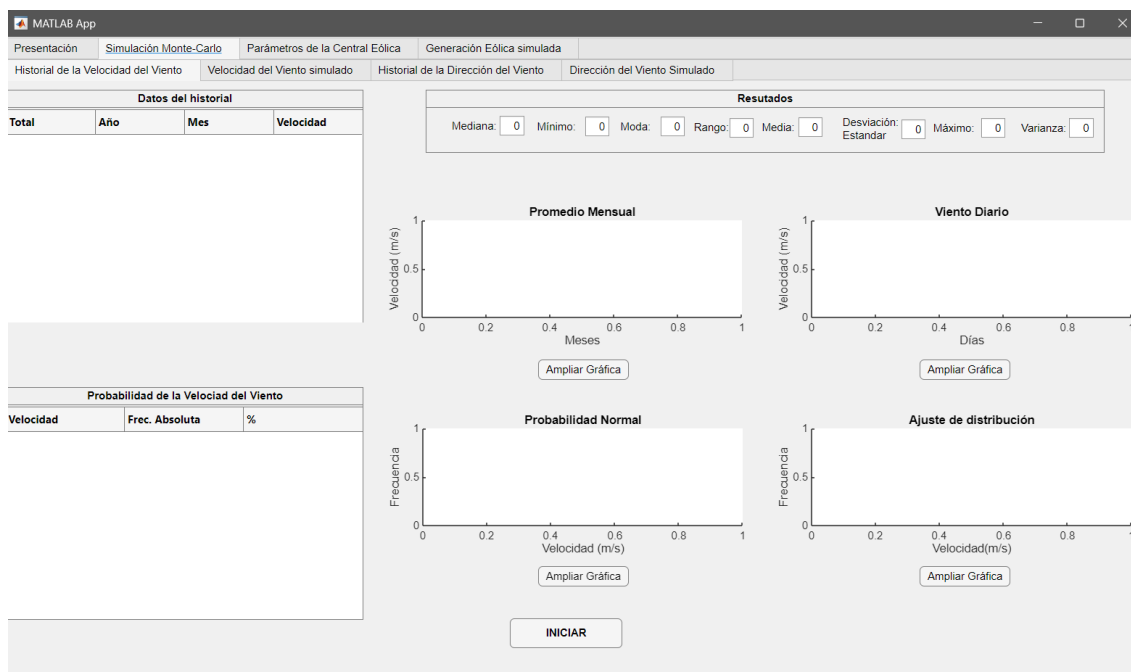


Fig. 15 Interfaz historial de la velocidad del viento

En la esquina inferior izquierda de la Figura 15, se identifica otra tabla llamada "Probabilidad de la velocidad del viento". Esta tabla realiza un análisis comparativo entre todos los elementos del vector de velocidad, determinando la frecuencia relativa en



porcentaje y mostrando la velocidad del viento con mayor probabilidad según el historial de velocidad del viento ingresado.

En la parte superior de la Figura 15, se presenta una tabla titulada "Resultados", la cual ofrece información estadística sobre los datos ingresados del historial de la velocidad del viento, incluyendo la media, el valor máximo y mínimo, la desviación estándar y la varianza. Además, se muestran cuatro ejes (axes), que son gráficos que permiten visualizar el comportamiento anual y mensual de la velocidad del viento, así como la probabilidad y la distribución normal con sus respectivos histogramas.

Es importante mencionar que en esta sección se presentan tablas y ejes en blanco, ya que se trata de una representación genérica.

En la figura 16 se muestra la segunda subpestaña de la sección de Simulación Monte-Carlo, donde se encuentra la tabla titulada "Velocidad del viento aleatorio", que representa los 12,000 vientos aleatorios generados mensualmente durante un año de simulación. Además, la aplicación está configurada para generar cinco años de viento aleatorio simulado en cada corrida. Utilizando la Ecuación (5) en el contexto del método Monte-Carlo, se calculan valores promedio mensuales que se reflejan en la tabla llamada "Promedio de la velocidad del viento aleatorio".

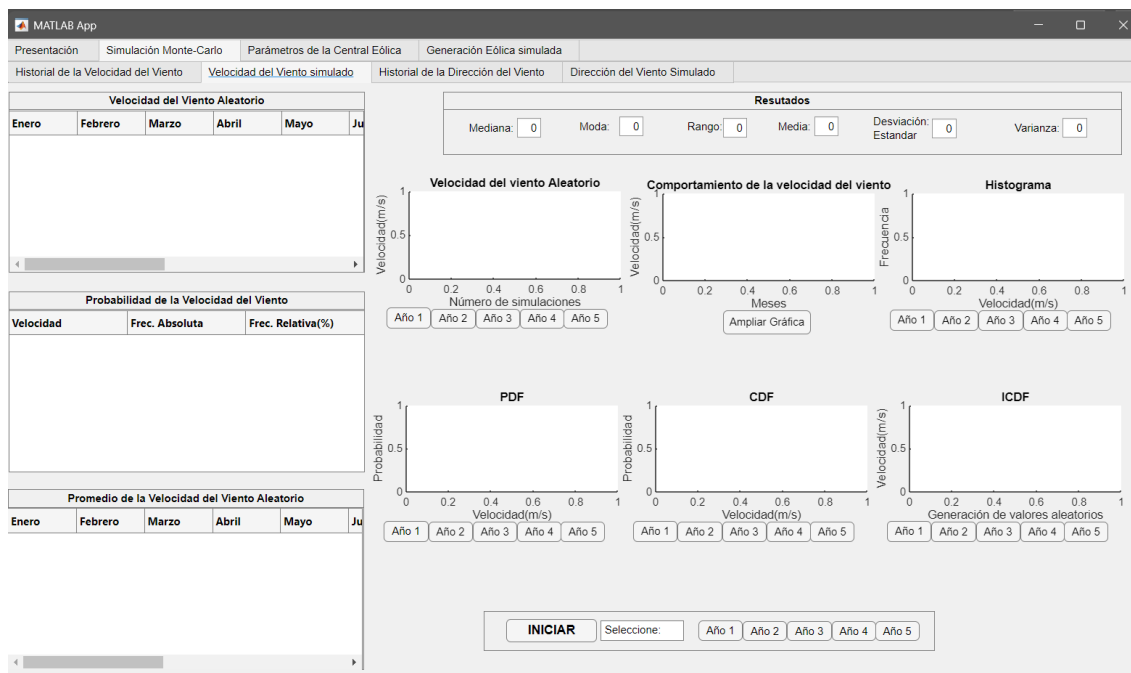


Fig. 16 Interfaz velocidad del viento simulado

Según se observa en la Figura 16, se presentan varios ejes (axes) que permiten visualizar el comportamiento del viento aleatorio simulado durante los 12 meses de cada uno de los 5 años. Estos ejes muestran resultados como la mediana, la moda, el rango, la desviación estándar, así como las funciones de densidad de probabilidad (PDF), la función de distribución acumulativa (CDF) y la función inversa de distribución acumulativa (ICDF) correspondientes a cada año de la simulación del viento.

b) Interfaz del Historial de la Dirección del viento y dirección del viento simulado

De manera similar a lo desarrollado en las secciones previas relacionadas con la velocidad del viento, en este apartado se aborda el tratamiento de la dirección del viento, empleando herramientas gráficas y analíticas diseñadas para su evaluación. La Figura 17 presenta la interfaz para analizar el historial de la dirección del viento, donde se carga una tabla con datos históricos que se almacenan en una matriz para su análisis estadístico y



probabilístico.

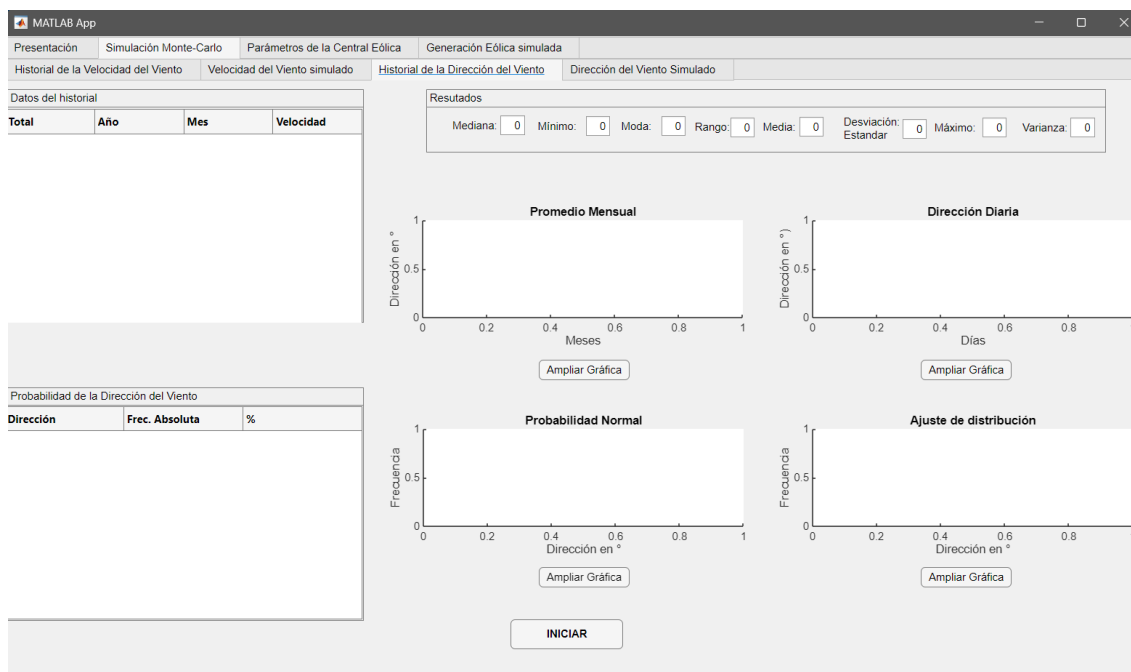


Fig. 17 Interfaz del historial de la dirección del viento

En la parte inferior izquierda de la Figura 17 se encuentra una tabla que muestra la probabilidad de cada dirección del viento en función de su frecuencia relativa. En la parte superior, otra tabla presenta los principales valores estadísticos del historial, como media, máximos, mínimos, desviación estándar y varianza. Además, se incluyen gráficos que ilustran el comportamiento mensual y anual de la dirección del viento, junto con su distribución de probabilidad y su ajuste normal mediante histogramas.

La Figura 18 muestra la segunda subpestaña del módulo de simulación Monte-Carlo, donde se genera una tabla con 12.000 valores aleatorios de dirección del viento por año. La simulación abarca cinco años por ejecución, y los promedios mensuales resultantes se presentan en una tabla adicional.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
SUBDECANATO

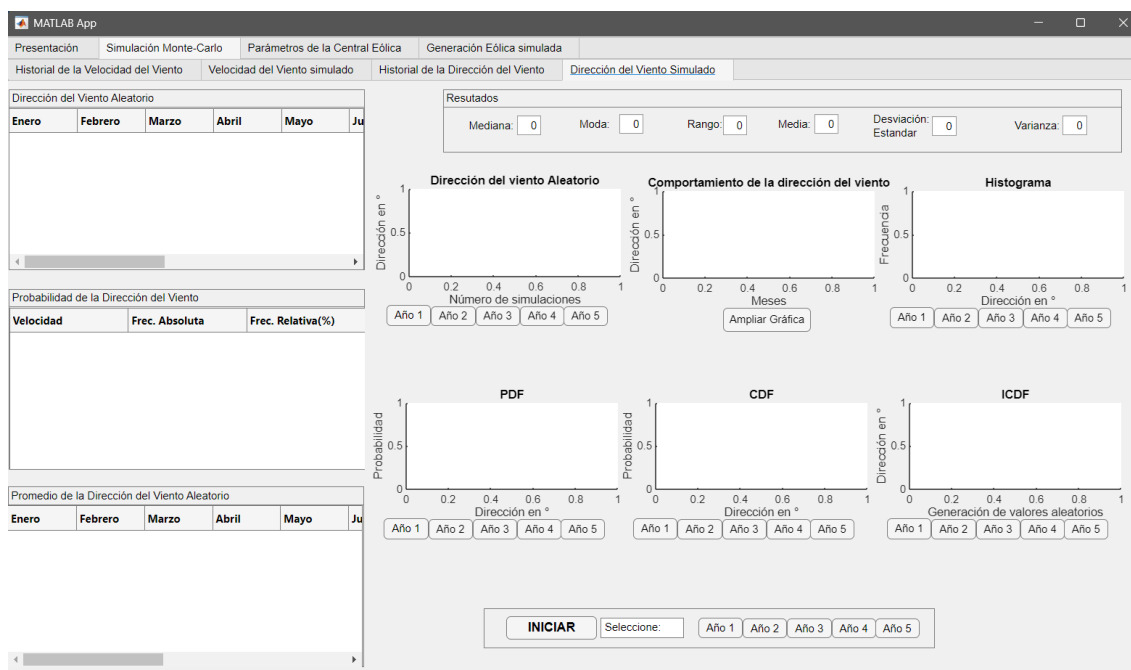


Fig. 18 Interfaz dirección del viento simulado

La Figura 18 incluye gráficos que muestran las direcciones del viento simuladas durante cinco años, permitiendo analizar estadísticas como la mediana, moda, rango y desviación estándar, así como las funciones PDF, CDF e ICDF para evaluar su comportamiento estadístico a lo largo del tiempo.

4.3. Interfaz de las variables de la generación eólica

En la Figura 19 se observa que esta interfaz posee dos secciones principales: una centrada en las variables relacionadas con la energía eólica y la otra en las variables del aerogenerador, la dirección del viento y su rendimiento. Estas secciones se explican con más detalle a continuación.

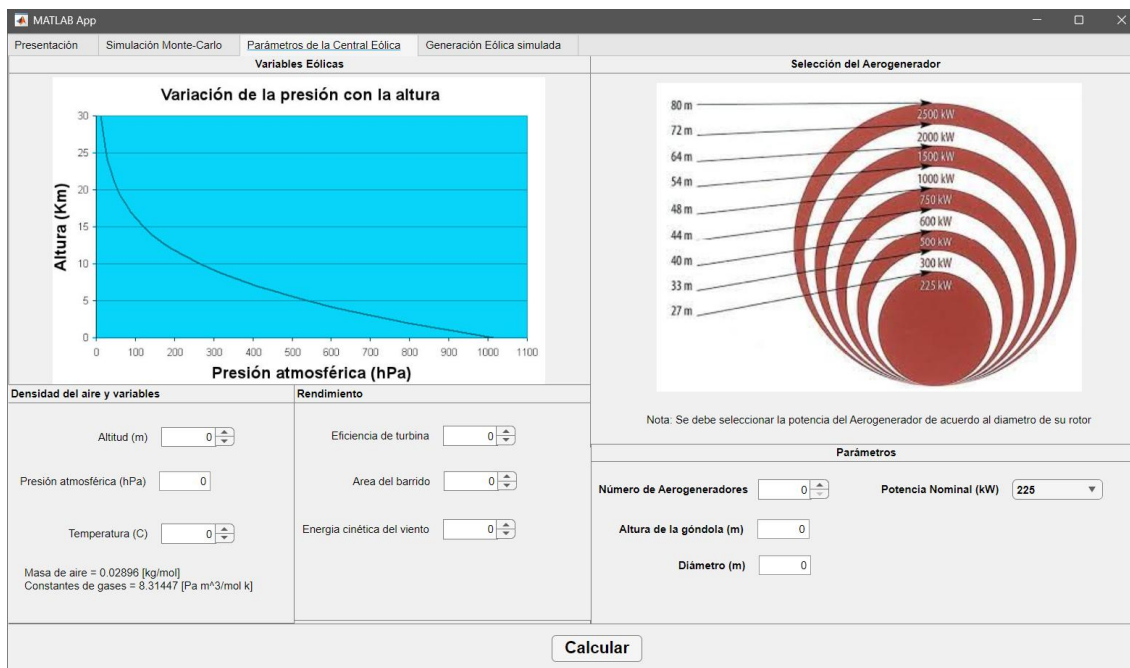


Fig. 19 Interfaz de variables que intervienen en la generación eólica

a) Variables relacionadas con la energía eólica

En la interfaz de las variables eólicas, se implementó el cálculo de la densidad del viento utilizando la ecuación (7). Para determinar la velocidad del viento, se aplicó la ecuación (8), mientras que, para calcular la energía cinética del viento, se empleó la ecuación (9).

b) Variables del aerogenerador y su rendimiento

En la sección de las variables del aerogenerador y su rendimiento. La opción de la velocidad del viento reflejada en esta selección se determina según la función inversa de distribución acumulativa (ICDF), tomando en consideración los valores que superan la media. Esto se basa en los máximos valores de velocidad del viento simulados durante los 12 meses de los 5 años. Así, se permite al usuario elegir el mejor aerogenerador en función de la densidad del viento y la velocidad del viento simulado. Finalmente, se desarrolló la programación para calcular el rendimiento del aerogenerador utilizando la ecuación (10).



4.4. Interfaz de la estimación de generación eólica

En la Figura 20 se presenta una tabla denominada "Estimación de generación eólica", en la cual se muestra el número de la simulación, el viento simulado y la estimación de la generación eólica. Para esta sección, se implementó un ciclo for anidado que selecciona un vector conteniendo los vientos aleatorios simulados, y utiliza una celda específica para aplicar la Ecuación (10) y realizar los cálculos correspondientes de la estimación de la generación eólica. Luego, dentro de este ciclo for, se crea otro vector que almacena la celda del viento simulado y la generación eólica estimada.

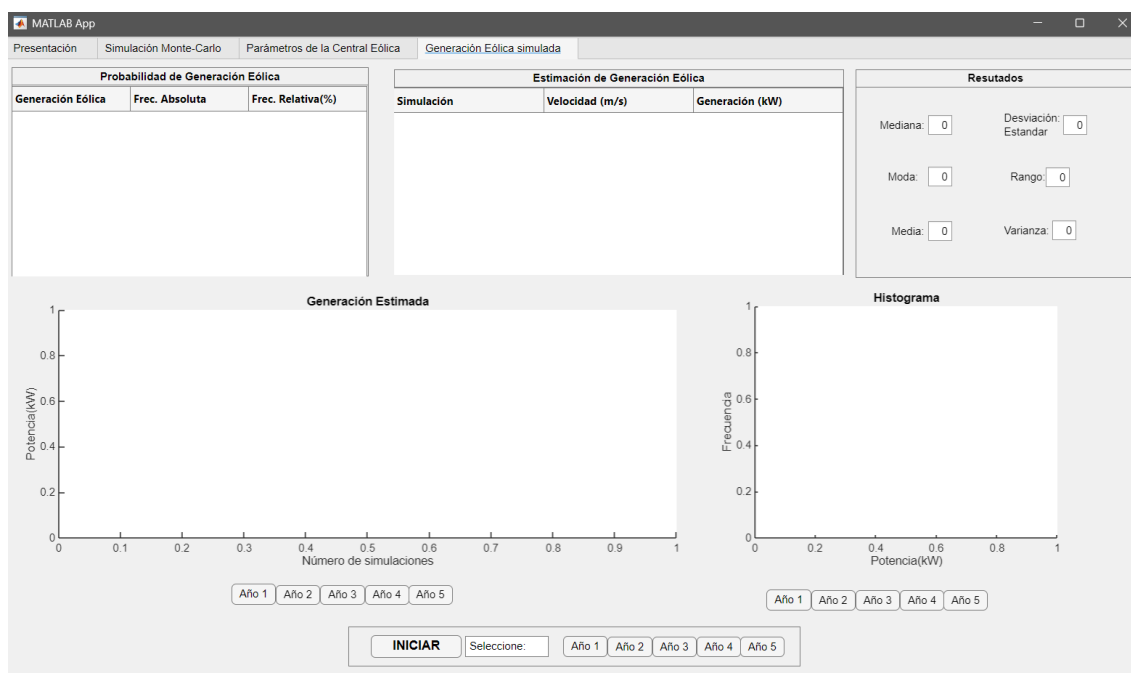


Fig. 20 Interfaz generación eólica estimada

En la Figura 20 se presenta la tabla "Probabilidad de generación eólica", la cual utiliza los datos de la generación eólica simulada para calcular la frecuencia relativa en porcentaje y determinar qué generación se repite con mayor frecuencia, lo que permite obtener la probabilidad de la estimación de la generación eólica.

Asimismo, en la Figura 20 se muestran varios ejes que permiten visualizar la predicción de la generación en función del número de simulaciones, junto con su respectivo histograma.



4.5. Datos obtenidos del lugar de estudio Central Eólica Villonaco

Se cuenta con los datos detallados del lugar de estudio en este caso la ubicación de la Central Eólica Villonaco, abarcando el período desde el 1 de enero de 2021 hasta diciembre de 2024. Estos datos fueron recopilados a partir de los valores medios registrados cada hora obtenidos del portal web NASA POWER.

4.5.1. Datos de la velocidad del viento

Se recolectó información de la velocidad del viento desde el año 2021 hasta el 2024 a una altura de 50 m ya que es la altura más próxima a la altura de un aerogenerador, está fue ajustada a una altura de 65 6m utilizando la Ecuación (8) obteniendo una velocidad del viento más realista, la cual se detalla a continuación.

a) Datos de la velocidad del viento del año 2021

La velocidad del viento medida corresponde al promedio diario calculado a partir de las mediciones horarias durante el período de generación. La Figura 21 muestra los datos del promedio diario, mensual y anual de la velocidad del viento correspondientes al año 2021.

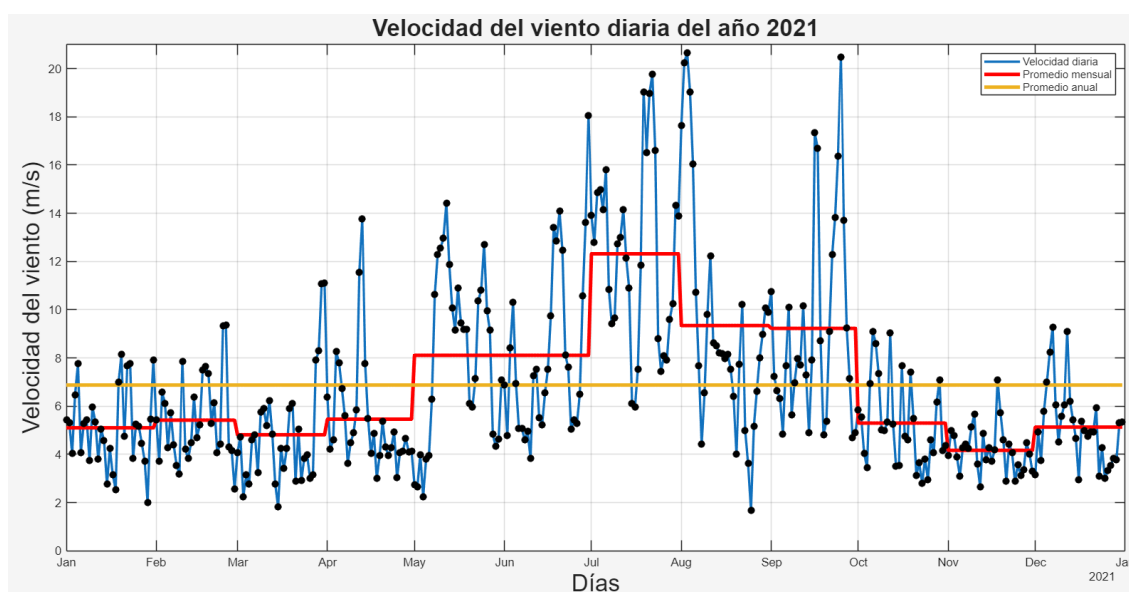


Fig. 21 Viento histórico del año 2021



En la Figura 21 se muestra la serie diaria del viento donde se evidencia fluctuaciones significativas, alcanzando picos superiores a los 20 (m/s) en los meses de junio, julio y agosto, lo que indica una mayor intensidad del viento durante el período de verano. El promedio mensual muestra una tendencia más suavizada que la serie diaria, destacando el incremento progresivo de la velocidad del viento desde abril hasta agosto, seguido de un descenso hacia los últimos meses del año. Esta línea mensual ayuda a identificar los periodos de mayor aprovechamiento eólico. En contraste, el promedio anual permanece en un valor aproximado de 6,87 (m/s), sirviendo como referencia general del comportamiento medio del viento en el año.

b) Datos de la velocidad del viento del año 2022

La velocidad del viento registrada se obtiene como promedio diario a partir de los valores medidos cada hora durante el período de generación. En la Figura 22 se presentan los datos correspondientes a la velocidad del viento promedio diario, mensual y anual del año 2022.

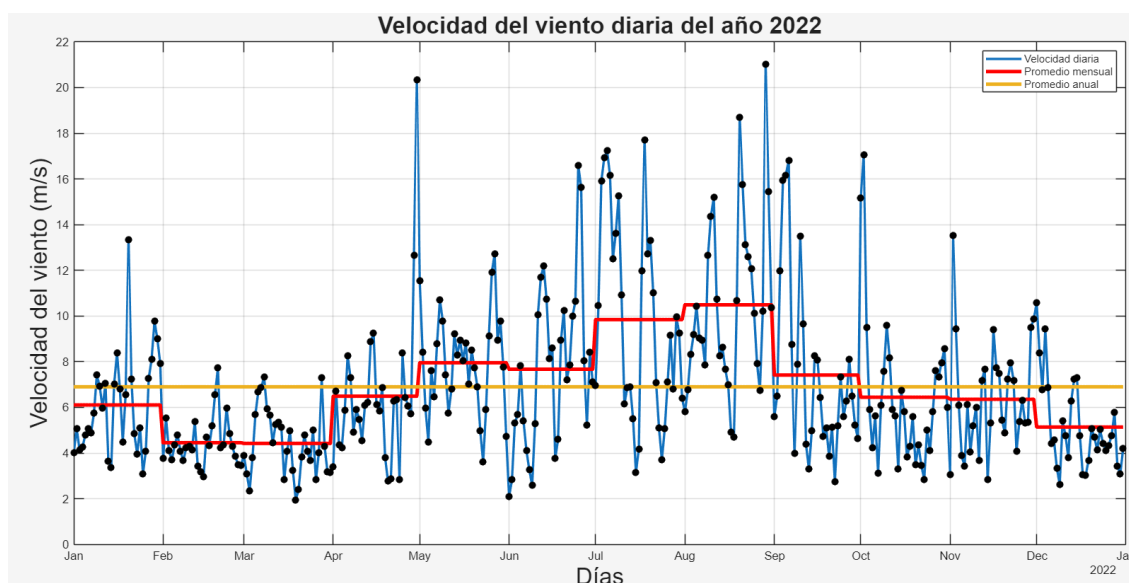


Fig. 22 Viento histórico del año 2022



Como se observa en la Figura 20 se tiene un promedio anual de aproximadamente 6,89 (m/s), representado. Se puede identificar un período de velocidades de viento generalmente más bajas que va desde finales de diciembre de 2021 hasta aproximadamente mediados de marzo de 2022. Durante este período, los promedios mensuales se mantienen por debajo del promedio anual.

Se observa un notable incremento en la velocidad del viento a partir de finales de abril y principios de mayo, con picos significativos en la velocidad diaria del viento que superan los 18 (m/s), e incluso se acerca a los 21 (m/s) en mayo. Este período de vientos se extiende durante los meses de verano, desde mayo hasta principios de septiembre, donde los promedios mensuales son consistentemente más altos que el promedio anual, alcanzando sus valores máximos entre julio y agosto, superando los 4 (m/s).

Nótese que en el mes de agosto se observa el promedio mensual de velocidad del viento más alto del año, superando los 10,48 (m/s). Después de septiembre, la velocidad del viento tiende a disminuir gradualmente hacia finales de año, con promedios mensuales que vuelven a estar por debajo del promedio anual.

c) Datos de la velocidad del viento del año 2023

La velocidad del viento medida corresponde al promedio diario obtenido a partir de las mediciones horarias realizadas durante el período de generación. La Figura 23 muestra los datos del promedio diario, mensual y anual de la velocidad del viento registrados en el año 2023.

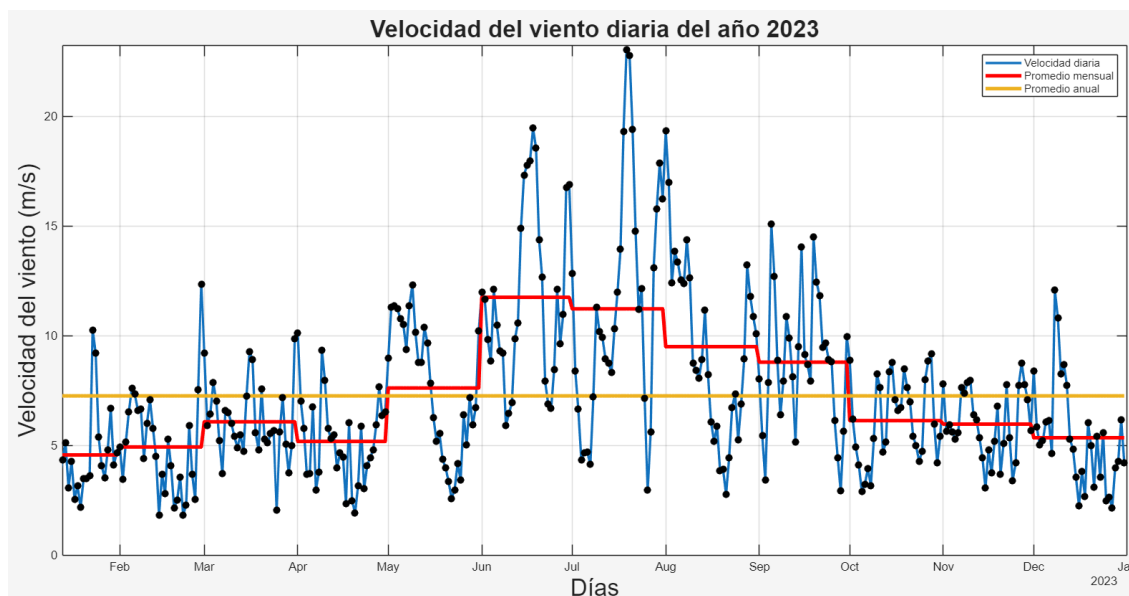


Fig. 23 Viento histórico del año 2023

Como se muestra en la Figura 23 la curva que representa las velocidades medias diarias del viento, donde se tiene un promedio anual de aproximadamente 7,25 (m/s). En la curva del promedio mensual de la velocidad del viento, se evidencia una variación notable a lo largo del año.

El año 2023 comienza con velocidades de viento relativamente bajas en enero, con un promedio mensual cercano a los 2 m/s, muy por debajo del promedio anual. Se observa un ligero aumento en febrero, con un promedio mensual que se mantiene por debajo del promedio anual. Marzo y abril muestran fluctuaciones, pero con promedios mensuales que aún no superan significativamente el promedio anual.

A partir de mayo, se inicia un período de velocidades de viento más elevadas, con un promedio mensual que supera el promedio anual y continúa aumentando en mayo, alcanzando aproximadamente los 7,61 (m/s). Junio se destaca como el mes con las velocidades de viento más altas, tanto en promedio mensual alrededor de 11,74 (m/s) como en picos diarios, donde la velocidad del viento llega a superar los 20 (m/s) en varios días. Este período de vientos fuertes se extiende hasta agosto, aunque con una ligera disminución en el promedio mensual.



A partir de septiembre, la velocidad del viento comienza a disminuir gradualmente, con los promedios mensuales acercándose y luego cayendo por debajo del promedio anual en los últimos meses del año. Diciembre registra promedios mensuales similares a los de enero, indicando una vuelta a un patrón de vientos más suaves al final del año.

d) Datos de la velocidad del viento del año 2024

La velocidad del viento registrada se calcula como el promedio diario a partir de las mediciones realizadas cada hora durante el período de generación. En la Figura 24 se presentan los datos correspondientes al promedio diario, mensual y anual de la velocidad del viento del año 2024.

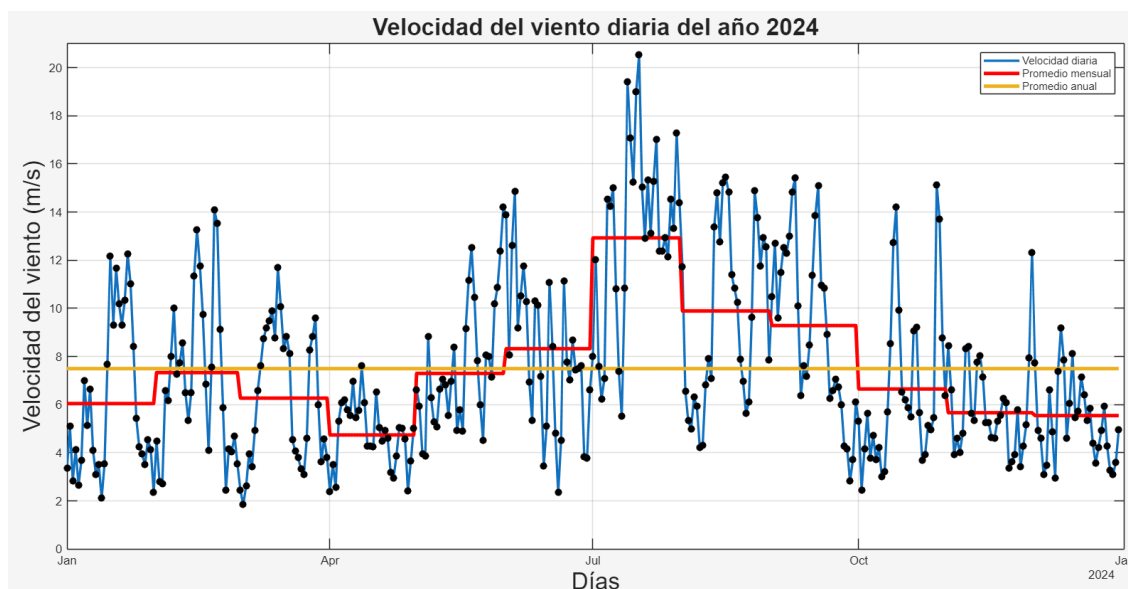


Fig. 24 Viento histórico del año 2024

En la Figura 24 se visualiza la curva que representa las velocidades medias diarias del viento, donde se tiene un promedio anual de aproximadamente 7,49 (m/s). En la curva del promedio mensual de la velocidad del viento, se evidencia una variación estacional clara a lo largo del año.



El año 2024 comienza con velocidades de viento moderadas en enero y febrero, con promedios mensuales que se acercan al promedio anual de aproximadamente 6,04 (m/s) y 7,32 (m/s). En marzo y abril, se observa una disminución en la velocidad del viento, con promedios mensuales que caen a alrededor de 2 (m/s), situándose por debajo del promedio anual.

A partir de mayo, comienza un período de aumento en la velocidad del viento, que se intensifica en junio y alcanza su pico en julio. En julio, el promedio mensual de la velocidad del viento es el más alto del año, superando los 12,92 (m/s), y se observan varios picos diarios que alcanzan o superan los 18 (m/s), llegando incluso a rozar los 20 (m/s). Este período de vientos fuertes se extiende hasta agosto, aunque con una ligera disminución en el promedio mensual. Desde septiembre en adelante, la velocidad del viento tiende a disminuir gradualmente. El promedio mensual en septiembre se reduce a aproximadamente 9,28 (m/s), y continúa descendiendo en octubre, noviembre y diciembre, acercándose nuevamente a los valores observados a principios de año.

e) Velocidad del viento en promedio del historial

La Figura 25 muestra la curva que representa el promedio de las velocidades del viento diarias registradas entre los años 2021 y 2024 en la Central Eólica Villonaco. Esta representación gráfica permite observar el comportamiento del promedio mensual en comparación con el promedio anual.

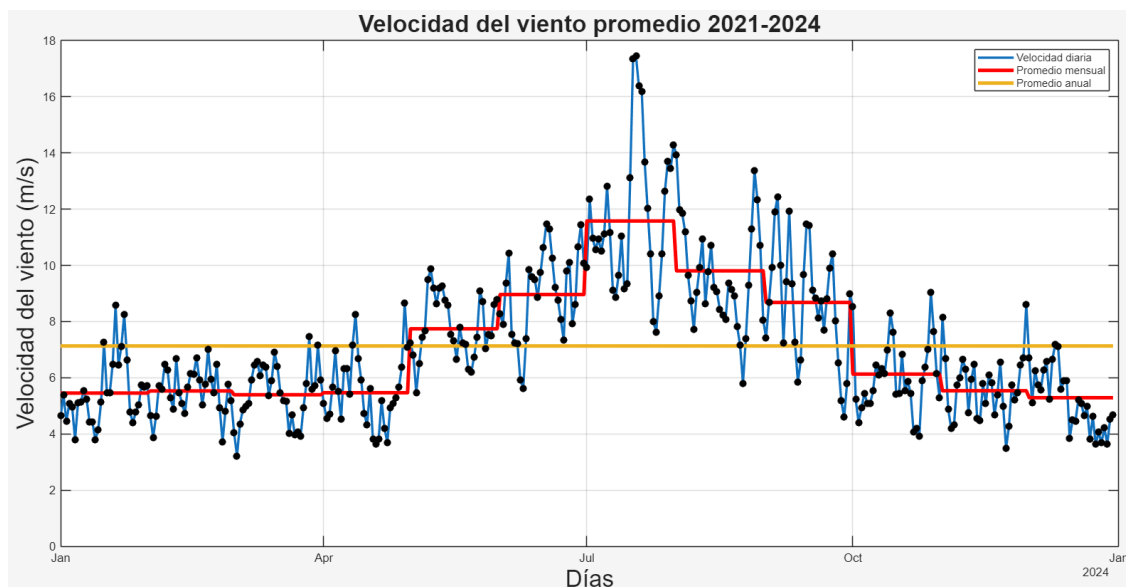


Fig. 25 Viento histórico promedio del año 2021-2024

En la Figura 25 se observa la curva que representa las velocidades medias diarias del viento, donde se tiene un promedio anual general de aproximadamente 7,13 (m/s). Este valor representa la velocidad media del viento a lo largo de todo el ciclo anual en el período de cuatro años analizado.

Al analizar la curva del promedio mensual de la velocidad del viento, se evidencia una clara variación estacional consistente a lo largo del año. Los primeros meses del año, desde enero hasta aproximadamente abril, presentan velocidades de viento relativamente bajas, con promedios mensuales que oscilan entre 4 y 7,5 (m/s), situándose por debajo del promedio anual general.

A partir de mayo, se observa un incremento progresivo en la velocidad del viento, el cual se intensifica notablemente en junio y alcanza su punto máximo en julio. El promedio mensual de la velocidad del viento en julio es el más alto del año, superando los 11 (m/s). Durante este período de verano, se registran los picos más altos de velocidad del viento promedio diaria, llegando a superar los 14 (m/s) e incluso acercándose a los 18 (m/s) en algunos días de julio. Este patrón sugiere una temporada de vientos fuertes y consistentes en esta época del año.



A partir de agosto, la velocidad del viento comienza a disminuir gradualmente. El promedio mensual en agosto es ligeramente inferior al de julio, y esta tendencia descendente continúa en septiembre, octubre, noviembre y diciembre. Los últimos meses del año muestran promedios mensuales que vuelven a estar por debajo del promedio anual, indicando un retorno a condiciones de vientos más suaves.

4.5.2. Datos de dirección del viento

Se recolectó información de la dirección del viento desde el año 2021 hasta el 2024, la cual se observa en la Figura 26.

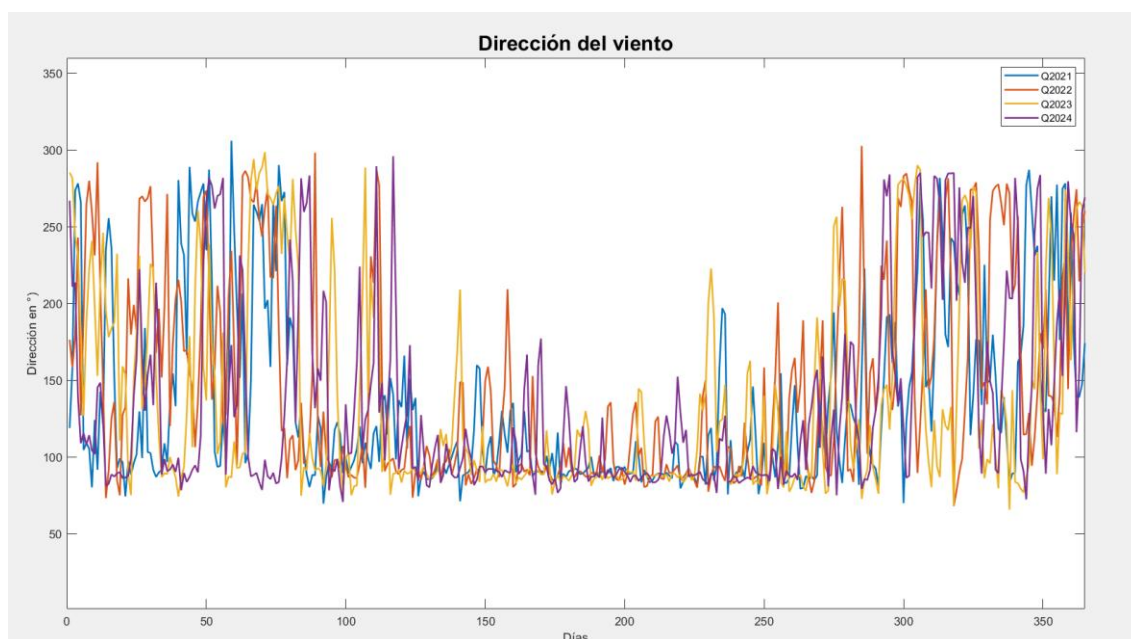


Fig. 26 Dirección del viento histórico de los años 2021 – 2024.

En la Figura 26 se ilustra la variación diaria de la dirección del viento, expresado en grados sexagesimales, donde 0° indica dirección norte, 90° este, 180° sur y 270° oeste. Se observa una notable dispersión en la dirección del viento durante los primeros y últimos meses del año. Este comportamiento sugiere una mayor variabilidad en las condiciones atmosféricas en dichos períodos, probablemente vinculada a los cambios estacionales o a la presencia de fenómenos meteorológicos transitorios que influyen en la dirección predominante del viento.



Entre los días 120 y 270 del año, aproximadamente desde mediados de abril hasta finales de septiembre, se observa una tendencia hacia la estabilidad en la dirección del viento. Durante este intervalo, los valores se concentran mayoritariamente entre los 80° y 130° , lo cual indica una predominancia de vientos provenientes del este o sureste. Esta tendencia es común en los cuatro años analizados, lo que permite inferir un patrón estacional recurrente en la zona de estudio.

En cuanto a la comparación interanual, se destaca que los años 2021 y 2022 mantienen un comportamiento relativamente homogéneo tanto en la etapa de estabilidad como en los períodos de mayor variabilidad. Por otro lado, el año 2023 presenta una mayor dispersión en los primeros meses, mientras que el año 2024 muestra picos irregulares hacia el final del año, aunque conservando el patrón general observado. Esta información resulta fundamental para el análisis de eficiencia y orientación óptima de aerogeneradores, ya que permite identificar los períodos más favorables para la operación continua y eficaz de sistemas de generación eólica.

4.6. Análisis de datos de la Simulación Monte-Carlo

Para llevar a cabo la simulación Monte-Carlo, se comenzó con el ajuste de curva, incluyendo la función de densidad de probabilidad (PDF), la función de distribución acumulada (CDF) y la función inversa de distribución acumulada (ICDF), con el objetivo de generar valores aleatorios de la velocidad del viento. A continuación, se detallan estos elementos.

4.6.1. Adaptación de la distribución de la velocidad del viento

En primera instancia, se empleó una distribución normal con el objetivo de verificar si los datos se ajustan a dicho modelo. Para ello, se complementó con un análisis de probabilidad normal y la aplicación de pruebas de hipótesis correspondientes a la normalidad. Este procedimiento se representa en la Figura 27.

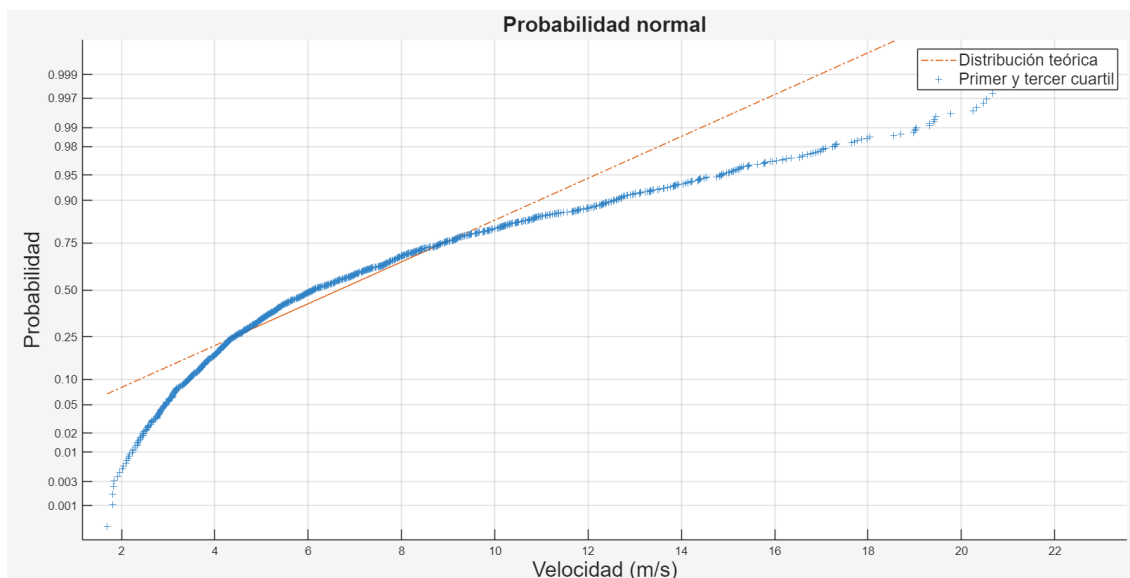


Fig. 27 Probabilidad normal de la velocidad del viento

En la Figura 27 se representa un gráfico de probabilidad normal aplicado a los datos de velocidad del viento, con el objetivo de evaluar su posible ajuste a una distribución normal. Los símbolos en azul corresponden a la probabilidad empírica de cada valor observado de velocidad del viento, mientras que la línea segmentada en color rojo representa la distribución teórica normal. Esta línea conecta los valores comprendidos entre el primer y el tercer cuartil, extendiéndose posteriormente hacia los extremos del conjunto de datos.

El eje vertical muestra las probabilidades acumuladas, con una escala que varía de 0.001 a 0.999, mientras que el eje horizontal indica los valores de velocidad del viento en metros por segundo. Como se puede observar, existe un desvío considerable de los puntos con respecto a la línea de ajuste teórico, especialmente en los extremos inferior y superior de la distribución. Este comportamiento indica que los datos no siguen de forma estricta una distribución normal, lo cual es relevante al momento de seleccionar un modelo probabilístico apropiado para la simulación. Por lo tanto, se puede concluir que la hipótesis de normalidad no se cumple plenamente en los datos analizados, y será necesario considerar otras distribuciones más representativas del comportamiento real del recurso eólico.

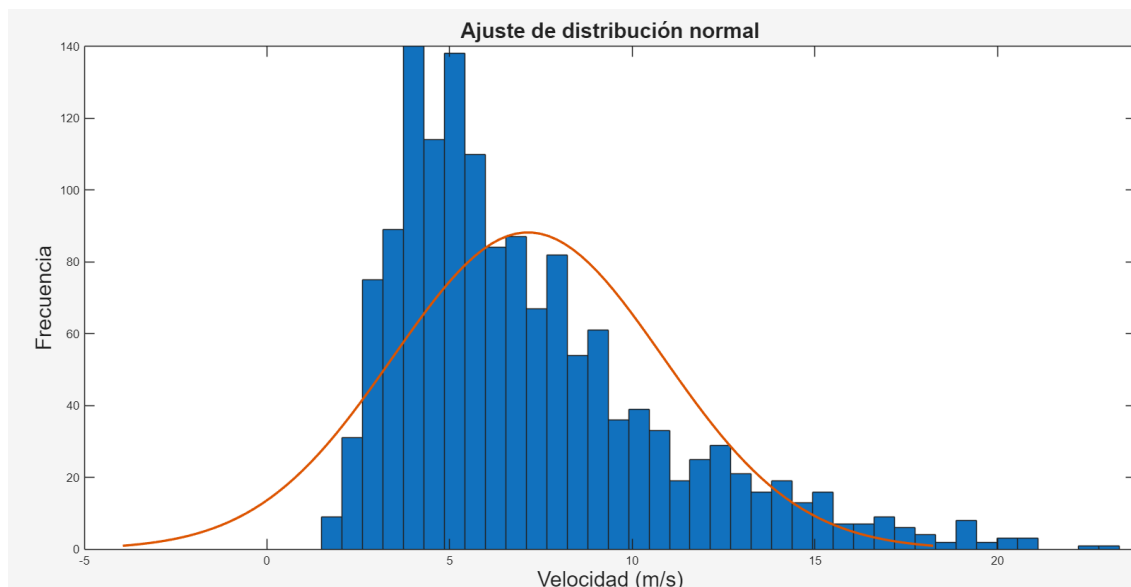


Fig. 28 Ajuste de distribución normal

En la Figura 28 se presenta, sobre el eje horizontal, el registro histórico de la velocidad del viento, observándose que la mayor concentración de datos se encuentra en el intervalo comprendido entre 4,2 y 10 m/s. A partir de este conjunto de datos, se obtuvo una velocidad media de 7,13 m/s y una desviación estándar de 3,7. En el eje vertical se representa la frecuencia absoluta, es decir, el número de veces que se repite cada valor de velocidad. Se destaca que la velocidad de 4,2 m/s es la más frecuente, con 140 repeticiones, lo cual se refleja en la barra de mayor altura dentro del histograma.

4.6.2. Generación de la velocidad del viento aleatorio

En la Figura 29 se ilustra la función de densidad de probabilidad (PDF), la cual asigna una probabilidad a cada valor del caudal, indicando la posibilidad de que dicho valor sea observado. Las áreas bajo la curva, determinadas por la altura de la función, reflejan la concentración de valores del caudal, siendo mayores en las zonas donde existe una mayor probabilidad según la distribución asumida.

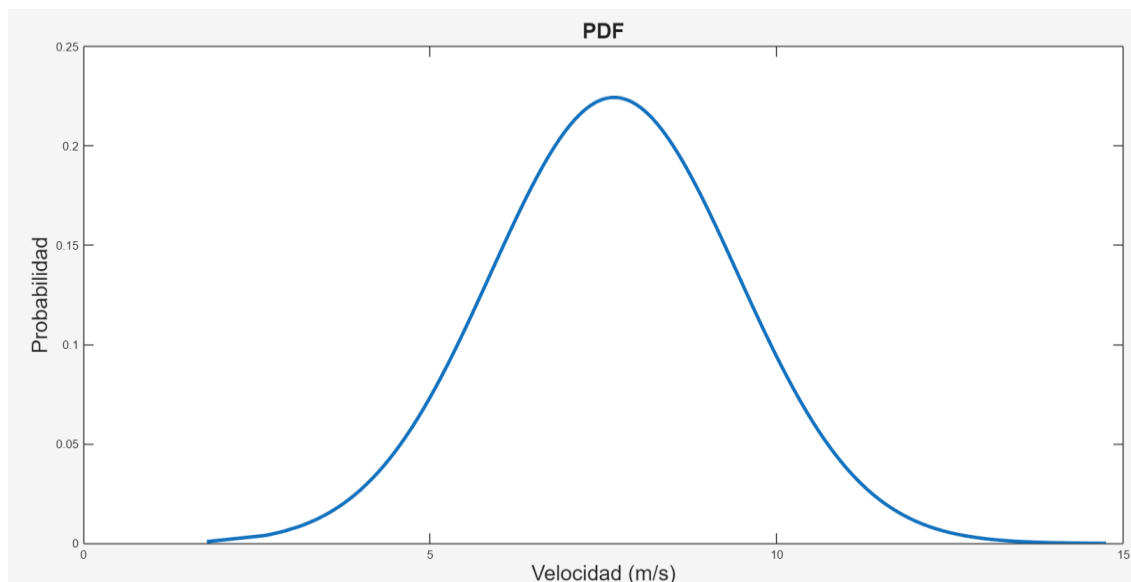


Fig. 29 Densidad de probabilidad de la velocidad

Para cada componente del sistema, se definió la función de densidad de probabilidad (PDF), permitiendo establecer la probabilidad de ocurrencia de determinados valores de velocidad del viento. Esta función se construyó a partir de los parámetros estadísticos derivados del historial de datos, específicamente la media y la desviación estándar.

Posteriormente, se procedió a calcular la función de distribución acumulativa (CDF), la cual representa la integral de la función de densidad. El comportamiento de esta función se muestra en la Figura 30, reflejando la acumulación de probabilidad a medida que aumenta el valor de la velocidad del viento.

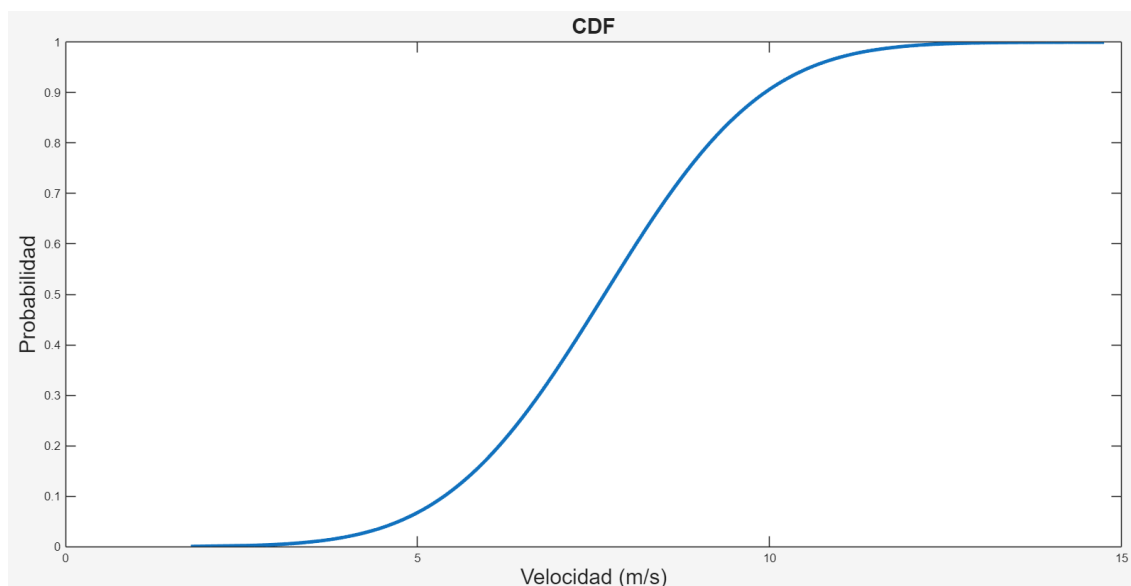


Fig. 30 Función de distribución acumulada de la velocidad

En la Figura 30, el eje de las ordenadas muestra la probabilidad asociada a los distintos valores de velocidad del viento registrados. La función de densidad de probabilidad se encuentra acotada entre valores próximos a cero y uno. En los tramos iniciales de la curva, se observan pendientes reducidas, lo cual indica la presencia de datos atípicos que corresponden a velocidades poco comunes y, por tanto, de baja probabilidad. De manera similar, en los extremos superiores de la curva también se presentan derivadas pequeñas, reflejando la escasa frecuencia de ocurrencia de valores altos de velocidad del viento.

En cambio, en la zona central de la distribución acumulada de la velocidad, correspondiente a los valores promedio, las derivadas son mayores, lo cual implica una mayor densidad de datos y, por ende, una probabilidad más alta de ocurrencia. Esta característica genera una forma curva en “S” típica de este tipo de distribución.

Por su parte, la Figura 31 muestra la función inversa de la distribución acumulativa (ICDF), la cual permite identificar, para una determinada probabilidad, el valor de velocidad del viento correspondiente. Esta función actúa como la inversa de la función de distribución acumulativa (CDF) representada previamente en la Figura 30.

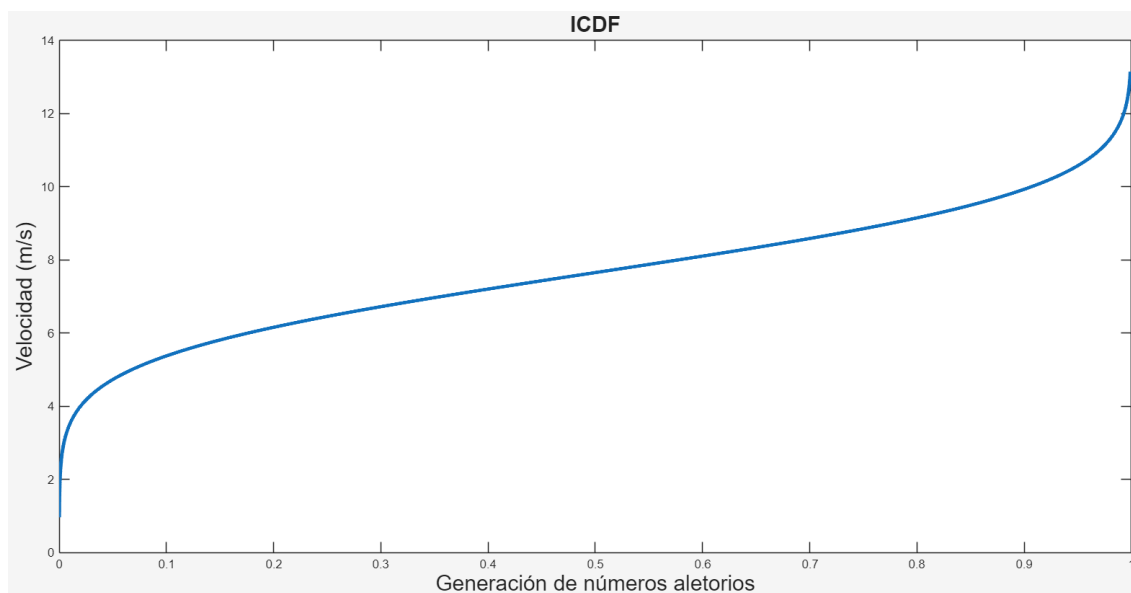
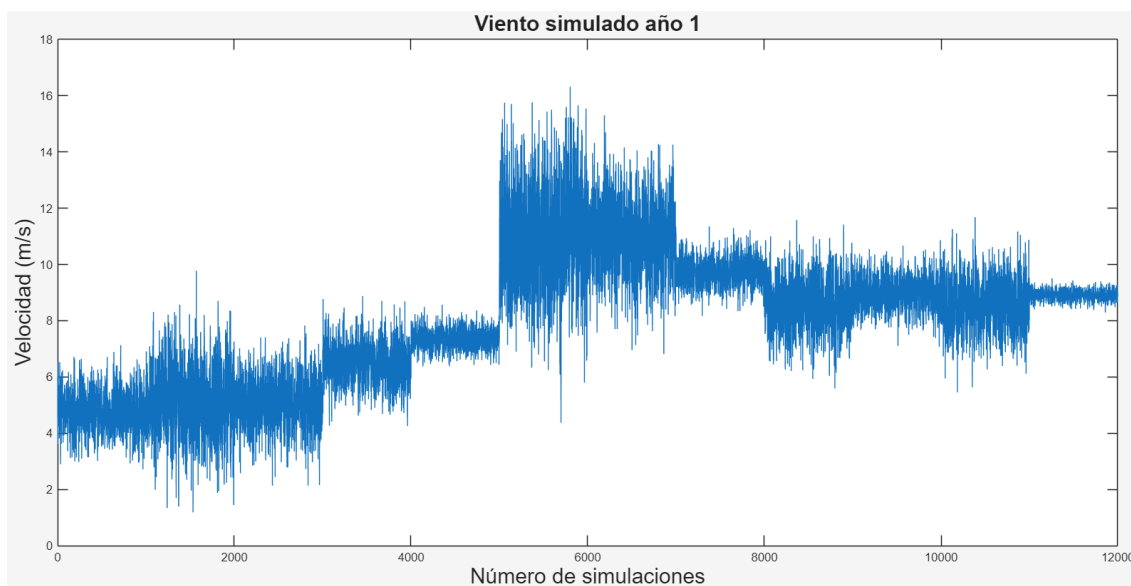


Fig. 31 Función inversa de la distribución acumulada de la velocidad

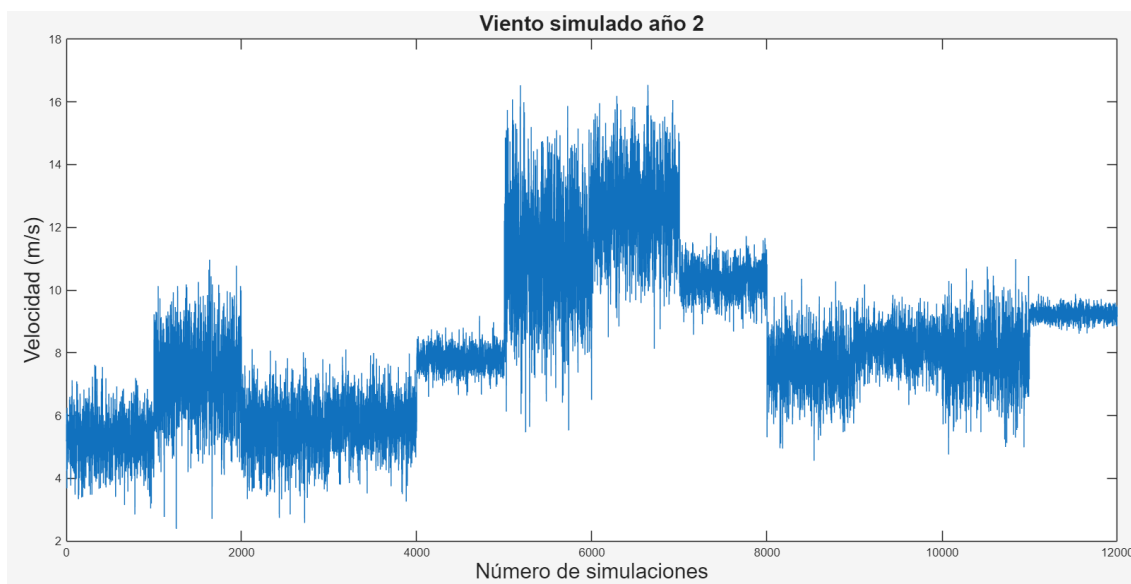
Finalmente, a partir del ajuste de la distribución basado en el historial de velocidad del viento, se procedió a generar un conjunto de 12.000 números aleatorios comprendidos entre cero y uno. Estos valores fueron evaluados mediante la función inversa de distribución acumulativa (ICDF), lo que permitió obtener 12.000 velocidades de viento aleatorias por cada año simulado. En la Figura 31 se ilustra un ejemplo de este procedimiento, en el cual un valor aleatorio generado en el intervalo $[0, 1]$ es procesado a través de la ICDF, resultando en una velocidad del viento correspondiente.

Cabe destacar que MATLAB dispone de la función `icdf('Normal', p, mu, sigma)`, que permite realizar este cálculo considerando tanto la distribución ajustada como los parámetros estadísticos del conjunto de datos, es decir, la media (μ) y la desviación estándar (σ), integrando así el proceso de generación aleatoria y evaluación probabilística en un solo paso.

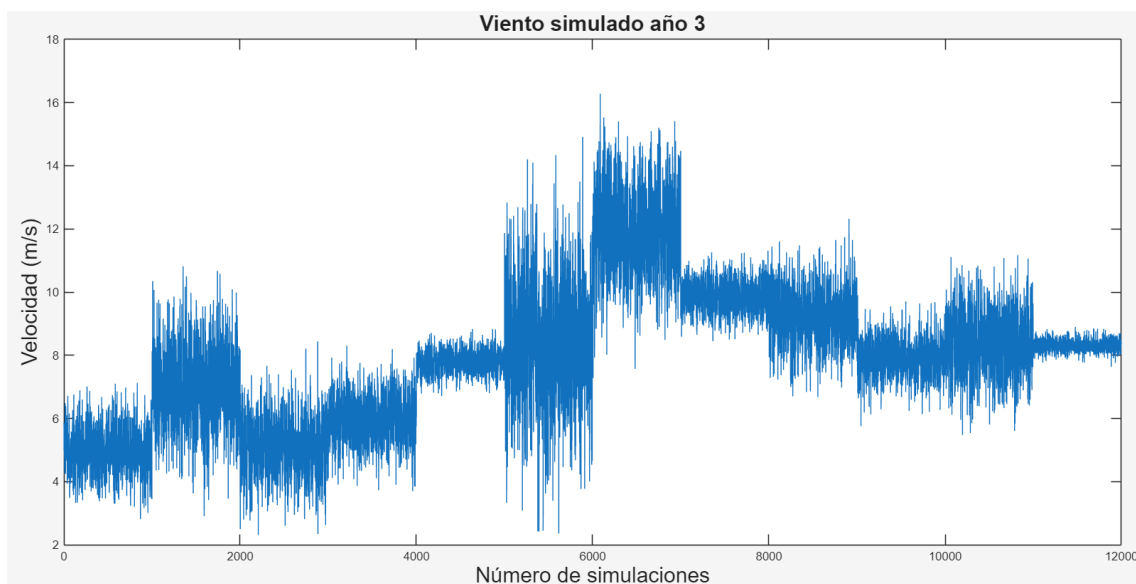
En la Figura 32 se muestra la evolución de las velocidades del viento simuladas durante un período de cinco años.



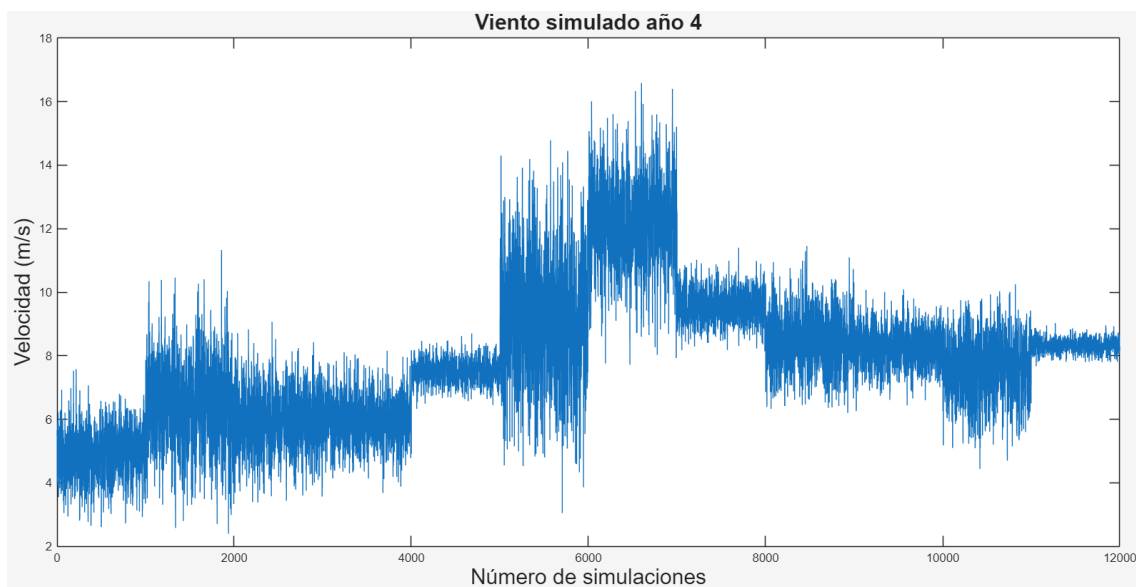
(a)



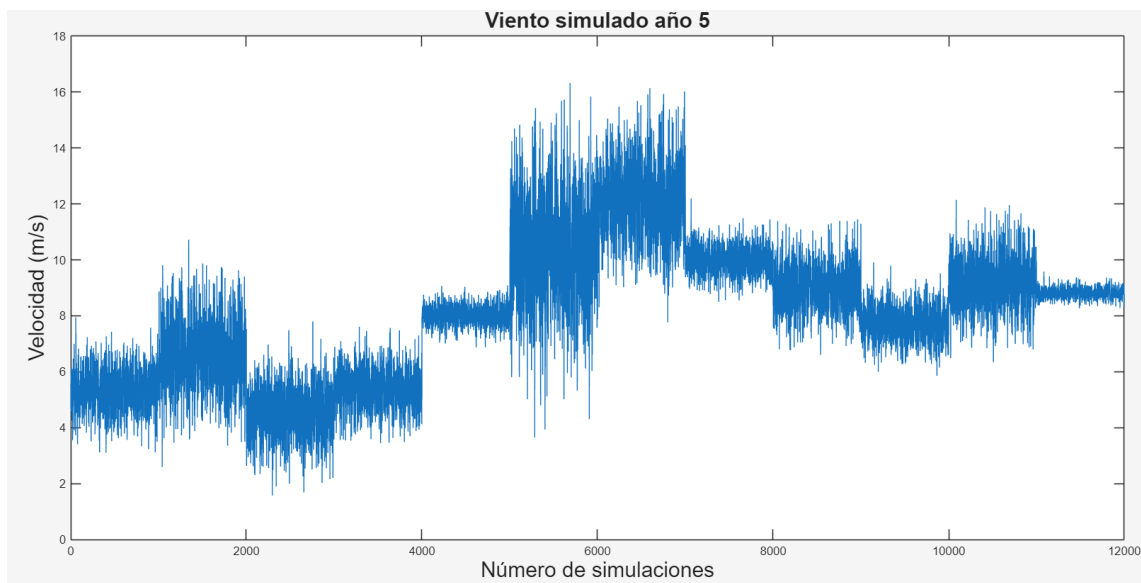
(b)



(c)



(d)



(e)

Fig. 32 Velocidad del viento simulado: (a) año 1, (b) año 2, (c) año 3, (d) año 4, (e) año 5

Para cada uno de estos años se generaron 12.000 valores de velocidad del viento de forma aleatoria, permitiendo representar el comportamiento esperado del recurso eólico bajo condiciones estadísticamente equivalentes a los datos históricos.

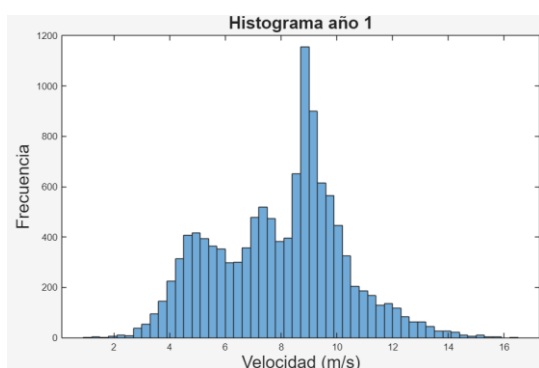
En la Figura 32 se representa el comportamiento mensual de la velocidad del viento simulada para un periodo de cinco años, evidenciándose una similitud entre los perfiles anuales. Esto se debe a que la generación de datos aleatorios consideró, para cada año simulado, los parámetros estadísticos —media y desviación estándar— derivados del análisis mensual del registro histórico de los cuatro años previos. Este procedimiento puede ser consultado en detalle en el código del programa, incluido en el Anexo B.

En los gráficos correspondientes a la generación aleatoria de velocidades del viento es posible identificar variaciones asociadas a las diferentes estaciones climáticas: húmeda, seca y estival. Asimismo, se observan ciertos valores que exceden los límites inferior y superior del rango habitual; dichos valores son considerados atípicos, ya que se mantienen alejados de la distribución principal. Es importante recalcar que, al tratarse de una simulación, no todos los datos generados deben ajustarse estrictamente al historial

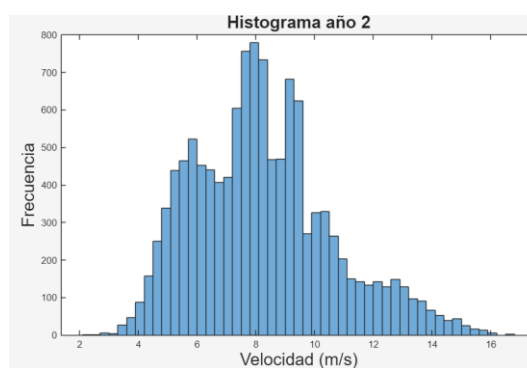


original de velocidades del viento. No obstante, en la Figura 32 se aprecia que la mayoría de los valores se concentran alrededor del promedio, siguiendo el patrón de la distribución ajustada, lo que genera una tendencia visual destacada.

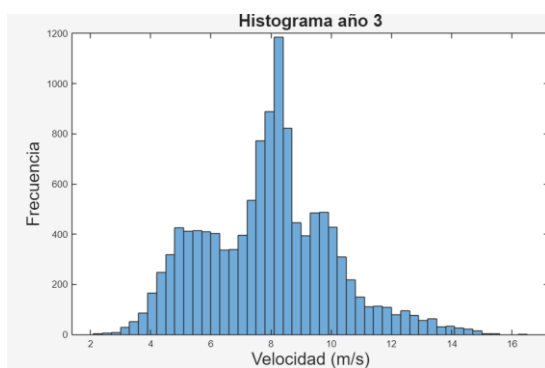
Los valores promedio anuales simulados para los cinco años son: 7,29; 7,38; 7,50; 7,55 y 7,68 (m/s), respectivamente. Una vez generadas las series anuales de velocidad del viento, se procedió a ordenarlas según su magnitud con el fin de identificar la frecuencia de ocurrencia de cada valor. Esta distribución de frecuencias se muestra en los histogramas representados en la Figura 33, correspondientes a cada año simulado.



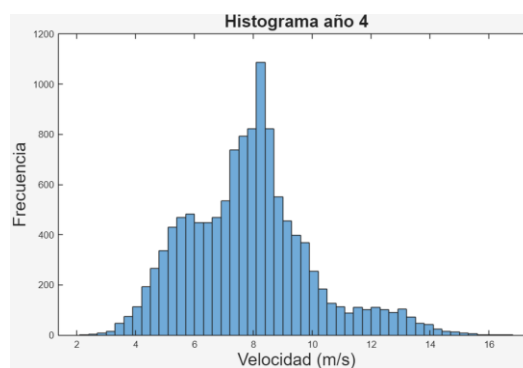
(a)



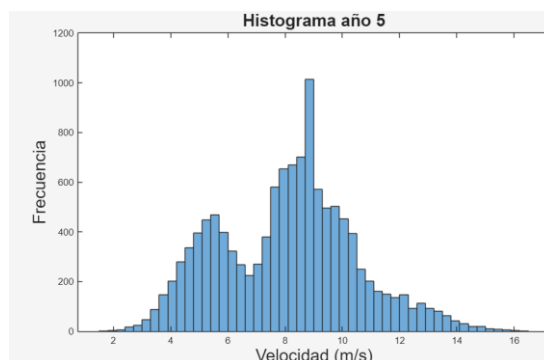
(b)



(c)



(d)



(e)

Fig. 33 Histograma: (a) año 1, (b) año 2, (c) año 3, (d) año 4, (e) año 5

A partir del análisis de las cinco gráficas se evidencia que la mayor concentración de datos se encuentra en el intervalo de velocidades entre 7 y 10 m/s, representando los picos más elevados en cada histograma. Sin embargo, en la Figura 33 también se identifican ciertos valores que se apartan de dicho rango, lo que altera visualmente la estructura del histograma. Esta variación se debe a que los datos fueron generados a partir de parámetros estadísticos —media y desviación estándar— obtenidos del historial del caudal, pero empleando números aleatorios. Conforme se indica en la Ecuación (6), el incremento en la cantidad de valores de velocidad del viento simulados contribuye a mejorar la precisión y representatividad de la estimación.

Para estimar el error absoluto correspondiente a la velocidad del viento simulada, se utilizaron los valores promedio reales de velocidad del viento obtenidos a través del portal web de NASA POWER, comparándolos con los valores generados mediante simulación. Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2 Error de generación de las velocidades de viento

Velocidad el viento real (m/s)	Velocidad del viento simulado (m/s)
6,88	7,29
6,90	7,38



7,26	7,50
7,50	7,55
7,68	

Nota: En la Tabla 2 se muestran los valores promedio anuales tanto de los datos reales como de los simulados, con promedios de 7,13 y 7,48 (m/s), respectivamente. A partir de esta comparación, se determinó un error absoluto porcentual del 4,9%.

4.6.3. Validación de simulación de velocidad del viento

Con el objetivo de verificar la coherencia de los datos simulados de velocidad del viento, se recurrió al historial de datos disponibles en el portal NASA POWER, el cual proporciona información mensual del recurso eólico durante un período de cuatro años. Estos datos fueron contrastados con los resultados mensuales de velocidad del viento simulada correspondientes a un período de cinco años.

En la Figura 34 se presenta el comportamiento promedio mensual de la velocidad del viento desde el año 2021 hasta 2024. La representación se realiza por meses, dado que el proceso de simulación mediante el método Monte-Carlo, conforme a la Ecuación (5), implica la sumatoria de los valores aleatorios generados de velocidad del viento.

En la Figura 34 se presenta la velocidad del viento mensual correspondiente al caso de estudio, registrando un promedio general de 7,13 (m/s) a lo largo de los cuatro años analizados. Asimismo, se muestra la evolución mensual de la velocidad del viento real desde el año 2021 hasta 2024, cuyos valores promedio están detallados en la Tabla 2.

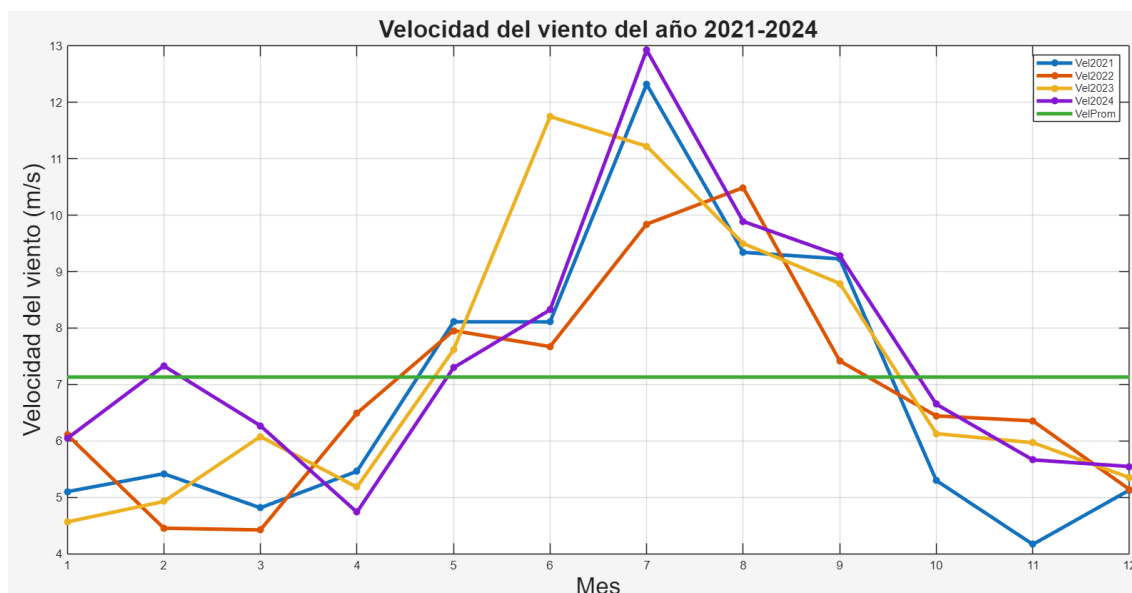


Fig. 34 Velocidad del viento mensual del año 2021-2024

En la Figura 35 se ilustran los resultados correspondientes a la velocidad del viento simulada, los cuales se visualizan en la ventana del programa denominada "Velocidad del viento simulado".

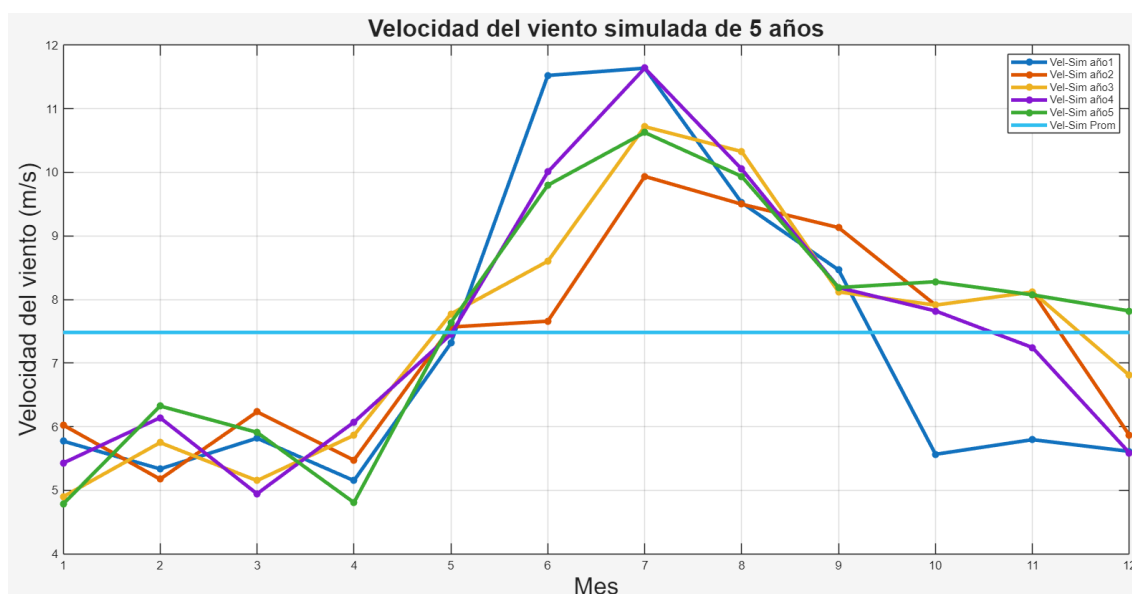


Fig. 35 Simulación de la velocidad del viento del año 1 al 5

La Figura 35 presenta los valores de velocidad del viento simulada (m/s), obteniéndose un promedio de 7,48 (m/s). Asimismo, se representa la variación mensual



correspondiente a los cinco años generados por simulación, cuyos datos se detallan en la Tabla 2. Estos resultados fueron empleados posteriormente para establecer una comparación con los valores reales, como se muestra en la Figura 36.

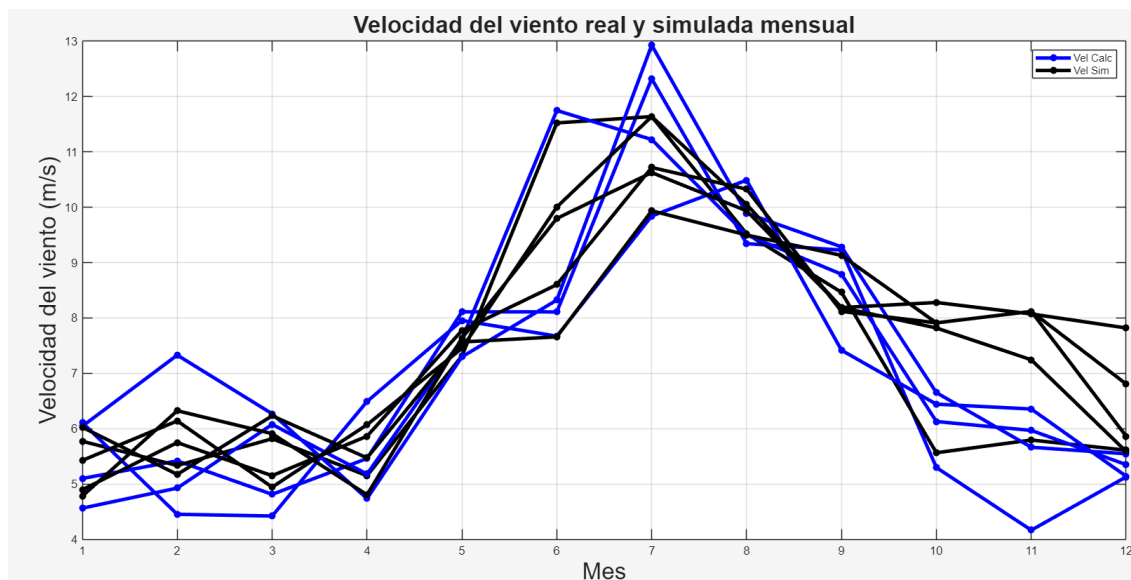


Fig. 36 Comparación de la velocidad del viento simulada y real

En la Figura 36 se observa la comparación entre los resultados obtenidos a través de la simulación de la velocidad del viento y los datos reales extraídos del portal web NASA POWER, permitiendo verificar la correspondencia entre ambas curvas.

4.6.4. Adaptación de la distribución de la dirección del viento

En la Figura 37 se presenta el gráfico de probabilidad normal correspondiente a los datos de dirección del viento. La línea discontinua representa la distribución teórica normal, mientras que la línea continua conecta los percentiles 25 y 75 de los datos, extendiéndose hacia los extremos para observar la tendencia general.

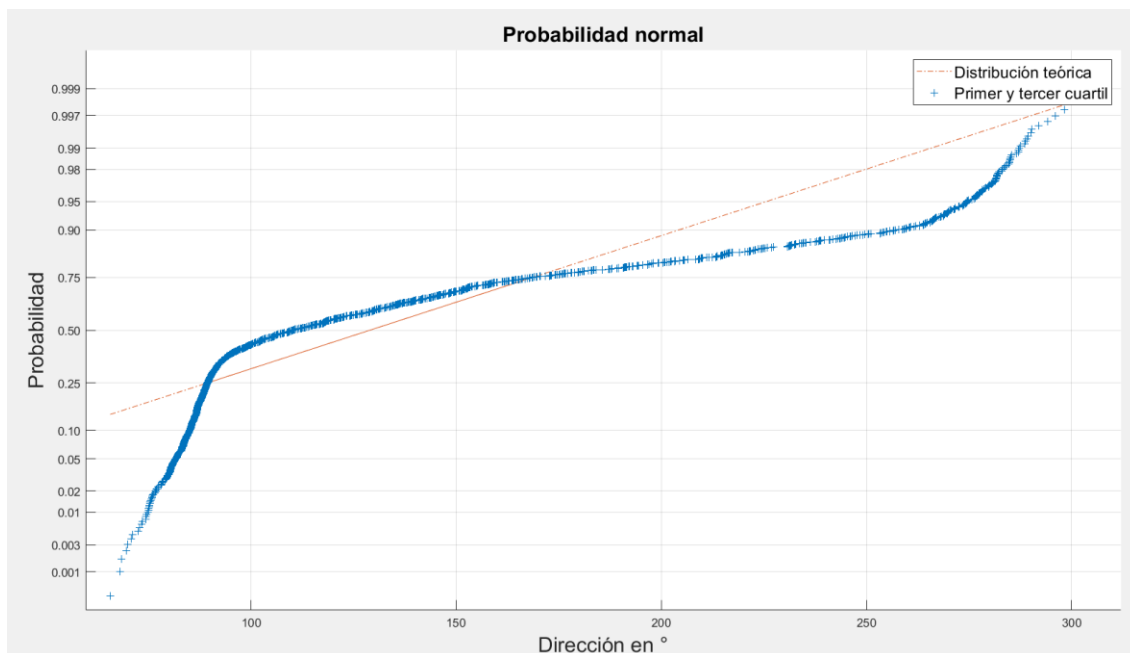


Fig. 37 Probabilidad normal de la Dirección del viento

Los valores del eje de las ordenadas reflejan probabilidades acumuladas en una escala que mantiene igual distancia entre cuantiles de una distribución normal. En este tipo de gráfica, los cuantiles tienden a agruparse en torno a la media (percentil 50) y se dispersan de forma simétrica conforme se alejan de ella.

En la Figura 37 se buscó ajustar un modelo probabilístico a los datos de dirección del viento con base en información simulada, evaluando su correspondencia con una distribución normal. No obstante, se evidencia que una parte significativa de los puntos, especialmente en los extremos (por debajo de los 100° y por encima de los 250°), se desvía notablemente de la línea teórica, lo que indica una desviación del comportamiento normal. Solo en la zona central, entre aproximadamente 120° y 230° , los datos muestran un alineamiento parcial con la distribución normal, lo que sugiere que las direcciones predominantes se concentran dentro de ese rango.

Debido a las características angulares de la variable dirección del viento, este tipo de datos no siempre se ajustan adecuadamente a una distribución normal, por lo que se considera que el uso de modelos circulares o distribuciones específicas para datos angulares puede representar de mejor manera su comportamiento estadístico.



En la Figura 38 se muestra el histograma de frecuencia correspondiente a los datos de dirección del viento obtenidos en el sitio de estudio, acompañado del ajuste de una curva de distribución normal. El eje horizontal representa los valores angulares de la dirección del viento en grados, mientras que el eje vertical indica la frecuencia de ocurrencia de cada intervalo de dirección.

La curva naranja representa el modelo de distribución normal ajustado a los datos. Se observa que la mayor concentración de frecuencias se presenta en un rango estrecho alrededor de los 90° , con un pico notablemente alto, lo cual indica una dirección predominante bien definida. Esta asimetría en los datos provoca que la distribución empírica no se ajuste adecuadamente a la curva normal teórica, la cual asume simetría respecto a la media.

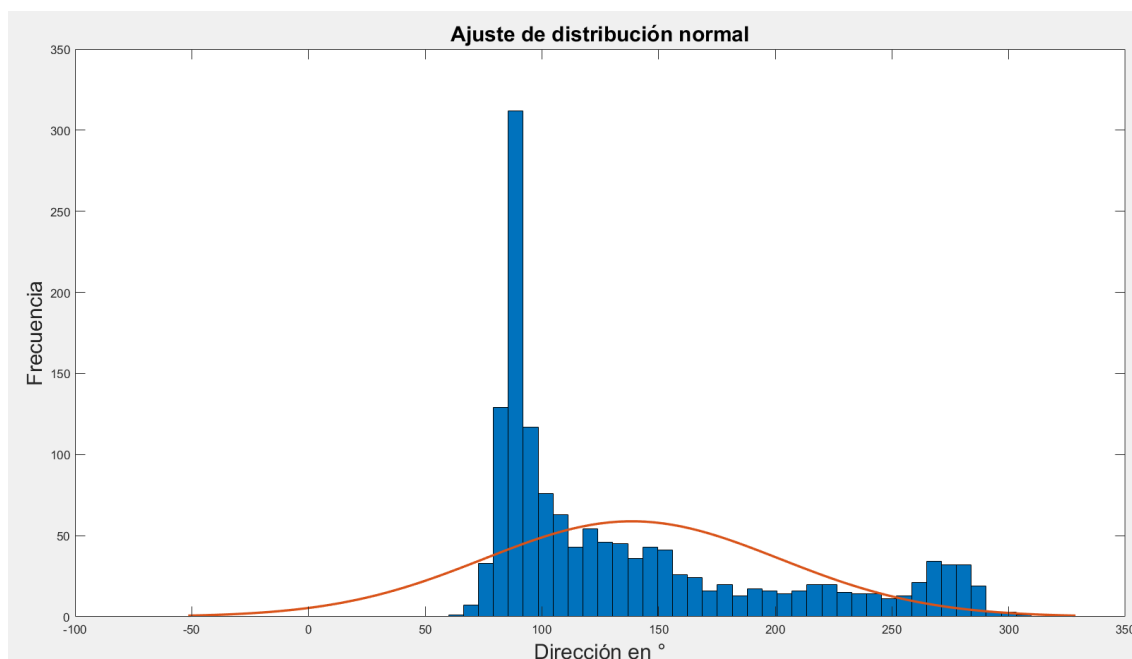


Fig. 38 Ajuste de distribución normal de la dirección del viento

En este contexto, la desviación entre la curva normal y la distribución real de los datos, especialmente en los extremos, evidencia que la dirección del viento no sigue una distribución normal. La fuerte asimetría y la presencia de valores atípicos o direcciones dominantes en rangos estrechos son comunes en variables angulares, como es el caso de

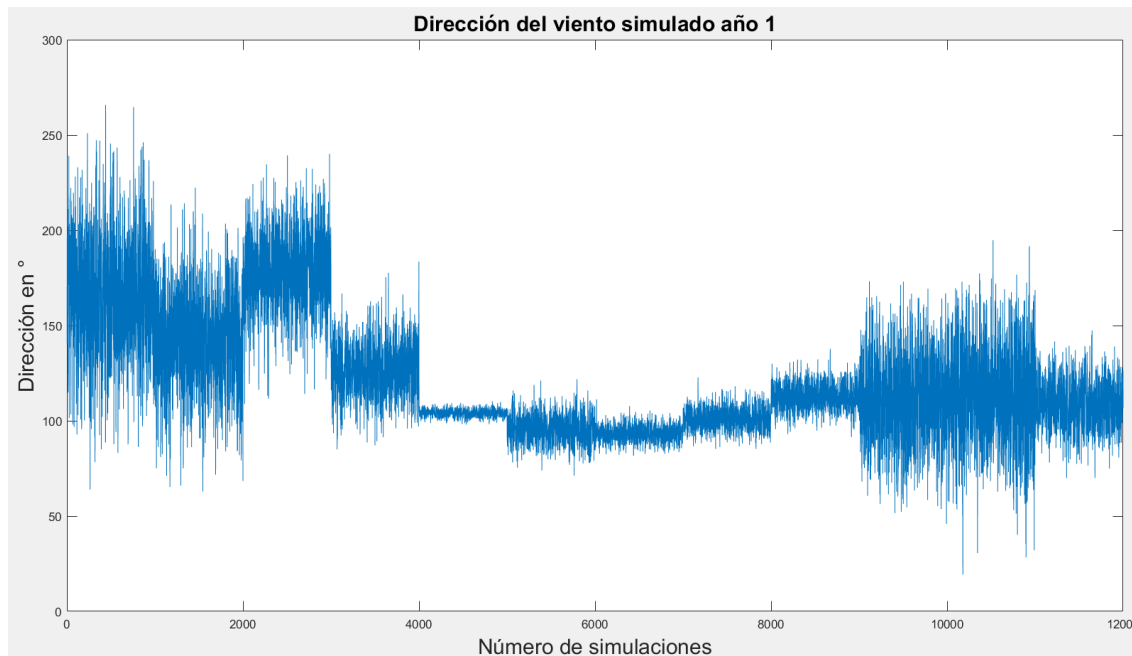


la dirección del viento, cuya naturaleza cíclica no es bien representada por modelos lineales normales.

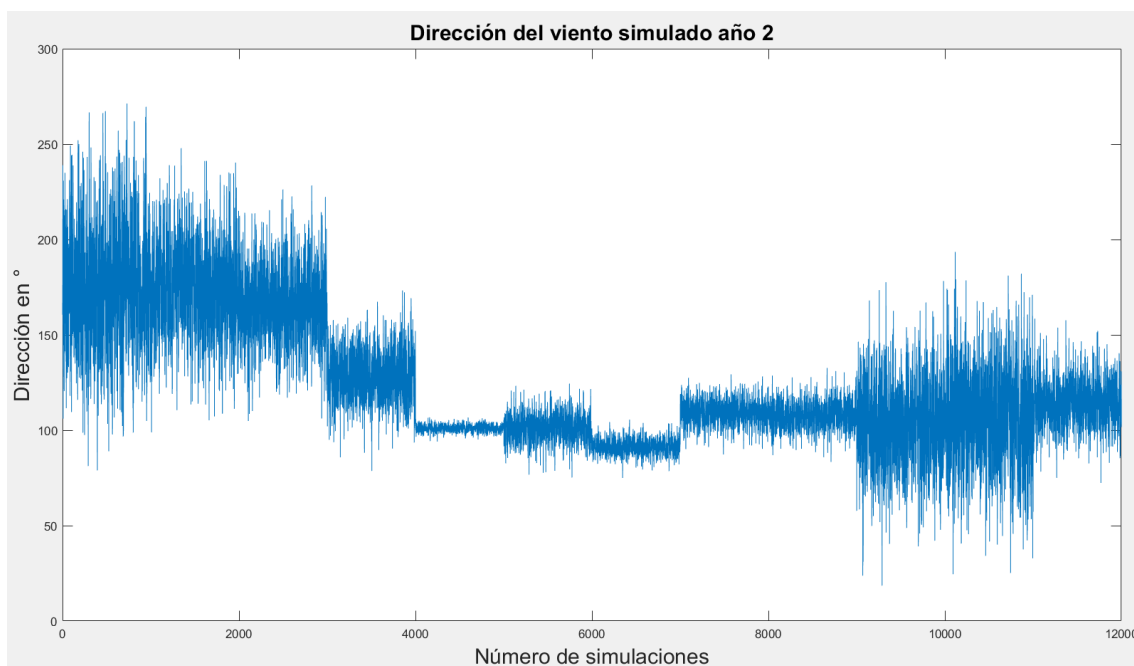
La mayoría de los valores de la dirección del viento se concentran en el rango de 25° a 225° , lo cual indica un patrón definido en la orientación del flujo del viento. A partir del análisis estadístico se obtuvo una media de 110.25° y una desviación estándar de 63.36° , reflejando una concentración importante hacia una dirección predominante del viento. Cabe destacar que la dirección de viento que más se repite es de 88° , con una frecuencia de 312, siendo esta la barra de mayor altura del histograma, lo que evidencia una marcada predominancia en dicha dirección.

4.6.5. Generación de la dirección del viento aleatorio

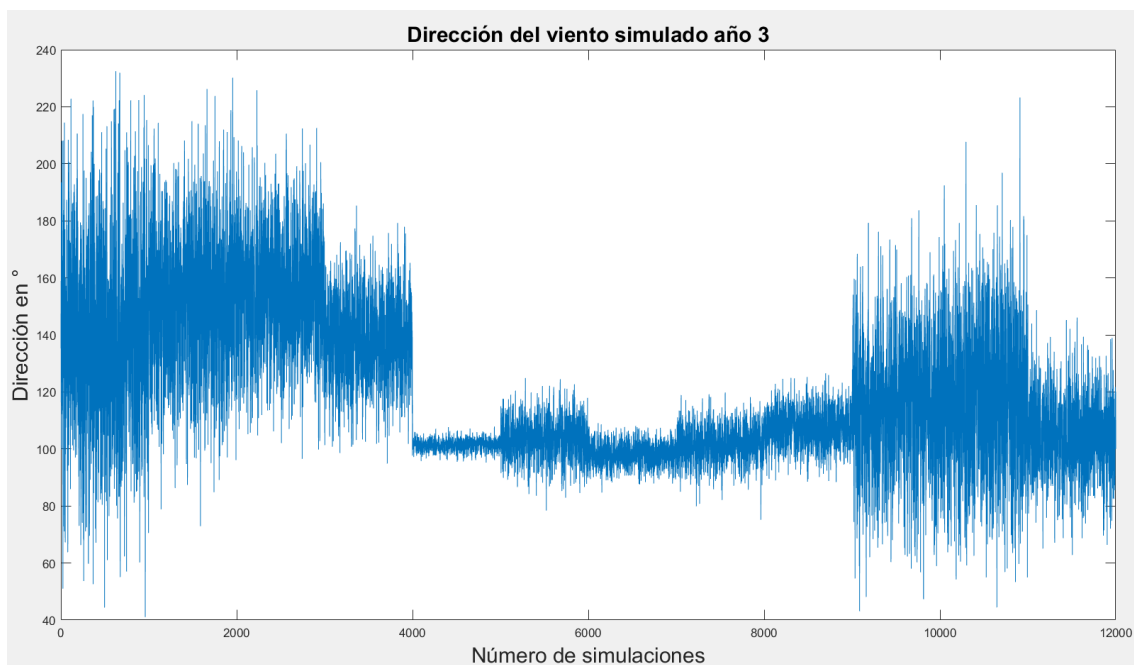
En la Figura 39 se muestra el comportamiento simulado de la dirección del viento durante un período de cinco años, en el cual se generaron 12.000 valores aleatorios de dirección del viento por cada año.



(a)



(b)



(c)

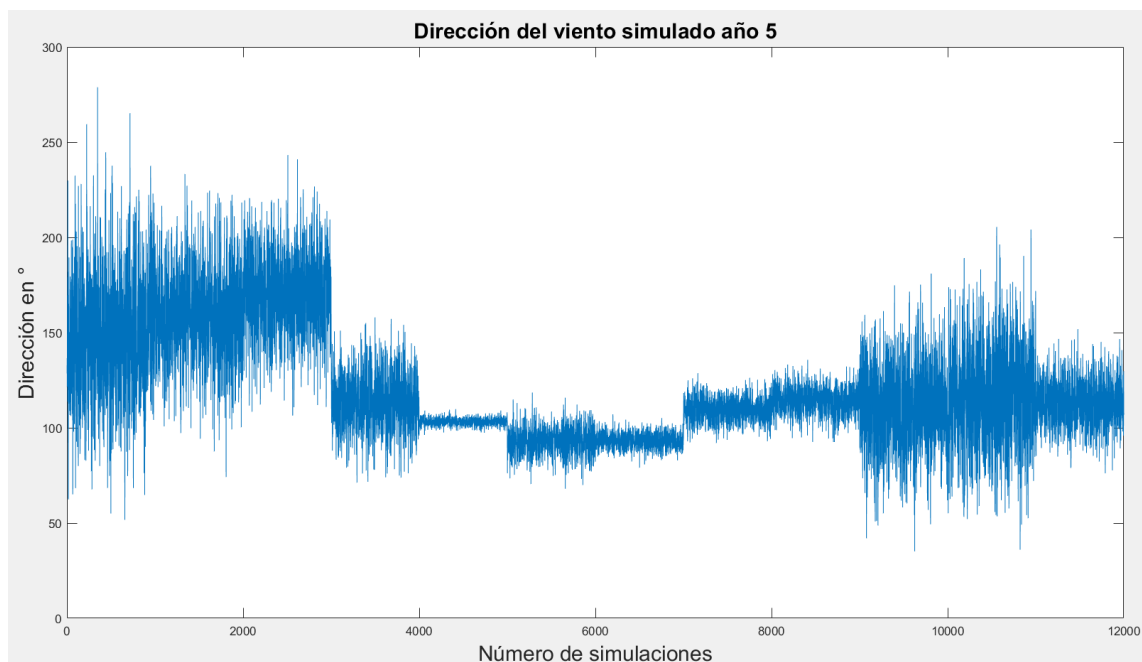
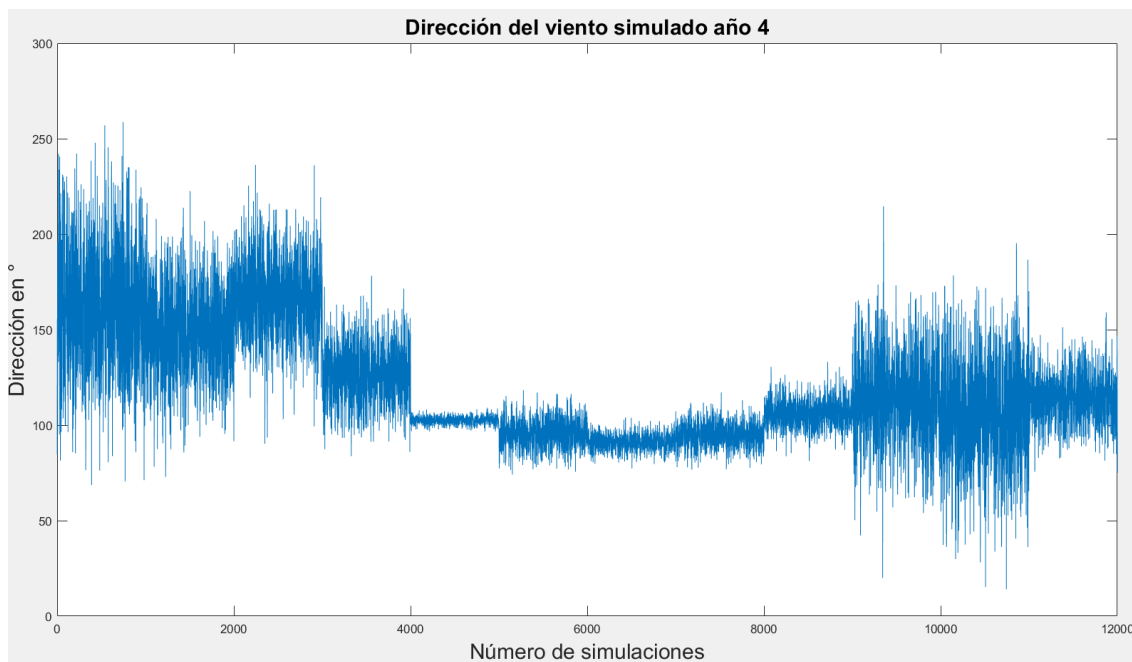


Fig. 39 Dirección del viento simulado: (a) año 1, (b) año 2, (c) año 3, (d) año 4, (e) año 5

En la Figura 39 se observa una variabilidad considerable durante los primeros tramos de la serie, con oscilaciones pronunciadas que alcanzan valores cercanos a los



250°, seguidas de una etapa más estable en torno a los 100°. La tendencia general evidencia una transición en la variabilidad de las direcciones, comenzando con una dispersión más alta y disminuyendo gradualmente hacia una región de menor fluctuación. Posteriormente, se identifican nuevos periodos de aumento en la dispersión de los datos, aunque sin alcanzar los niveles de variabilidad del inicio. Este comportamiento refleja la naturaleza estocástica del proceso de simulación, en el que se integran componentes aleatorios influenciados por parámetros estadísticos como la media y la desviación estándar.

Este patrón puede compararse con el comportamiento visualizado en las figuras correspondientes al segundo y cuarto año, en las cuales se presenta una distribución de variabilidad similar, aunque con ligeras diferencias en los tramos centrales. Por otra parte, las gráficas del tercer y quinto año presentan un comportamiento distinto, especialmente al inicio de la serie, donde se evidencia una mayor dispersión desde las primeras simulaciones, sugiriendo una diferencia en las condiciones iniciales o en la distribución aleatoria generada.

Cabe señalar que la representación gráfica se obtiene a partir de la simulación de direcciones aleatorias anuales, basadas en datos históricos y parámetros estadísticos previamente definidos. El procedimiento detallado para la generación de estos datos puede revisarse en el Anexo B, donde se documenta el código empleado para este proceso.

Para los cinco años de simulación, se obtuvieron los siguientes valores promedios de dirección del viento: 110.32°, 111.32°, 109.37°, 108.25° y 111.51°, respectivamente. Una vez generadas las direcciones de viento aleatorias para cada año, fue necesario organizar estos datos en función de su magnitud, permitiendo identificar la frecuencia con la que se repite cada dirección. En la Figura 40 se presentan los histogramas correspondientes a cada año de simulación, donde se visualiza la distribución de los datos y se evidencia la recurrencia de determinados valores angulares.

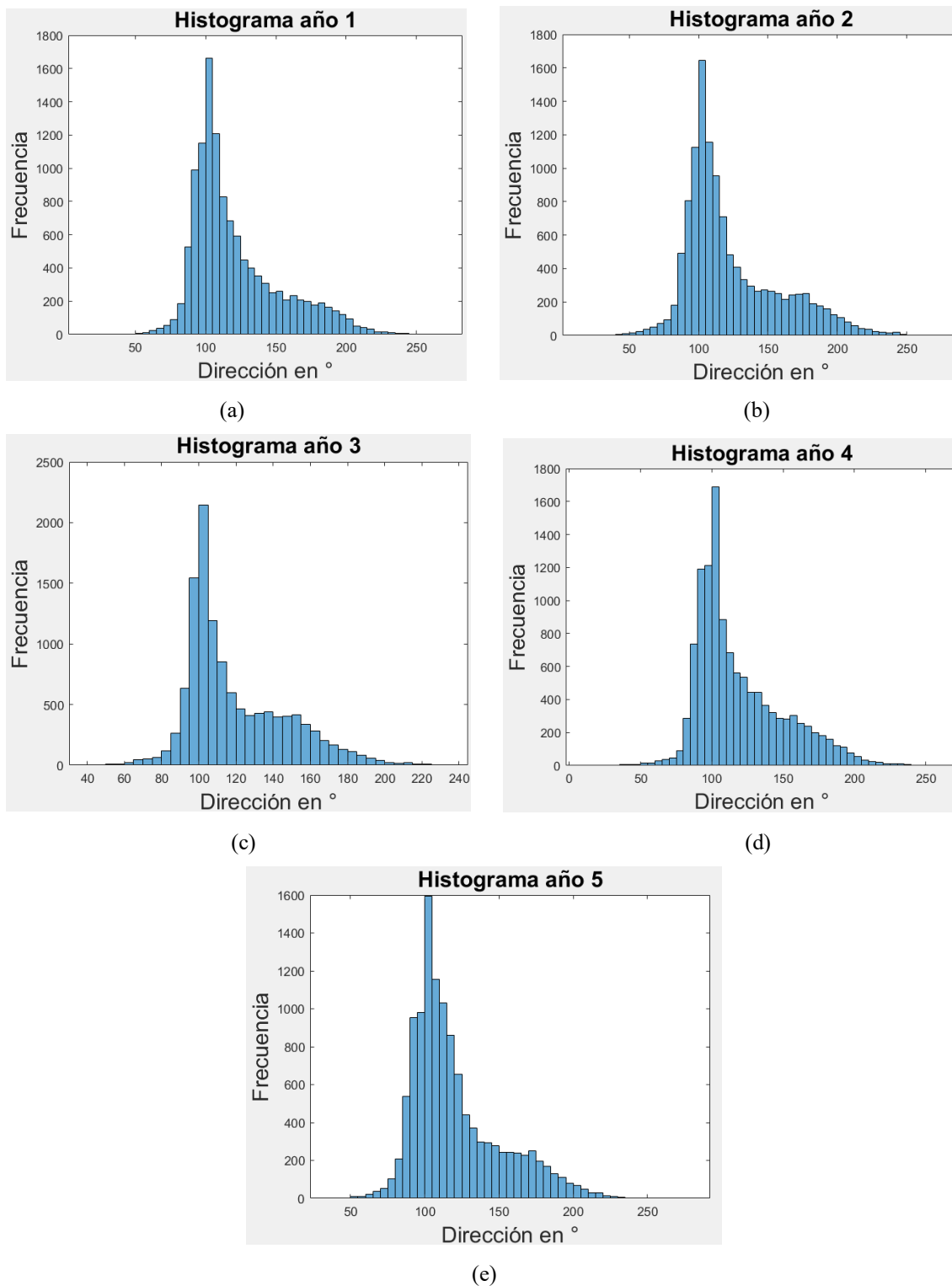


Fig. 40 Fig. 32 Histograma de la dirección del viento: (a) año 1, (b) año 2, (c) año 3, (d) año 4, (e) año 5



A partir del análisis de las cinco gráficas, se evidencia que la mayoría de las direcciones del viento simuladas tienden a concentrarse en el rango comprendido entre los 75° y 125° , formando los picos de mayor altura en los histogramas. Aunque en la Figura 40 se identifican ciertos valores que se encuentran fuera de este intervalo, estos no afectan significativamente la forma general del histograma, ya que los resultados obtenidos presentan una distribución bastante similar entre los cinco años simulados. Esto se debe a que las simulaciones fueron realizadas a partir de los parámetros estadísticos — media y desviación estándar— derivados de la dirección del viento histórico, lo que permitió mantener una tendencia uniforme en los datos generados.

Con el fin de estimar el error absoluto de la dirección del viento simulada, se utilizaron como referencia los valores promedio reales de dirección del viento, obtenidos a través del portal web de NASA POWER. Estos valores fueron contrastados con los resultados generados mediante la simulación. Los resultados de esta comparación se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3 Error de generación de dirección del viento

Dirección el viento real	Dirección del viento simulado
135,44	131,08
146,85	129,17
137,38	125,33
135,01	129,42
	128,33

Nota: en la Tabla 3 se presentan los valores promedio anuales correspondientes tanto a los datos reales como a los simulados de dirección del viento, obteniéndose promedios de $138,67^\circ$ y $128,67^\circ$, respectivamente. De la comparación entre ambos



conjuntos de datos se derivó un error absoluto de 10° equivalente a un error porcentual del 7,2%.

4.6.6. Validación de simulación de Dirección del viento

Con el propósito de validar la consistencia de los datos simulados de dirección del viento, se utilizaron los registros históricos disponibles en el portal NASA POWER, los cuales proporcionan información mensual de este recurso durante un período de cuatro años. Esta información fue comparada con los resultados simulados mensuales de dirección del viento correspondientes a un período de cinco años. En la Figura 41 se muestra el comportamiento promedio mensual de la dirección del viento entre los años 2021 y 2024. La representación se realiza de forma mensual, ya que el proceso de simulación aplicado mediante el método Monte-Carlo, de acuerdo con la Ecuación (5), considera la sumatoria de los valores aleatorios generados para la dirección del viento.

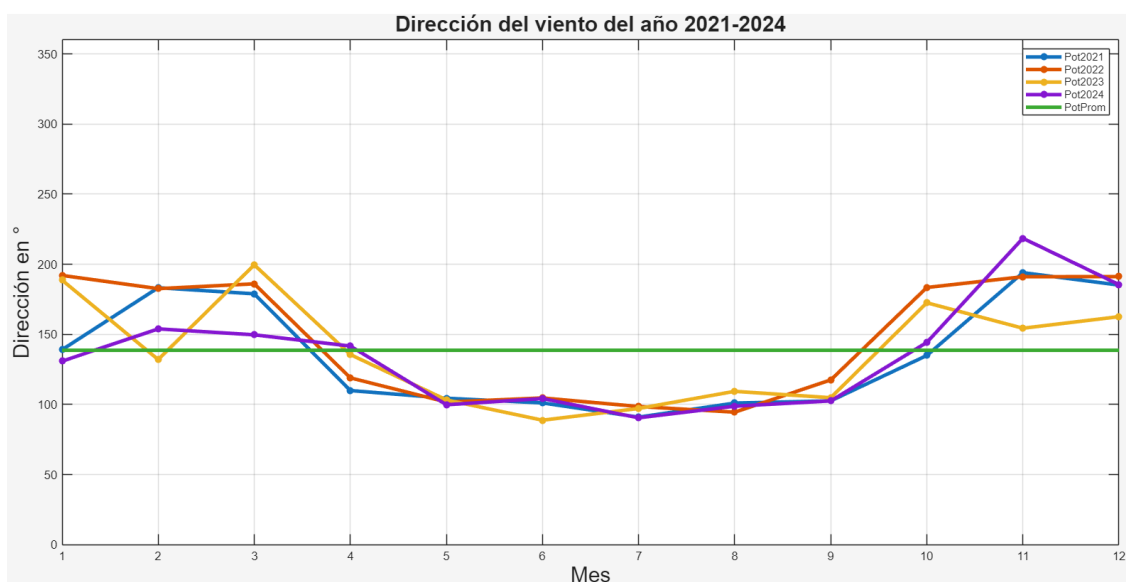


Fig. 41 Dirección del viento mensual del año 2021-2024

La Figura 41 muestra la dirección del viento mensual correspondiente al caso de estudio, con un promedio general de $138,67^\circ$ durante los cuatro años evaluados. Del mismo modo, se ilustra la variación mensual de la dirección del viento real en el período



comprendido entre 2021 y 2024, cuyos valores promedio se encuentran detallados en la Tabla 3.

La Figura 42 presenta los resultados obtenidos para la dirección del viento simulada, los cuales se visualizan en la interfaz del programa en la sección titulada "Dirección del viento simulado".

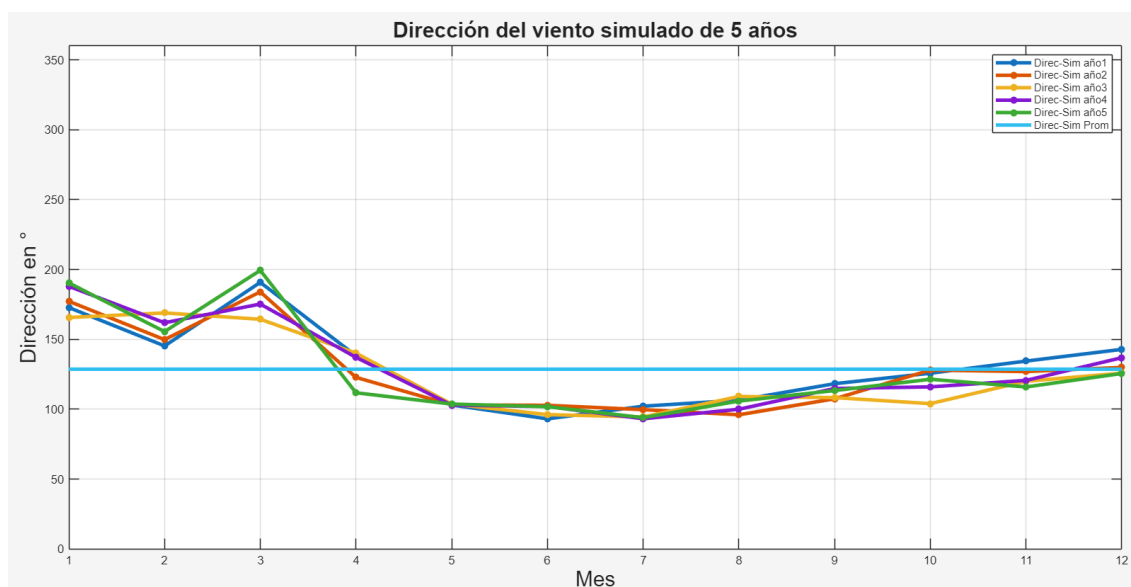


Fig. 42 Dirección del viento simulado del año 1 al 5

La Figura 42 muestra los valores correspondientes a la dirección del viento simulada, con un promedio registrado de 128,67°. También se representa la evolución mensual durante los cinco años generados mediante simulación, cuyos datos están especificados en la Tabla 3. Estos resultados fueron utilizados posteriormente para realizar una comparación con los valores reales, tal como se presenta en la Figura 43.

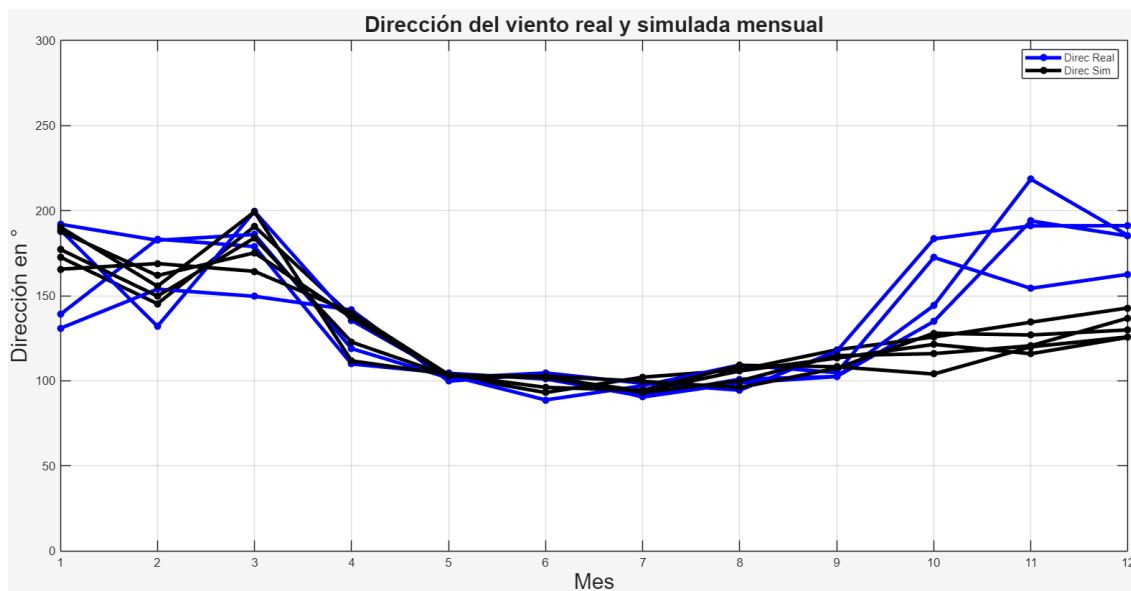


Fig. 43 Comparación de la Dirección del viento real y simulada

En la Figura 43 se aprecia la comparación entre los resultados simulados de la dirección del viento y los datos reales obtenidos del portal web NASA POWER, lo que permite evaluar la concordancia entre ambas curvas.

4.7. Parámetros que intervienen en la generación eólica

En el presente caso de estudio se determinaron los principales parámetros necesarios para la estimación de la generación eólica. Entre ellos se incluyen: la presión atmosférica, la temperatura, la rugosidad del terreno, la eficiencia de la turbina, el radio del rotor (o diámetro del aerogenerador), el número de aerogeneradores y la potencia nominal. A continuación, se detallan cada uno de estos parámetros.

4.7.1. Densidad del aire y variables

La presión atmosférica constituye un parámetro fundamental en el cálculo de la densidad del aire, y por consiguiente, en la estimación de la energía contenida en el flujo del viento. Para el presente estudio, correspondiente a la Central Eólica Villonaco ubicada en Loja – Catamayo, se consideró un valor promedio de presión atmosférica de 1018 (hPa), equivalente a 101800 (Pa).



De manera complementaria, la temperatura ambiente también incide en la densidad del aire. En este análisis, se asumió una temperatura promedio de 24 °C, que equivale a 297.15 grados Kelvin en unidades absolutas.

Asimismo, se empleó una masa molar del aire de 0.02896351244 (kg/mol) y una constante universal de los gases con un valor de 8.314472 (J/mol·K). A partir de estos parámetros, se aplicó una expresión basada en la ley de los gases ideales para calcular la densidad del aire, se utilizó la Ecuación (7), obteniéndose un valor aproximado de 1.19 (kg/m³). Este valor de densidad es esencial para la posterior estimación de la potencia teórica del viento disponible que puede ser aprovechada por el aerogenerador.

4.7.2. Velocidad del viento

La rugosidad del terreno es un factor determinante en la caracterización del perfil vertical del viento, ya que influye directamente en la forma en que la velocidad del viento varía con la altura. Para el presente estudio, se ha considerado un valor de rugosidad de 0.14, correspondiente a una superficie lisa con vegetación baja y sin obstáculos relevantes. Este valor es representativo del entorno geográfico de la Central Eólica Villonaco, ubicada en Loja – Catamayo.

Con el objetivo de obtener una estimación más precisa de la velocidad del viento a la altura de operación de los aerogeneradores, se aplicó la Ecuación (8). En este caso, la velocidad fue ajustada desde los 50 metros de referencia hasta los 65 metros, que corresponde a la altura del buje de los aerogeneradores instalados en Villonaco.

4.7.3. Área de barrido

Se consideró un diámetro de rotor de 70.3 metros, correspondiente al modelo de aerogenerador GW 70/1500 IEC IA / S, utilizado en la Central Eólica Villonaco la cual posee un área de barrido 3881.5 m².



4.7.4. Potencia del aerogenerador

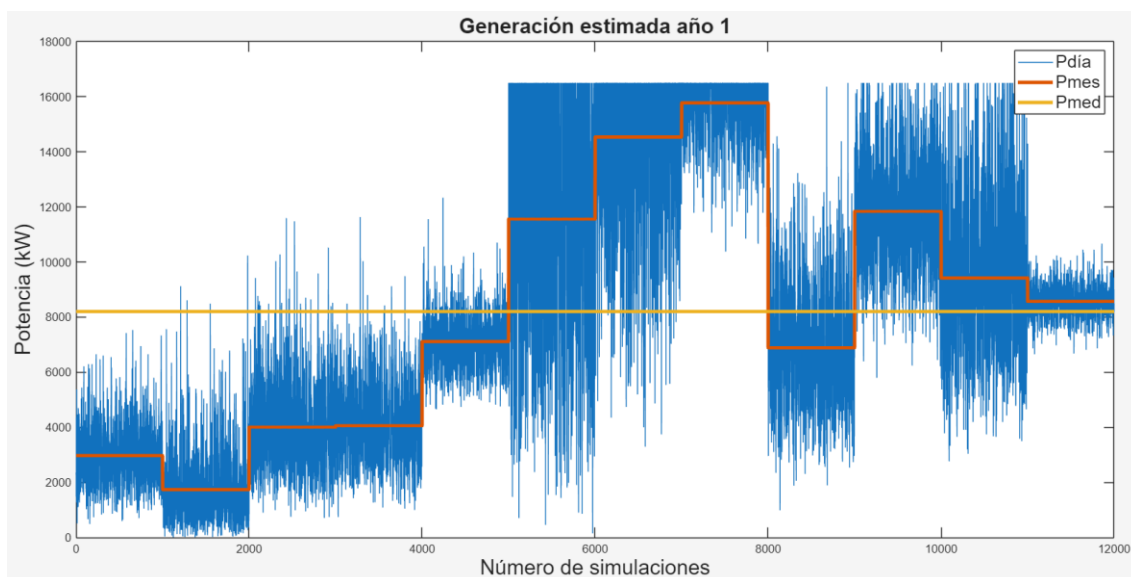
Una vez determinada la densidad del aire y el área de barrido del rotor, es posible estimar la potencia teórica del viento disponible. Para ello, se empleó la Ecuación (10), ajustada con la eficiencia de conversión de la turbina, la cual tiene en cuenta las pérdidas mecánicas, eléctricas y aerodinámicas del sistema.

En este estudio, se consideró una eficiencia de conversión de aproximadamente 0.45 (45 %), valor representativo del rendimiento promedio de una turbina del tipo GW 70/1500 IEC IA / S. Este valor contempla el coeficiente de potencia aerodinámica máximo, junto con las pérdidas internas del sistema.

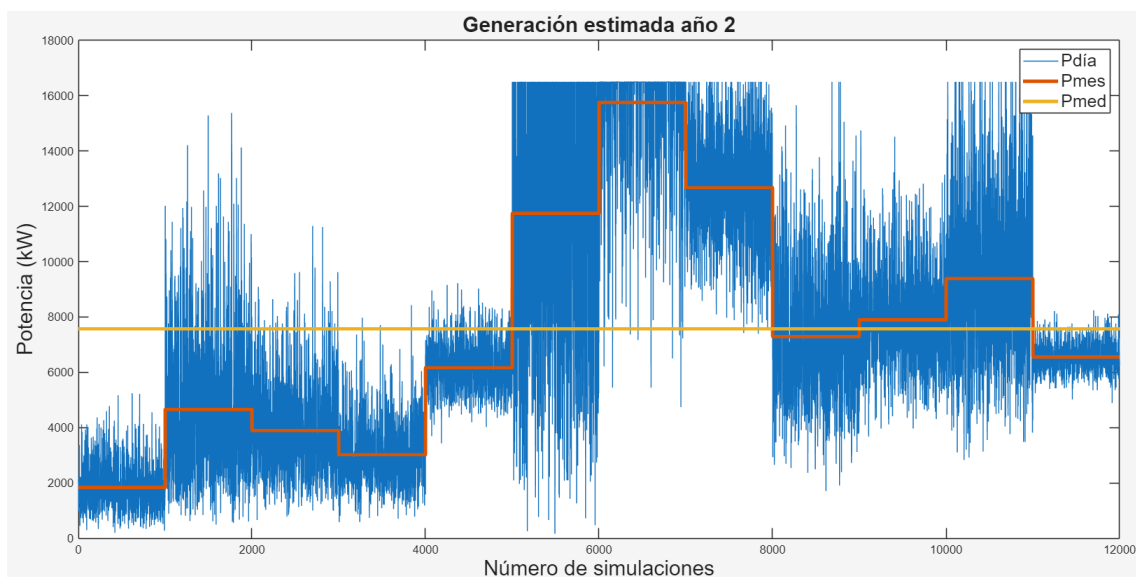
Adicionalmente, para la estimación de la potencia eléctrica total generada por el parque eólico, se tomó en cuenta el número total de aerogeneradores operativos (11 unidades) y la potencia nominal de cada uno, equivalente a 1500 kW. Estos parámetros permitieron establecer un límite superior de generación de energía, correspondiente a la capacidad instalada máxima del sistema, que asciende a 16.5 MW.

4.8. Estimación de Generación Eólica

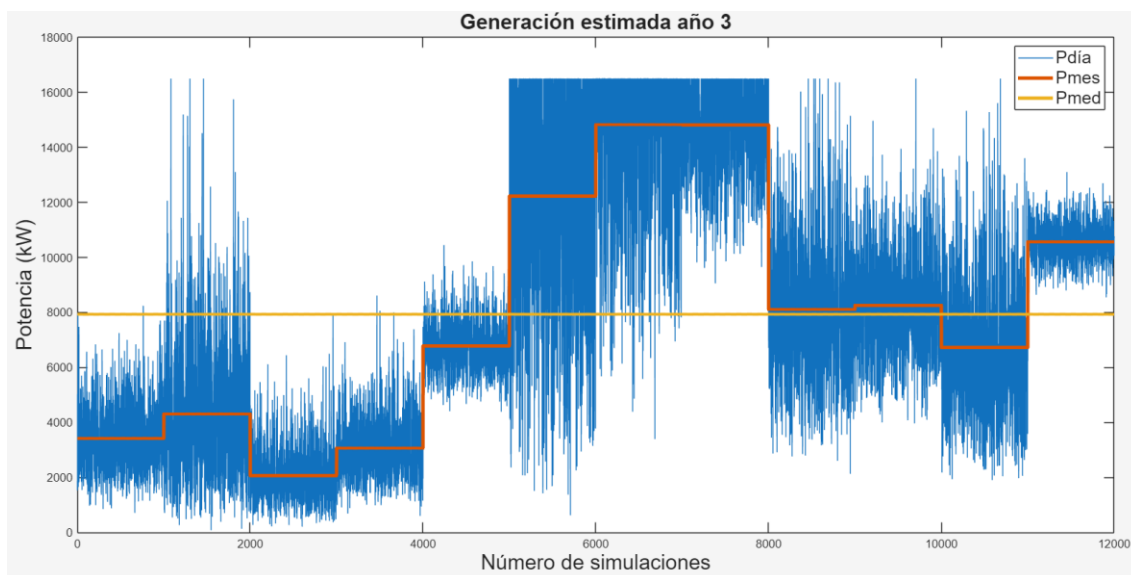
Para estimar la generación eólica simulada, se utilizaron los valores individuales de velocidad del viento generados aleatoriamente en cada celda del conjunto de datos. Estos valores fueron incorporados en la Ecuación (10) para calcular la potencia correspondiente en cada instante. El procedimiento empleado se encuentra implementado en el código fuente incluido en el Anexo B. Los resultados obtenidos a partir de este proceso, que representan la simulación para un periodo de cinco años, se presentan en la Figura 41.



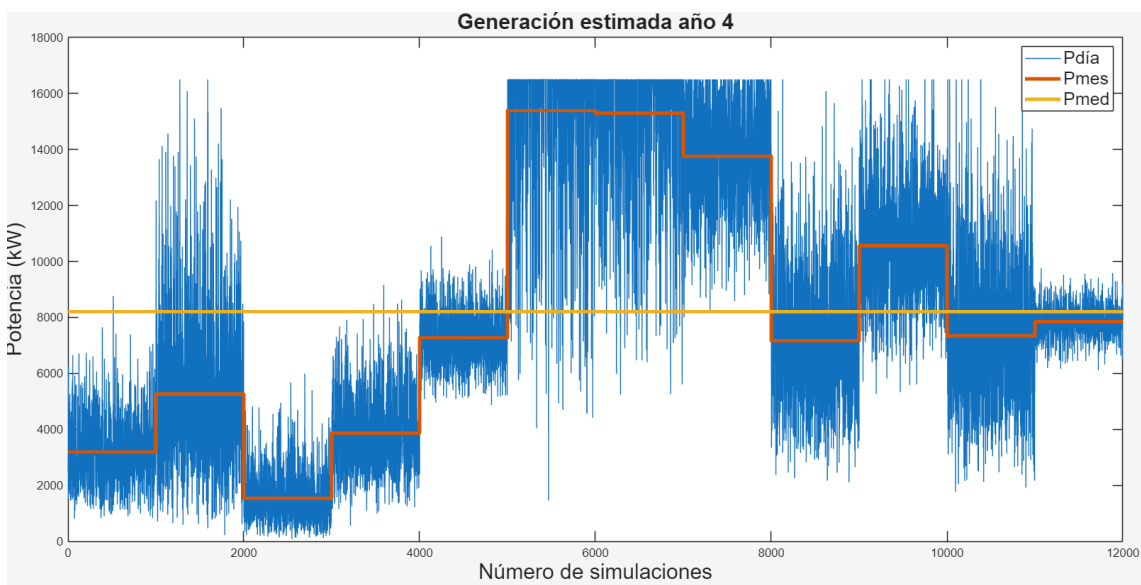
(a)



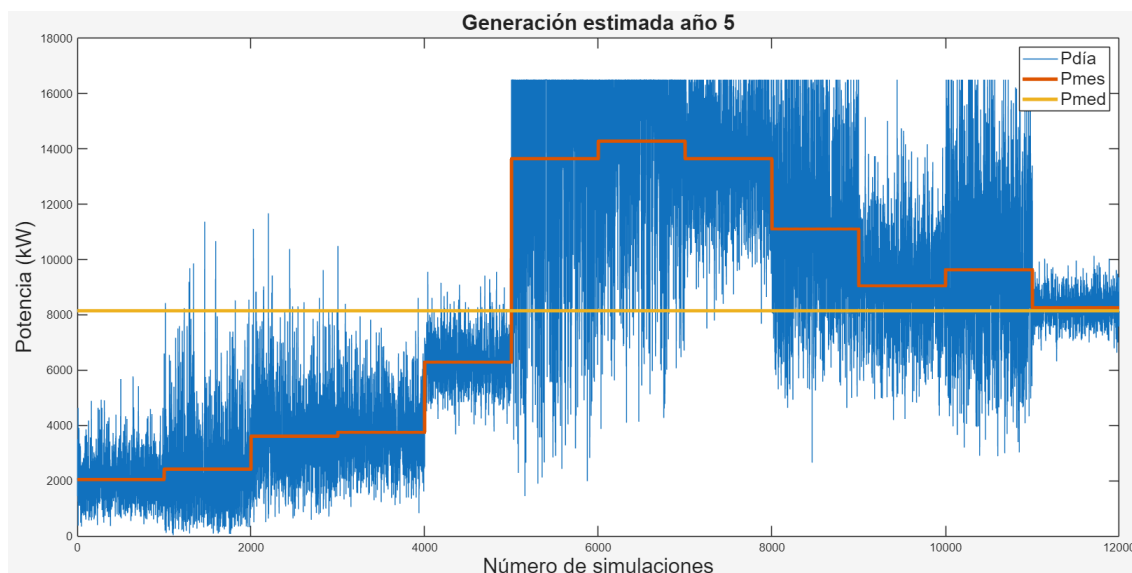
(b)



(c)



(d)



(e)

Fig. 44 Generación Eólica simulada: (a) año 1, (b) año 2, (c) año 3, (d) año 4, (e) año 5

En la Figura 44, se observa el comportamiento de la generación eólica simulada durante un periodo de cinco años. Los valores de potencia expresados en kilovatios (kW) corresponden al resultado de aplicar las velocidades del viento generadas aleatoriamente en la Ecuación (10), y posteriormente multiplicarlas por el número de aerogeneradores instalados. De esta manera, se obtiene una estimación representativa de la generación total de energía eléctrica bajo condiciones ideales.

Es importante mencionar que las simulaciones no consideran imprevistos operativos que pueden surgir en condiciones reales, tales como mantenimientos no programados o fallos técnicos. No obstante, estos factores no afectan de forma significativa el análisis promedio, ya que las comparaciones se realizan con base en promedios diarios de velocidad del viento registrados.

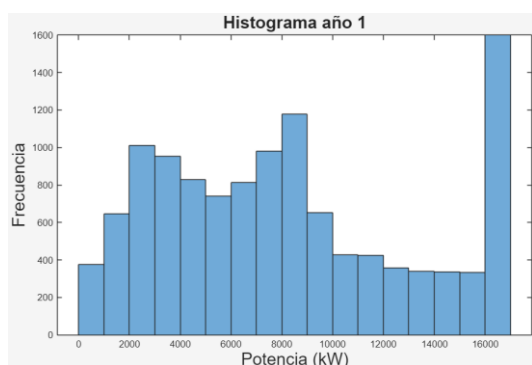
En cuanto a los resultados obtenidos, la generación promedio simulada por año fue de 8948.10, 9035.88, 8707.58, 9050.43 y 9777.83 kW, respectivamente. Estos valores reflejan la variabilidad mensual de la velocidad del viento, observándose un incremento en los meses correspondientes a la estación seca, entre junio y principios de septiembre, periodo en el cual se presentan mayores niveles de generación. En contraste, durante los



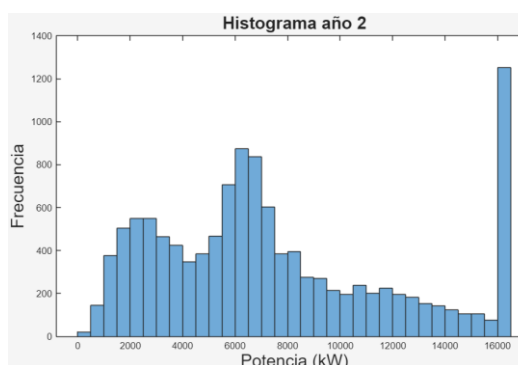
meses de enero a abril se registra una disminución en los valores promedio de generación eólica.

Además, es importante señalar que la distribución de los valores de potencia no es uniforme a lo largo del tiempo. Esta variación se debe a que el modelo empleado no se basa en valores máximos o mínimos fijos, sino en una simulación Monte-Carlo. En este enfoque, se utilizó un ajuste de distribución junto con la función ICDF, permitiendo generar velocidades del viento aleatorias que reproducen el comportamiento estadístico de los datos históricos. Como resultado, se obtienen perfiles de viento simulados que conservan una estructura similar a la observada en condiciones reales.

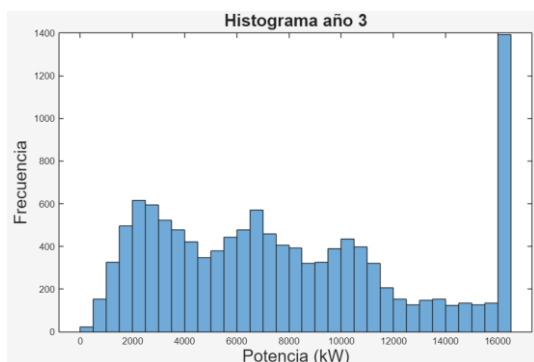
Sin embargo, en la Figura 45 se presentan los histogramas correspondientes a cada uno de los cinco años simulados, los cuales permiten analizar la distribución de la generación diaria. Esta representación se basa en un total de 12 000 valores de potencia (kW) por año, lo que facilita la identificación de la variación media diaria en cada periodo analizado.



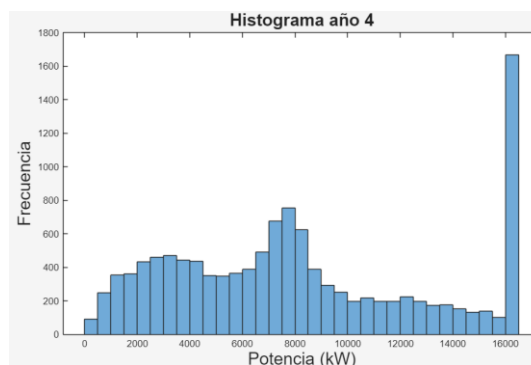
(a)



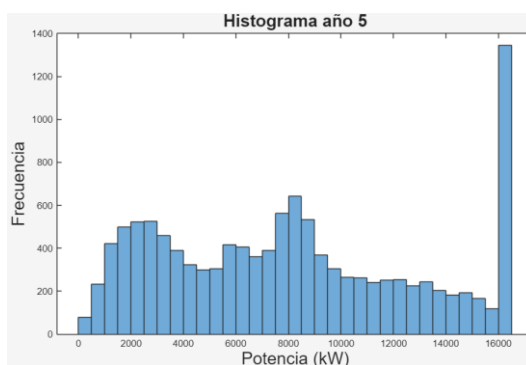
(b)



(c)



(d)



(e)

Fig. 45 Histogramas de generación eólica simulada: (a) año 1, (b) año 2, (c) año 3, (d) año 4, (e) año 5

En la Figura 45 se observa que la mayor concentración de generación eólica simulada se encuentra en el rango comprendido entre 5000 y 9000 (kW). También se destaca el pico más alto correspondiente a 16500 (kW) potencia máxima que se obtiene en los meses de verano. No obstante, también se identifican picos representativos en intervalos de menor potencia, específicamente entre 1000 y 4000 (kW). Este comportamiento se relaciona con la naturaleza no lineal del rendimiento en los sistemas de generación eólica, el cual puede verse afectado por múltiples factores, como variaciones manométricas, volumétricas y mecánicas propias del funcionamiento real de una turbina.

4.9. Validación de estimación de generación eólica

Para llevar a cabo la validación de la estimación de la capacidad de generación eólica, se procedió al cálculo de la potencia generada utilizando los parámetros técnicos



que intervienen en el proceso de generación eólica, los cuales fueron detallados previamente en esta investigación. Este procedimiento permitió obtener un conjunto de valores que reflejan el comportamiento esperado de la potencia generada bajo condiciones simuladas.

El cálculo se realizó considerando los datos de velocidad del viento del portal web NASA POWER también variables como la densidad del aire, el área del rotor y el rendimiento del aerogenerador, de acuerdo con las fórmulas establecidas para estimar la generación de energía eólica. A partir de estos datos, se obtuvo una estimación teórica de la potencia que puede ser generada en el sitio de estudio.

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos, donde se muestran los valores de potencia mensuales calculados junto con los valores de potencia simulados. Esta comparación permite analizar la coherencia entre ambas estimaciones y calcular el error absoluto de generación.

Tabla 4 Error de estimación de generación

Potencia calculada (kW)	Potencia simulada (kW)
8437,23	8948,10
8601,22	9035,88
9002,78	8707,58
9716,39	9050,43
	9777,83

Nota: En la Tabla 4 se presentan los promedios anuales obtenidos tanto del cálculo teórico como de la simulación, registrándose valores de 8939,41 (kW) y 9103,96 (kW), respectivamente. Con base en esta comparación, se identificó un error absoluto del 1,84%



La Figura 46 ilustra el comportamiento promedio mensual de la potencia calculada para el periodo comprendido entre los años 2021 y 2024. La representación se realiza por meses, debido a que el procedimiento de simulación empleado mediante el método Monte-Carlo, conforme a la Ecuación (5), contempla la suma de los valores aleatorios generados para la dirección del viento, los cuales son evaluados posteriormente mediante la Ecuación (10).

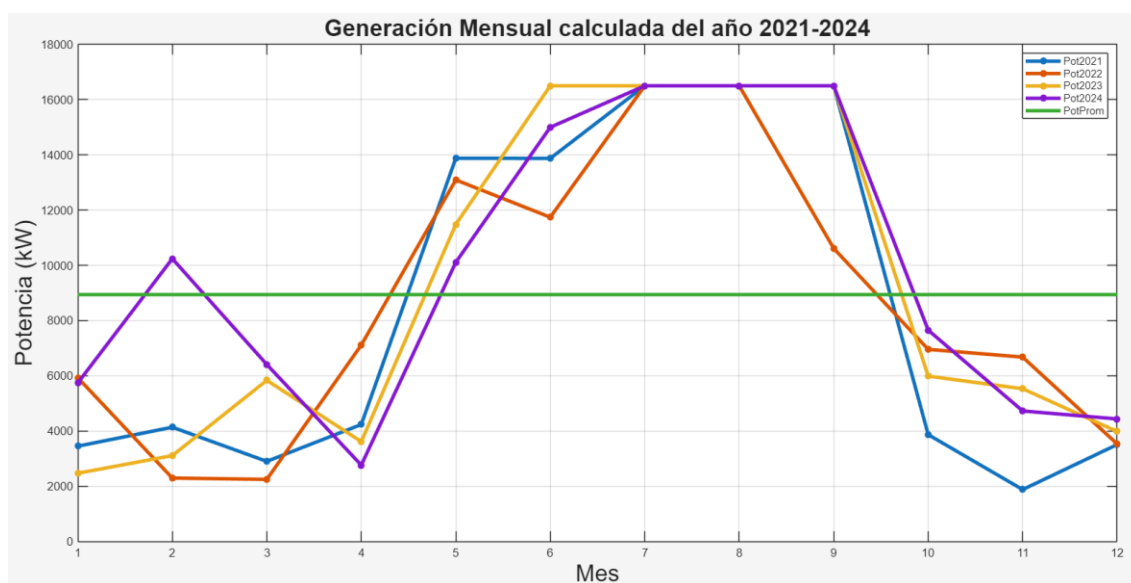


Fig. 46 Generación Mensual Calculada del año 2021-2024

La Figura 46 presenta la potencia calculada de forma mensual para el caso de estudio, obteniendo un promedio general de 8939,41 kW a lo largo de los cuatro años analizados. De igual manera, se muestra la evolución mensual de dicha potencia durante el periodo de 2021 a 2024, cuyos valores promedio se detallan en la Tabla 4. Nótese que las curvas reflejan una similitud con las observadas en la Figura 34, correspondiente a la velocidad del viento, lo cual se debe a que en la Ecuación (10) se evalúa el producto entre variables directamente relacionadas con dicha velocidad.

La Figura 47 presenta los resultados correspondientes a la potencia simulada, los cuales se muestran en la interfaz del programa dentro de la sección denominada "Generación eólica simulada".

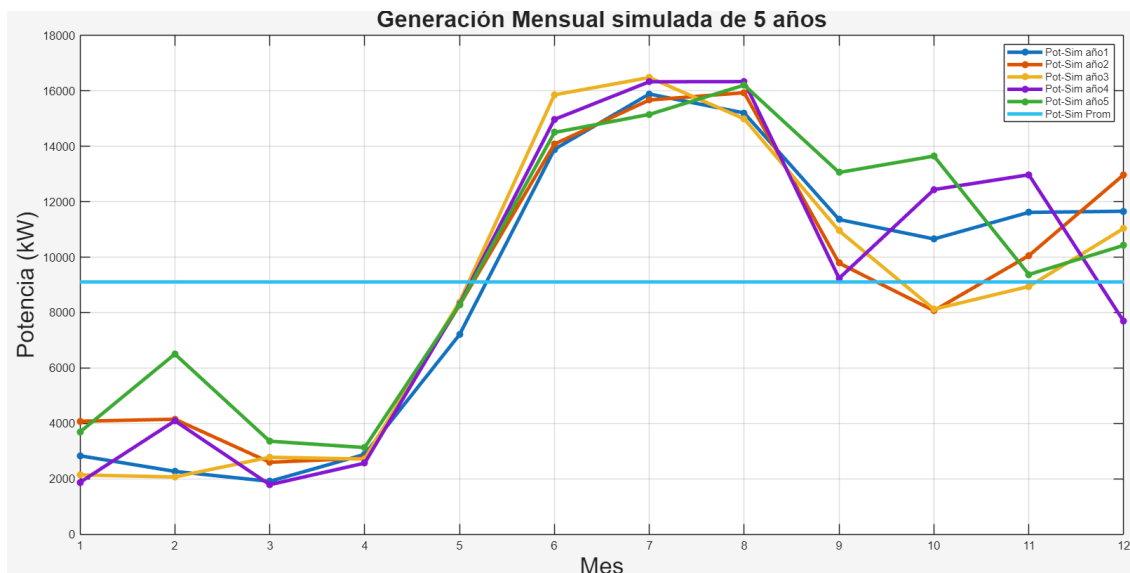


Fig. 47 Generación eólica simulada de 5 años

La Figura 47 muestra los valores obtenidos de la potencia simulada, registrando un promedio general de 1197,58 kW. Asimismo, se representa la variación mensual a lo largo de los cinco años generados mediante el proceso de simulación, cuyos valores detallados se encuentran en la Tabla 4. Estos resultados fueron empleados posteriormente para establecer una comparación con los datos reales, como se ilustra en la Figura 48.

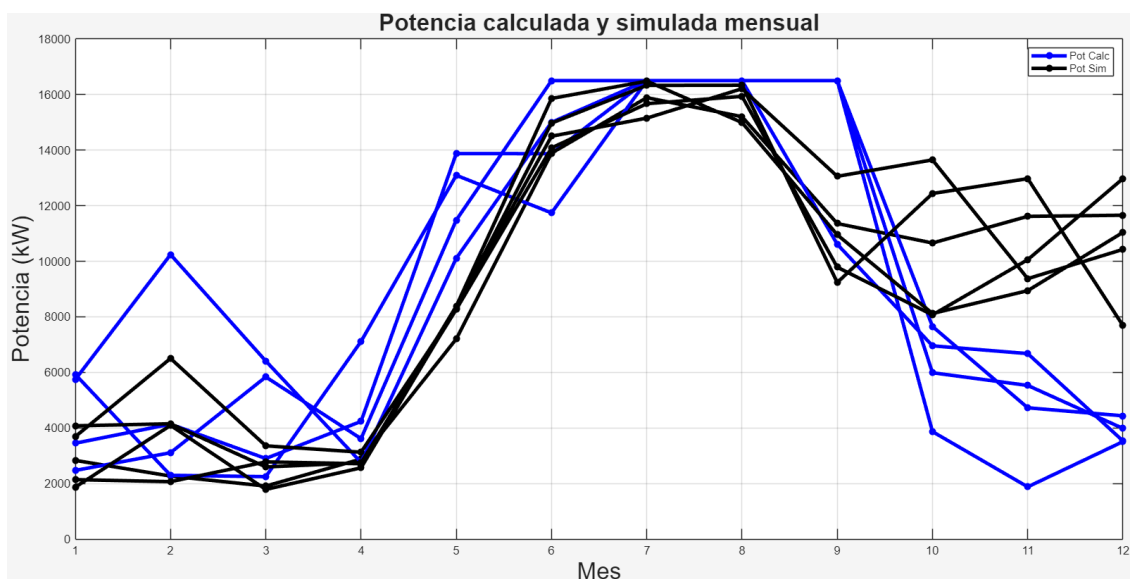


Fig. 48 Comparación de la generación calculada y simulada



En la Figura 48 se muestra la comparación entre los resultados de potencia calculada y los valores simulados, utilizando como referencia los datos extraídos del portal web NASA POWER. Esta representación permite analizar el nivel de concordancia entre ambas curvas y evaluar la consistencia del modelo aplicado en la estimación de la capacidad de generación eólica.



Conclusiones

- La generación de energía eólica depende de diversos factores clave que afectan directamente su capacidad de producción. Entre estos factores se incluyen la velocidad del viento, la eficiencia de los aerogeneradores, la altura a la que se encuentran los aerogeneradores, la densidad del aire y la variabilidad estacional del recurso eólico. La interacción de estos parámetros determina la eficiencia y el rendimiento de los sistemas eólicos, lo que hace esencial un análisis detallado de estos factores para una estimación precisa de la capacidad de generación.
- La realización de la simulación Monte-Carlo implementada en Matlab permitió estimar de forma efectiva la generación eólica a partir de la variabilidad del viento, obteniendo un valor de error absoluto de 4,9 % en valores de predicción de velocidad del viento, demostrando ser una herramienta confiable para representar en escenarios realistas.
- La simulación permitió estimar con precisión la capacidad de generación eólica utilizando datos de velocidad del viento correspondientes a la ubicación de la Central Eólica Villonaco. Los resultados reflejaron coherencia con las condiciones del sitio y los parámetros técnicos del aerogenerador, lo que respalda la validez del modelo como una herramienta efectiva para la estimación preliminar de generación eléctrica en proyectos eólicos.

**Recomendaciones**

- Se recomienda realizar un programa que trabaje con un mayor volumen de datos históricos de velocidad del viento para reducir el margen de error en las estimaciones.
- Se sugiere utilizar registros reales provenientes de plantas eólicas operativas, ya que estos reflejan mayor fidelidad a las condiciones de generación reales y permiten validar de forma más robusta los resultados obtenidos por simulación.



Referencias bibliográficas.

- [1] L. Clementi y G. Jacinto, “Energía eólica distribuida: oportunidades y desafíos en Argentina”, *Let. Verdes.*, n.º 29, 2021.
- [2] Olmedo, J.; Plaza, H. (2021). Análisis multicriterio para la identificación de zonas potenciales para la explotación de energía eólica en las costas del litoral ecuatoriano [Tesis de maestría]. Escuela Superior Politécnica del Litoral
- [3] AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES. (2021). Marco normativo de la Generación Distribuida para autoabastecimiento de consumidores regulados de energía eléctrica. Obtenido de https://www.controlrecursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/res_nro__arcernnr-013-2021.pdf
- [4] Instituto de Ingeniería del Conocimiento. “Predicción de generación de energía eólica”. Instituto de Ingeniería del Conocimiento. [En línea]. Obtenido de : <https://www.iic.uam.es/soluciones/energia/prediccion-generacion-energia-renovable/prediccion-generacion-energia-eolica/>
- [5] Wiatros-Motyka, M. (2023). *Global Electricity Review 2023* (4ª ed.). Ember.
- [6] *Descubre por qué el CO2 disminuye con la energía eólica.* (2022). MINT. Obtenido de: <https://mintforpeople.com/noticias/por-que-el-co2-disminuye-con-la-energia-eolica/#:~:text=La%20energía%20eólica%20es%20la,fuentes%20renovables,%20como%20la%20biomasa.>
- [7] GWEC, “Globla Wind Report 2023”, Rue de Commerce 31, Brussels, 2023.
- [8] *ECUADOR CONSOLIDA LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA A PARTIR DE FUENTES RENOVABLES – Ministerio de Energía y Minas.* (2020). Ministerio de Energía y Minas – Ecuador. Obtenido de : <https://www.rekursyenergia.gob.ec/ecuador-consolida-la-produccion-electrica-a-partir-de-fuentes-renovables/>
- [9] Instituto de Ingeniería del Conocimiento. “Predicción de generación de energía eólica”. Instituto de Ingeniería del Conocimiento. [En línea]. Obtenido de



: <https://www.iic.uam.es/soluciones/energia/prediccion-generacion-energia-renovable/prediccion-generacion-energia-eolica/>

- [10] Amazon Web Services. “¿Qué es la simulación de Monte Carlo? - Explicación de la simulación de Monte Carlo - AWS”. Amazon Web Services, Inc. Disponible en : <https://aws.amazon.com/es/what-is/monte-carlo-simulation/>
- [11] IBM. “¿Qué es la simulación Montecarlo?” IBM in Deutschland, Österreich und der Schweiz | IBM. Disponible en: <https://www.ibm.com/es-es/topics/monte-carlo-simulation>
- [12] E. Moreno, “ESTUDIO DEL POTENCIAL EOLICO - ELECTRCIO”, trabajo de grado, ESC. POLITEC. NAC., Quito, 2014.
- [13] J. González, “Introducción del Factor Humano al Análisis de Riesgo”, Tesis Doctoral, Univ. Politec. Catalunya, Barcelona, 2015. [En línea].
Disponible: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/325427/TJRGD1de1.pdf>
- [14] “NASA POWER | Prediction Of Worldwide Energy Resources”. NASA POWER | Prediction Of Worldwide Energy Resources. [En línea].
Disponible: <https://power.larc.nasa.gov/>
- [15] I. J. Ortiz Aguirre, M. F. Reyes Wagnio y L. A. Vásquez Cevallos, Los parques eólicos: una mirada desde la administración y gerencia de los proyectos de energía del Ecuador. Estados Unidos: Editorial Tecnocientífica Americana, 2020. [En Línea] Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/174267?page=30>
- [16] S. Nomandela, M. E. S. Mnguni, and A. K. Raji, “Modeling and Simulation of a Large-Scale Wind Power Plant Considering Grid Code Requirements,” *Energies*, vol. 16, no. 6, p. 2897, Mar. 2023, doi: 10.3390/en16062897. Available: <http://dx.doi.org/10.3390/en16062897>
- [17] S. Sanchez, “ESTUDIO PARAMÉTRICO DE UNA TURBINA EÓLICA DE EJE HORIZONTAL CON CARACTERÍSTICAS SIMILARES A LAS DEL CAMPO EÓLICO VILLONACO”, trabajo de grado, ESC. POLITEC. NAC., Quito, 2020.
- [18] J. Fernandez. “Cuestionario: Aerogeneradores”. TECNOLOGÍA Y PROYECTO INTEGRADO. Accedido el 11 de diciembre de 2023. [En línea].



Disponible: <https://tecnologiajuliafernandez.blogspot.com/2014/04/cuestionario-aerogeneradores.html>

- [19] Actitud Ecológica. “Aerogeneradores”. Actitud Ecológica. Accedido el 11 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://actitudecologica.com/energias-renovables/eolica/aerogeneradores/>
- [20] Tozzi Green. “VICTORY 60 - Aerogenerador de eje horizontal by Tozzi Green | ArchiExpo”. ArchiExpo - El marketplace B2B de la arquitectura y el diseño: cocinas, baños, iluminación, mobiliario, oficinas, etc. Accedido el 30 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://www.archiexpo.es/prod/tozzi-green/product-62400-1822149.html>
- [21] Redação. “Turbina eólica vertical urbana, artigo de José Eustáquio Diniz Alves”. EcoDebate. [En línea].
Disponible: <https://www.ecodebate.com.br/2013/09/04/turbina-eolica-vertical-urbana-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>
- [22] Gállego, J. & Faulín, J. (2014). Optimización del mantenimiento preventivo de un aerogenerador mediante el diseño de tareas de su fuerza de trabajo. Titulación: Ingeniero Industrial. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación. Universidad de Navarra.
- [23] A. Creus Solé, Aerogeneradores. Barcelona: Cano Pina, 2014. [En Línea]
Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/43078?page=74>
- [24] R. Jaramillo, R. Cabrera y F. Lopez, “Sistema de Control para una turbina eólica”, *Pist. Educ.*, n.º 108, pp. 496–509, 2014.
- [25] A. Rodrígalvarez, “Modelado y control de un aerogenerador conectado a la red mediante un DFIG”, trabajo de grado, UNIV. POLITEC. MADR., Madrid, 2018.
- [26] M. Villarubia, *Ingeniería de la energía eólica*. Barcelona: Alfaomega, 2016.
- [27] P. Mastra, “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO BASADO EN LA CONFIABILIDAD PARA LA MULTIPLICADORA Y EL GENERADOR DE LOS AEROGENERADORES DEL PARQUE EÓLICO GIBARA 1”, Trabajo de diploma, Univ. Holguín, Holguín, 2021.



- [28] G. Navarro, “Simulación del efecto de la interacción de turbinas eólicas con su entorno”, Tesis Doctoral, UNIV. BUENOS AIRES, Buenos aires, 2019.
- [29] González, A., Pérez, C., Santos, C., & Gil, M. (2012). Centrales de energías renovables: generación eléctrica con energías renovables (2nd ed.). Pearson. https://books.google.com.ec/books?id=mLGYMQEACAAJ
- [30] B. Desalegn, D. Gebeyehu, B. Tamrat, T. Tadiwose y A. Lata, “Onshore versus offshore wind power trends and recent study practices in modeling of wind turbines’ life-cycle impact assessments”, *Cleaner Eng. Technol.*, p. 100691, noviembre de 2023. Accedido el 30 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100691>
- [31] O. Cabrera, “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN AEROGENERADOR EXPERIMENTAL Y MODULAR PARA APLICACIÓN RURAL”, Trabajo de grado, UNIV. NAC. LOJA, Loja, 2008.
- [32] F. Troya, “Análisis de la turbulencia en la producción energética de la Central Eólica Villonaco mediante herramientas CFD.”, trabajo de grado, Univ. Nac. Loja, Loja, 2023.
- [33] MEER. (2022). Balance Energético Nacional 2020 (Informe). Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables. Quito, Ecuador.
- [34] J. Gracia, “CALCULO Y DISEÑO DEL ELEMENTO PALA DE UNA TURBINA EOLICA DE EJE HORIZONTAL”, trabajo de grado, Univ. Del Pais Vasco, Bilbao, 2019.
- [35] I. Mendoza y Universidad Autónoma de Yucatán, “Valuation of the wind as a source of wind energy in the state of Guerrero”, *Ingeniería*, vol. 22, n.º 3, pp. 30–46, 2018.
- [36] T. M. Letcher, *Wind Energy Engineering: A Handbook for Onshore and Offshore Wind Turbines*, First ed. Great Britain: Elsevier, 2017.
- [37] C. Mendez, J. Segarra, “MODELACIÓN DE UN AEROGENERADOR DE IMAN PERMANENTE Y SU CONTROLADOR”, Trabajo de grado, UNIV. POLITEC. SALECIANA SEDE CUENCA, Cuenca, 2015.



- [38] R. Gálvez, “DISEÑO Y CÁLCULO PRELIMINAR DE LA TORRE DE UN AEROGENERADOR”, Proyecto fin de carrera, UNIV. CARLOS III MADR., Madrid, 2005.
- [39] El periódico de la energía. “Instalan la torre eólica más alta de España en Navarra”. el periódico de la energía. [En línea].
Disponible: <https://elperiodicodelaenergia.com/instalan-la-torre-eolica-mas-alta-de-espana-en-navarra-supera-la-altura-de-edificios-como-la-torre-picasso-de-madrid/>
- [40] J. Olmedo, H. Plaza, “ANÁLISIS MULTICRITERIO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ZONAS POTENCIALES PARA LA EXPLOTACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA EN LAS COSTAS DEL LITORAL ECUATORIANO”, Proyecto de titulación, ESC. SUPER. POLITEC. DEL LITORAL, Guayaquil, 2022.
- [41] Nomandela, Sinawo, Mkhululi ES Mnguni y Atanda K. Raji. 2023. "Modelado y simulación de una central eólica a gran escala teniendo en cuenta los requisitos del código de red" *Energías* 16, no. 6: 2897. <https://doi.org/10.3390/en16062897>
- [42] “Factor de Capacidad de un Aerogenerador - Aerogeneradores”. Aerogeneradores. Accedido el 15 de enero de 2024. [En línea].
Disponible: <https://www.aerogeneradores.com/2023/04/08/factor-de-capacidad-de-un-aerogenerador/>
- [43] B. Desalegn, D. Gebeyehu, B. Tamrat, T. Tadiwose y A. Lata, “Onshore versus offshore wind power trends and recent study practices in modeling of wind turbines’ life-cycle impact assessments”, *Cleaner Eng. Technol.*, p. 100691, noviembre de 2023. Accedido el 31 de diciembre de 2023. [En línea].
Disponible: <https://doi.org/10.1016/j.clet.2023.100691>
- [44] Wharton, S., & Lundquist, J. K. (2012). Atmospheric stability affects wind turbine power collection. *Environmental Research Letters*, 7*(1), 014005.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/1/014005>



- [45] “CENTRAL EÓLICA “VILLONACO” – Ministerio de Energía y Minas”.
Ministerio de Energía y Minas – Ecuador. [En línea].
Disponible: <https://www.recursosyenergia.gob.ec/central-eolica-villonaco/>
- [46] *Bevor Sie zu Google Maps weitergehen*. Accedido el 13 de mayo de 2024.
[Imagen]. Disponible: <https://www.google.es/maps/@-4.0022273,-79.2588158,1766m/data=!3m1!1e3?entry=ttu>
- [47] Olivar, L., & Granada, H. (2019). NOTAS DE ANÁLISIS NUMÉRICO CON MATLAB. Obtenido de <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/121005>
- [48] MathWorks. (2024). Simulación Monte Carlo. Obtenido de https://la.mathworks.com/discovery/monte-carlo-simulation.html?s_tid=srchtitle_funciones%20Monte%20carlo_1
- [49] De la Fuente O'Connor, J. L. (2017). Ingeniería de los Algoritmos y Métodos Numéricos. Un acercamiento práctico avanzado a la computación científica e ingenieril con Matlab. Segunda edición. Obtenido de http://www.jldelafuenteoconnor.es/Libro2017_NV_10-8_SP.pdf
- [50] R. López Fernández y A. Bofill Placeres, Probabilidades con un enfoque ambientalista. Cuba: Editorial Universo Sur, 2020. [En Línea] Disponible en: (<https://elibro.net/es/ereader/utnorte/131887?page=131>)
- [51] S. Herrera, “Estudio de Factibilidad Técnica-Económica para la Implementación de un Sistema de Generación Eólica en la Comunidad Araque, San Pablo-Otavalo”, Trabajo de Grado, Univ. Tec. Del Norte, Ibarra, 2024.
- [52] K. Torres-Castro, C. Torres-Quirós, y G. Richmond-Navarro, «Microgeneración de energía eólica en un entorno boscoso en Costa Rica: estudio de caso», TM, vol. 34, n.º 3, pp. Pág. 61–69, jun. 2021.



ANEXOS

A. Manual de usuario

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas



MANUAL DE USUARIO

Estimación de generación eólica mediante simulación Monte-Carlo

Octubre- Febrero 2024-2025



La herramienta denominada *Estimación de Generación Eólica* corresponde a un programa diseñado para el registro y visualización de datos relacionados con la estimación de generación eólica, orientado al análisis y planificación de proyectos de centrales eólicas. Esta guía del usuario proporciona una descripción general de las funciones principales de la aplicación, así como las instrucciones necesarias para su utilización adecuada.

El desarrollo de la aplicación se llevó a cabo en el entorno de programación Matlab, versión R2024b. Es importante verificar que el equipo de cómputo utilizado cumpla con los requerimientos mínimos para garantizar su funcionamiento óptimo. Cabe señalar que esta herramienta ha sido creada con fines académicos, por lo que el autor no asume responsabilidad por resultados inconsistentes derivados del ingreso de datos incorrectos.

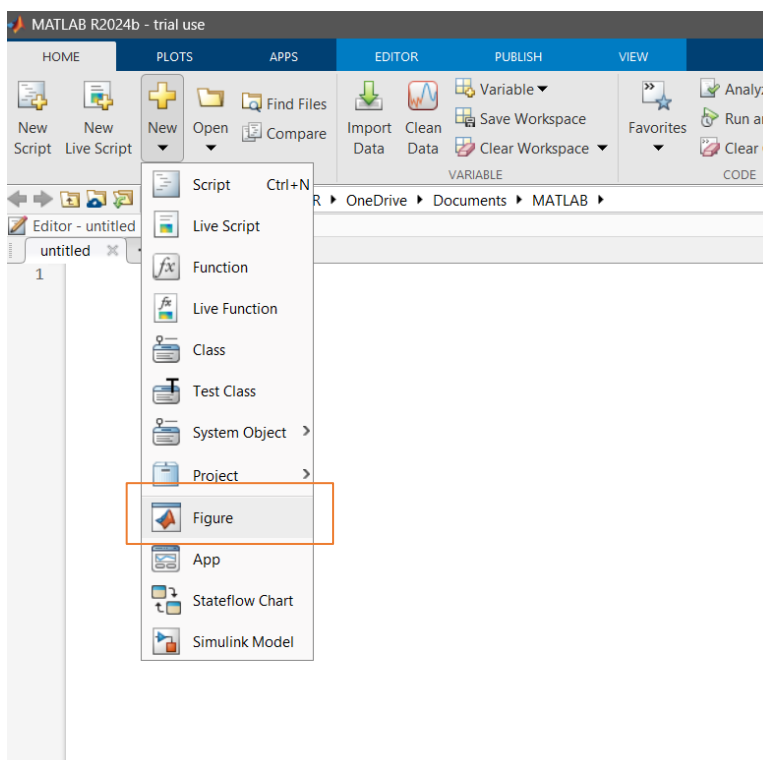
Al ejecutarse, la aplicación genera un archivo en formato Excel titulado *Viento_Generación_5años*. En la primera hoja se presentan los valores correspondientes a la velocidad del viento generada aleatoriamente y la potencia eólica estimada. La segunda hoja contiene los promedios mensuales de generación para cada año simulado.

Procedimiento

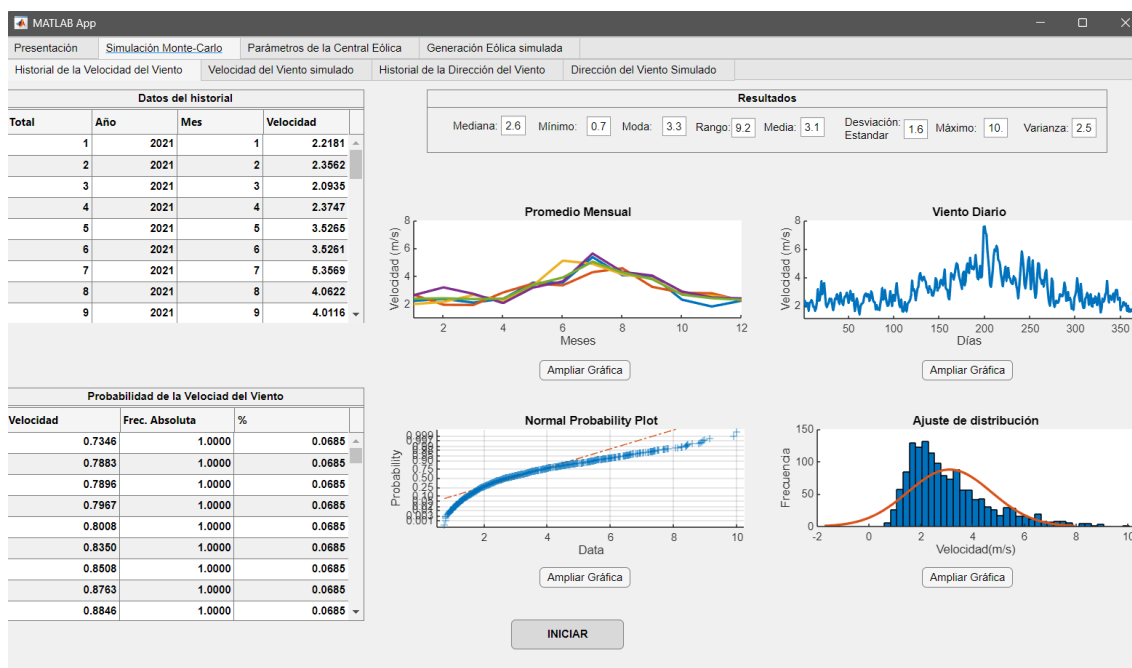
1. Acceda a la carpeta del programa de simulación Monte-Carlo y localice el archivo *Datos_Velocidad_VientoExc* y *Datos_Direccion_VientoExc*. Estos archivos contienen cinco hojas en las cuales se debe cargar la base de datos de la velocidad del viento y dirección del viento. Se incluyen los ejemplos para guiar el proceso de carga.



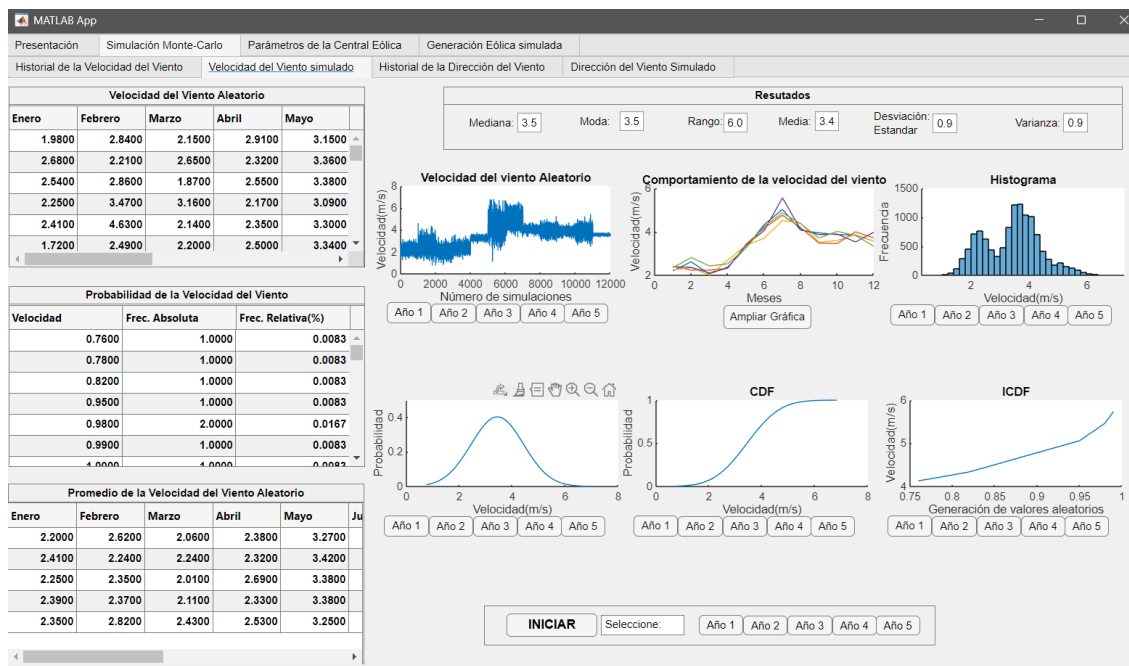
2. Abra MATLAB y, en la pestaña *Home*, haga clic en *New* y seleccione la opción *App*. Luego, ubique la carpeta donde se encuentra el programa seleccione el archivo titulado *App1*. Proceda a ejecutar el programa.



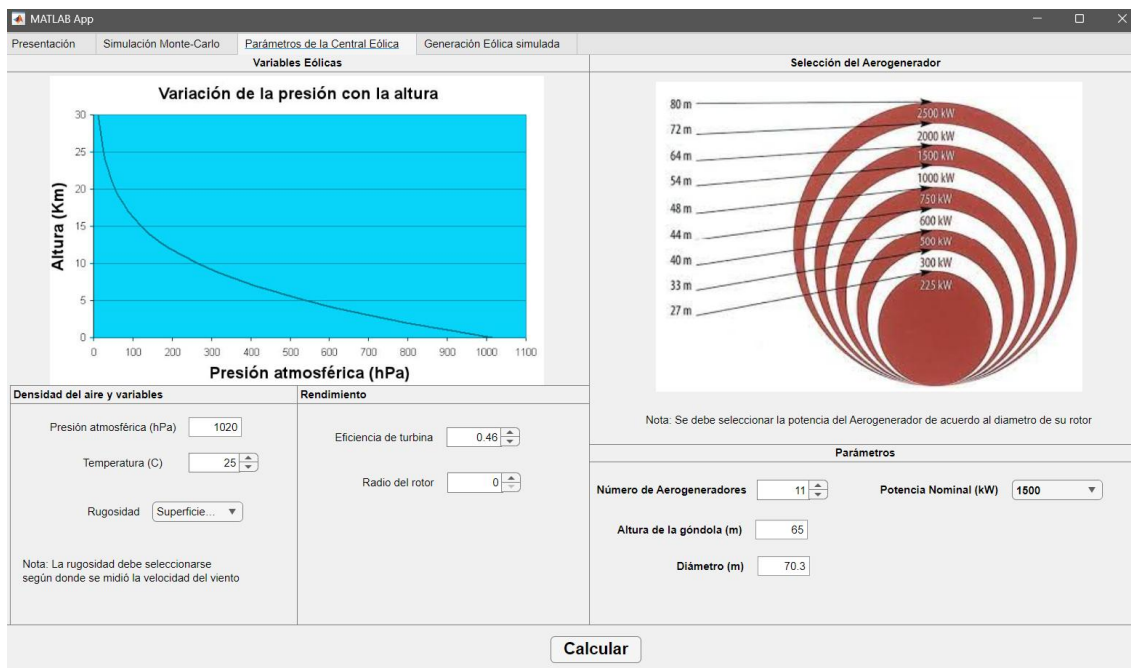
3. Diríjase a la pestaña *Simulación Monte-Carlo/Historial del viento* y presione el botón *INICIAR*. En esta sección, se procesarán los datos registrados previamente en el archivo *Datos_Velocidad_VientoExc*, permitiendo visualizar sus gráficas y estadísticas probabilísticas. Además, cada gráfica incluye un botón denominado *Ampliar gráfica*, que facilita una mejor visualización de los datos.



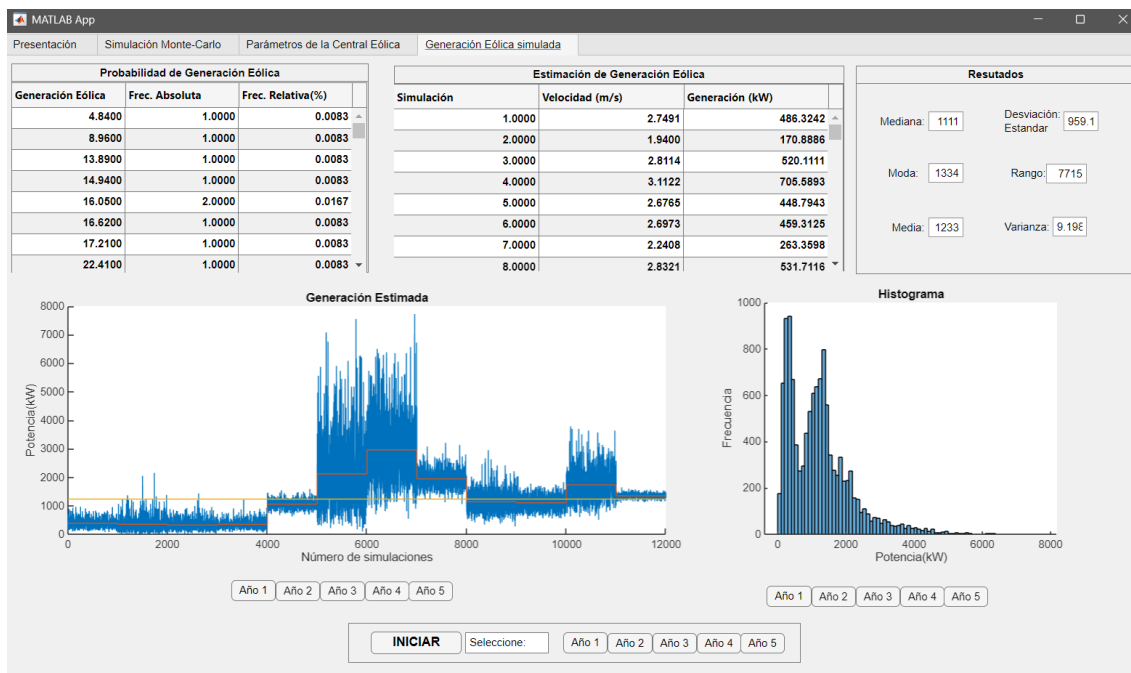
4. En la pestaña siguiente, *Simulación Monte-Carlo/Viento simulado*, haga clic en el botón *INICIAR* para generar el caudal aleatorio correspondiente a cinco años. En la parte inferior de esta sección, encontrará opciones para seleccionar el año cuyos resultados desea observar. Al igual que en la pestaña anterior, cada gráfica cuenta con botones que permiten ampliar su visualización para un análisis más detallado. Y de la misma manera funciona para las pestañas del Historial de la Dirección del viento y Dirección del Viento Simulado.



- Una vez generado la velocidad de viento aleatorio, acceda a la pestaña *Parámetros de la central eólica*. Aquí debe ingresar los parámetros necesarios para realizar los cálculos pertinentes. Posteriormente, en la pestaña *Generación eólica simulada*, presione el botón *INICIAR* para continuar con el análisis. En esta sección también podrá seleccionar la potencia del aerogenerador, la rugosidad de la velocidad del viento (m/s) según el terreno de donde se extrajo los datos y los demás parámetros para estimar la generación eólica.



6. Finalmente, en la pestaña *Generación eólica simulada*, presione nuevamente el botón *INICIAR* para visualizar los resultados obtenidos para cada año. Puede alternar entre los distintos años seleccionando las opciones disponibles en los botones inferiores. Cada gráfica incluye opciones adicionales para ampliar su visualización y analizar mejor el comportamiento de los datos representados.



**B. Código del programa**

```
%{
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas
Carrera de Electricidad
Simulación Monte-Carlo para la estimación de Generación Eólica
Angel Diaz
%}
classdef app1 < matlab.apps.AppBase

    % Properties that correspond to app components
    properties (Access = public)
        UIFigure                matlab.ui.Figure
        TabGroup                 matlab.ui.container.TabGroup
        PresentacinTab          matlab.ui.container.Tab
        AutorAngelDazTutorMScJulioGuerra20242025Label
    matlab.ui.control.Label
        Label                    matlab.ui.control.Label
        CARRERADEELECTRICIDADLabel  matlab.ui.control.Label
        Image2                    matlab.ui.control.Image
        Image                     matlab.ui.control.Image
        UNIVERSIDADTNCICADELNORTELabel  matlab.ui.control.Label
        SimulacinMonteCarloTab    matlab.ui.container.Tab
        TabGroup2                 matlab.ui.container.TabGroup
        HistorialdelaVelocidaddelVientoTab  matlab.ui.container.Tab
        AmpliarGrficaButton_4     matlab.ui.control.Button
        AmpliarGrficaButton_3     matlab.ui.control.Button
        AmpliarGrficaButton_2     matlab.ui.control.Button
        AmpliarGrficaButton       matlab.ui.control.Button
        ProbabilidaddelaVelociaddelVientoPanel  matlab.ui.container.Panel
        UITable_2                 matlab.ui.control.Table
        DatosdelhistorialPanel    matlab.ui.container.Panel
        UITable                    matlab.ui.control.Table
        ResultadosPanel           matlab.ui.container.Panel
        MnimoEditField            matlab.ui.control.NumericEditField
        MnimoEditFieldLabel       matlab.ui.control.Label
        MximoEditField            matlab.ui.control.NumericEditField
        MximoEditFieldLabel       matlab.ui.control.Label
        VarianzaEditField         matlab.ui.control.NumericEditField
        VarianzaEditFieldLabel    matlab.ui.control.Label
        DesviacinEstandarEditField  matlab.ui.control.NumericEditField
        DesviacinEstandarLabel    matlab.ui.control.Label
        MediaEditField            matlab.ui.control.NumericEditField
        MediaEditFieldLabel       matlab.ui.control.Label
        RangoEditField            matlab.ui.control.NumericEditField
        RangoEditFieldLabel       matlab.ui.control.Label
        ModaEditField             matlab.ui.control.NumericEditField
        ModaEditFieldLabel        matlab.ui.control.Label
        MedianaEditField          matlab.ui.control.NumericEditField
        MedianaLabel              matlab.ui.control.Label
        INICIARButton             matlab.ui.control.StateButton
        UIAxes_4                  matlab.ui.control.UIAxes
    end
end
```



UIAxes_3	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes_2	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes	matlab.ui.control.UIAxes
VelocidaddelVientosimuladoTab	matlab.ui.container.Tab
Panel	matlab.ui.container.Panel
Ao5Button_7	matlab.ui.control.Button
Ao4Button_7	matlab.ui.control.Button
Ao3Button_7	matlab.ui.control.Button
Ao2Button_7	matlab.ui.control.Button
Ao1Button_7	matlab.ui.control.Button
TextArea	matlab.ui.control.TextArea
INICIARButton_2	matlab.ui.control.Button
Ao5Button_6	matlab.ui.control.Button
Ao4Button_6	matlab.ui.control.Button
Ao3Button_6	matlab.ui.control.Button
Ao2Button_6	matlab.ui.control.Button
Ao1Button_6	matlab.ui.control.Button
Ao5Button_5	matlab.ui.control.Button
Ao4Button_5	matlab.ui.control.Button
Ao3Button_5	matlab.ui.control.Button
Ao2Button_5	matlab.ui.control.Button
Ao1Button_5	matlab.ui.control.Button
Ao5Button_4	matlab.ui.control.Button
Ao4Button_4	matlab.ui.control.Button
Ao3Button_4	matlab.ui.control.Button
Ao2Button_4	matlab.ui.control.Button
Ao1Button_4	matlab.ui.control.Button
AmpliarGrficaButton_5	matlab.ui.control.Button
Ao5Button_2	matlab.ui.control.Button
Ao4Button_2	matlab.ui.control.Button
Ao3Button_2	matlab.ui.control.Button
Ao2Button_2	matlab.ui.control.Button
Ao1Button_2	matlab.ui.control.Button
Ao5Button	matlab.ui.control.Button
Ao4Button	matlab.ui.control.Button
Ao3Button	matlab.ui.control.Button
Ao2Button	matlab.ui.control.Button
Ao1Button	matlab.ui.control.Button
PromediodelaVelocidaddelVientoAleatorioPanel	
matlab.ui.container.Panel	
UITable_5	matlab.ui.control.Table
VelocidaddelVientoAleatorioPanel	matlab.ui.container.Panel
UITable_4	matlab.ui.control.Table
ProbabilidaddelVelocidaddelVientoPanel	matlab.ui.container.Panel
UITable_3	matlab.ui.control.Table
ResutadosPanel_2	matlab.ui.container.Panel
VarianzaEditField_2	matlab.ui.control.NumericEditField
VarianzaEditField_2Label	matlab.ui.control.Label
DesviacinEstandarEditField_2	matlab.ui.control.NumericEditField
DesviacinEstandarEditField_2Label	matlab.ui.control.Label
MediaEditField_2	matlab.ui.control.NumericEditField
MediaEditField_2Label	matlab.ui.control.Label
RangoEditField_2	matlab.ui.control.NumericEditField



RangoEditField_2Label	matlab.ui.control.Label
ModaEditField_2	matlab.ui.control.NumericEditField
ModaEditField_2Label	matlab.ui.control.Label
MedianaEditField_2	matlab.ui.control.NumericEditField
MedianaEditField_2Label	matlab.ui.control.Label
UIAxes2_6	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes2_5	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes2_4	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes2_3	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes2_2	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes2	matlab.ui.control.UIAxes
Historialde la Direccin del Viento Tab	matlab.ui.container.Tab
Ampliar Grfica Button_9	matlab.ui.control.Button
Ampliar Grfica Button_8	matlab.ui.control.Button
Ampliar Grfica Button_7	matlab.ui.control.Button
Ampliar Grfica Button_6	matlab.ui.control.Button
Probabilidad de la Direccin del Viento Panel	matlab.ui.container.Panel
UITable_9	matlab.ui.control.Table
Datos del historial Panel_2	matlab.ui.container.Panel
UITable_8	matlab.ui.control.Table
Resutados Panel_4	matlab.ui.container.Panel
Mnimo EditField_2	matlab.ui.control.NumericEditField
Mnimo EditField_2Label	matlab.ui.control.Label
Mximo EditField_2	matlab.ui.control.NumericEditField
Mximo EditField_2Label	matlab.ui.control.Label
Varianza EditField_4	matlab.ui.control.NumericEditField
Varianza EditField_4Label	matlab.ui.control.Label
Desviacin Estandar EditField_4	matlab.ui.control.NumericEditField
Desviacin Estandar EditField_4Label	matlab.ui.control.Label
Media EditField_4	matlab.ui.control.NumericEditField
Media EditField_4Label	matlab.ui.control.Label
Rango EditField_4	matlab.ui.control.NumericEditField
Rango EditField_4Label	matlab.ui.control.Label
Moda EditField_4	matlab.ui.control.NumericEditField
Moda EditField_4Label	matlab.ui.control.Label
Mediana EditField_4	matlab.ui.control.NumericEditField
Mediana EditField_4Label	matlab.ui.control.Label
INICIAR Button_4	matlab.ui.control.StateButton
UIAxes_8	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes_7	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes_6	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes_5	matlab.ui.control.UIAxes
Direccin del Viento Simulado Tab	matlab.ui.container.Tab
Panel_3	matlab.ui.container.Panel
Ao5 Button_16	matlab.ui.control.Button
Ao4 Button_16	matlab.ui.control.Button
Ao3 Button_16	matlab.ui.control.Button
Ao2 Button_16	matlab.ui.control.Button
Ao1 Button_16	matlab.ui.control.Button
TextArea_3	matlab.ui.control.TextArea
INICIAR Button_5	matlab.ui.control.Button
Ao5 Button_15	matlab.ui.control.Button
Ao4 Button_15	matlab.ui.control.Button



Ao3Button_15	matlab.ui.control.Button
Ao2Button_15	matlab.ui.control.Button
Ao1Button_15	matlab.ui.control.Button
Ao5Button_14	matlab.ui.control.Button
Ao4Button_14	matlab.ui.control.Button
Ao3Button_14	matlab.ui.control.Button
Ao2Button_14	matlab.ui.control.Button
Ao1Button_14	matlab.ui.control.Button
Ao5Button_13	matlab.ui.control.Button
Ao4Button_13	matlab.ui.control.Button
Ao3Button_13	matlab.ui.control.Button
Ao2Button_13	matlab.ui.control.Button
Ao1Button_13	matlab.ui.control.Button
AmpliarGrficaButton_10	matlab.ui.control.Button
Ao5Button_12	matlab.ui.control.Button
Ao4Button_12	matlab.ui.control.Button
Ao3Button_12	matlab.ui.control.Button
Ao2Button_12	matlab.ui.control.Button
Ao1Button_12	matlab.ui.control.Button
Ao5Button_11	matlab.ui.control.Button
Ao4Button_11	matlab.ui.control.Button
Ao3Button_11	matlab.ui.control.Button
Ao2Button_11	matlab.ui.control.Button
Ao1Button_11	matlab.ui.control.Button
PromediodelaDireccindelVientoAleatorioPanel	
matlab.ui.container.Panel	
UITable_12	matlab.ui.control.Table
DireccindelVientoAleatorioPanel	matlab.ui.container.Panel
UITable_11	matlab.ui.control.Table
ProbabilidaddelaDireccindelVientoPanel_2	matlab.ui.container.Panel
UITable_10	matlab.ui.control.Table
ResutadosPanel_5	matlab.ui.container.Panel
VarianzaEditField_5	matlab.ui.control.NumericEditField
VarianzaEditField_5Label	matlab.ui.control.Label
DesviacinEstandarEditField_5	matlab.ui.control.NumericEditField
DesviacinEstandarEditField_5Label	matlab.ui.control.Label
MediaEditField_5	matlab.ui.control.NumericEditField
MediaEditField_5Label	matlab.ui.control.Label
RangoEditField_5	matlab.ui.control.NumericEditField
RangoEditField_5Label	matlab.ui.control.Label
ModaEditField_5	matlab.ui.control.NumericEditField
ModaEditField_5Label	matlab.ui.control.Label
MedianaEditField_5	matlab.ui.control.NumericEditField
MedianaEditField_5Label	matlab.ui.control.Label
UIAxes2_12	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes2_11	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes2_10	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes2_9	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes2_8	matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes2_7	matlab.ui.control.UIAxes
ParmetrosdelaCentralElicaTab	matlab.ui.container.Tab
CalcularButton	matlab.ui.control.Button
ParmetrosPanel	matlab.ui.container.Panel



PotenciaNominalkWDropDown	matlab.ui.control.DropDown
PotenciaNominalkWDropDownLabel	matlab.ui.control.Label
DimetromEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
DimetromEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
NmerodeAerogeneradoresSpinner	matlab.ui.control.Spinner
NmerodeAerogeneradoresSpinnerLabel	matlab.ui.control.Label
AlturadelagndolamEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
AlturadelagndolamEditFieldLabel	matlab.ui.control.Label
SeleccindelaAerogeneradorPanel	matlab.ui.container.Panel
Label_2	matlab.ui.control.Label
Image3	matlab.ui.control.Image
VariablesElicasPanel	matlab.ui.container.Panel
RendimientoPanel	matlab.ui.container.Panel
RadiodelrotorSpinner	matlab.ui.control.Spinner
RadiodelrotorSpinnerLabel	matlab.ui.control.Label
EficienciadeturbinaSpinner	matlab.ui.control.Spinner
EficienciadeturbinaSpinnerLabel	matlab.ui.control.Label
DensidaddelaireyvariablesPanel	matlab.ui.container.Panel
RugosidadDropDown	matlab.ui.control.DropDown
RugosidadDropDownLabel	matlab.ui.control.Label
Masadeaire002896kgmolConstantesdegases831447Pam3molLabel	matlab.ui.control.Label
TemperaturaCSpinner	matlab.ui.control.Spinner
TemperaturaCSpinnerLabel	matlab.ui.control.Label
PresinatmosfricahPaEditField	matlab.ui.control.NumericEditField
PresinatmosfricaLabel	matlab.ui.control.Label
Image4	matlab.ui.control.Image
GeneracinElicasimuladaTab	matlab.ui.container.Tab
ResutadosPanel_3	matlab.ui.container.Panel
VarianzaEditField_3	matlab.ui.control.NumericEditField
VarianzaEditField_3Label	matlab.ui.control.Label
DesviacinEstandarEditField_3	matlab.ui.control.NumericEditField
DesviacinEstandarEditField_3Label	matlab.ui.control.Label
MediaEditField_3	matlab.ui.control.NumericEditField
MediaEditField_3Label	matlab.ui.control.Label
RangoEditField_3	matlab.ui.control.NumericEditField
RangoEditField_3Label	matlab.ui.control.Label
ModaEditField_3	matlab.ui.control.NumericEditField
ModaEditField_3Label	matlab.ui.control.Label
MedianaEditField_3	matlab.ui.control.NumericEditField
MedianaEditField_3Label	matlab.ui.control.Label
Ao5Button_10	matlab.ui.control.Button
Ao4Button_10	matlab.ui.control.Button
Ao3Button_10	matlab.ui.control.Button
Ao2Button_10	matlab.ui.control.Button
Ao1Button_10	matlab.ui.control.Button
Ao5Button_9	matlab.ui.control.Button
Ao4Button_9	matlab.ui.control.Button
Ao3Button_9	matlab.ui.control.Button
Ao2Button_9	matlab.ui.control.Button
Ao1Button_9	matlab.ui.control.Button
EstimacindeGeneracinElicaPanel	matlab.ui.container.Panel
UITable_7	matlab.ui.control.Table



```

ProbabilidaddeGeneracinElicaPanel  matlab.ui.container.Panel
UITable_6                           matlab.ui.control.Table
Panel_2                             matlab.ui.container.Panel
Ao5Button_8                         matlab.ui.control.Button
Ao4Button_8                         matlab.ui.control.Button
Ao3Button_8                         matlab.ui.control.Button
Ao2Button_8                         matlab.ui.control.Button
Ao1Button_8                         matlab.ui.control.Button
TextArea_2                          matlab.ui.control.TextArea
INICIARButton_3                     matlab.ui.control.Button
UIAxes8                             matlab.ui.control.UIAxes
UIAxes7                             matlab.ui.control.UIAxes
end

```

```

% Public properties that correspond to the Simulink model
properties (Access = public, Transient)
    Simulation simulink.Simulation
end

```

```

% Callbacks that handle component events
methods (Access = private)

```

```

% Value changed function: INICIARButton
function INICIARButtonValueChanged(app, event)
    value = app.INICIARButton.Value;
    %Variables globales
    global datos_anio
    global datos_mes
    global datos_velocidad
    global media
    global desvia_est
    global datos
    global datos_total
    global tabla

    global datos_VientoMensual
    global datos_men_mes
    global datos_men_a1
    global datos_men_a2
    global datos_men_a3
    global datos_men_a4
    global datos_men_mm

    global datos_VientoDiario
    global datos_dia_a1
    global datos_dia_a2
    global datos_dia_a3
    global datos_dia_a4
    global datos_dia_to

    global x
    global p

```



```

global y
global y2

%importar datos de Excel hoja1
datos = readtable("Datos_Velocidad_Viento.xlsx","Sheet","Hoja1");
app.UITable.Data = datos;
datos_anio = datos.a;
datos_mes = datos.m;
datos_total = datos.t;
datos_velocidad = round(datos.v,2);

%importar datos de excel Viento Mensual
datos_VientoMensual =
readtable("Datos_Velocidad_Viento.xlsx","Sheet","VientoMensual");
datos_men_mes = datos_VientoMensual.mes;
datos_men_a1 = datos_VientoMensual.a1;
datos_men_a2 = datos_VientoMensual.a2;
datos_men_a3 = datos_VientoMensual.a3;
datos_men_a4 = datos_VientoMensual.a4;
datos_men_mm = datos_VientoMensual.mm;
mat_mes = [datos_men_a1; datos_men_a2; datos_men_a3;
datos_men_a4;];
valor_a = (1:12);
dias = [valor_a'; valor_a'; valor_a'; valor_a';valor_a'];

%importar datos de excel VientoDiario
datos_VientoDiario =
readtable("Datos_Velocidad_Viento.xlsx","Sheet","VientoDiario");
datos_dia_a1 = datos_VientoDiario.a1;
datos_dia_a2 = datos_VientoDiario.a2;
datos_dia_a3 = datos_VientoDiario.a3;
datos_dia_a4 = datos_VientoDiario.a4;
datos_dia_to = datos_VientoDiario.to;
datos_mes_m = datos_VientoDiario.m;
plot(app.UIAxes_2,datos_mes_m,'LineWidth',2)
app.UIAxes_2.XLim = [1 365]
app.UIAxes_2.YLim = [1.1 25]

%estadísticas de los datos
mediana = median(datos_dia_to);
app.MedianaEditField.Value = round(mediana,2);
desvia_est = std(datos_dia_to);
app.DesviacinEstandarEditField.Value = round(desvia_est,2);
media = mean(datos_dia_to);
app.MediaEditField.Value = round(media,2);
moda = mode(datos_dia_to);
app.ModaEditField.Value = round(moda,2);
maximo = max(datos_dia_to);
app.MximoEditField.Value = round(maximo,2);
minimo = min(datos_dia_to);
app.MnimoEditField.Value = round(minimo,2);
rango = range(datos_dia_to);
app.RangoEditField.Value = round(rango,2);

```



```

varianza = var(datos_dia_to);
app.VarianzaEditField.Value = round(varianza,2);
ordenar = sort(datos_dia_to);
tabla = tabulate(ordenar);
app.UITable_2.Data = tabla;
x = sort(datos_dia_to);
y = normpdf(x,media,desvia_est);
histfit(app.UIAxes_4,datos_dia_to)

%histogram(datos_dia_to)
normplot(app.UIAxes_3,datos_dia_to)

%Grafica del viento Mensual
plot((app.UIAxes),datos_men_mes,datos_men_a1, ...
      datos_men_mes,datos_men_a2,datos_men_mes, ...
      datos_men_a3, datos_men_mes,datos_men_a4, ...
      datos_men_mes, datos_men_mm, 'LineWidth',2)
app.UIAxes.XLim = [1 12]
app.UIAxes.YLim = [1 15]
end

% Button pushed function: AmpliarGrficaButton_3
function AmpliarGrficaButton_3Pushed(app, event)
    global datos_dia_to
    normplot(datos_dia_to)
    title ('Probabilidad normal','FontSize',18)
    lgd = legend('Distribución teórica','', 'Primer y tercer cuartil')
    lgd.FontSize = 14
    xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
    ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
end

% Button pushed function: AmpliarGrficaButton_4
function AmpliarGrficaButton_4Pushed(app, event)
    global datos_dia_to
    histfit(datos_dia_to)
    title ('Ajuste de distribución normal','FontSize',18)
    xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: AmpliarGrficaButton
function AmpliarGrficaButtonPushed(app, event)
    global datos_men_mes
    global datos_men_a1
    global datos_men_a2
    global datos_men_a3
    global datos_men_a4
    global datos_men_mm
    plot(datos_men_mes,datos_men_a1, ...
          datos_men_mes,datos_men_a2,datos_men_mes, ...
          datos_men_a3, datos_men_mes,datos_men_a4, ...
          datos_men_mes, datos_men_mm, 'LineWidth',2)

```



```

xlim([1 12])
ylim([1 15])
title('Velocidad mensual','FontSize',18)
xlabel('Meses','FontSize',18)
ylabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
lgd = legend('Q2021','Q2022','Q2023','Q2024','Qmed')
lgd.FontSize = 14
hold off
end

% Button pushed function: AmpliarGrficaButton_2
function AmpliarGrficaButton_2Pushed(app, event)
    global datos_dia_a1
    global datos_dia_a2
    global datos_dia_a3
    global datos_dia_a4
    global datos_dia_m
    plot(datos_dia_a1,'LineWidth',1.5)
    hold on
    plot(datos_dia_a2,'LineWidth',1.5)
    hold on
    plot(datos_dia_a3,'LineWidth',1.5)
    hold on
    plot(datos_dia_a4,'LineWidth',1.5)
    hold on
    plot(datos_dia_m,'LineWidth',1.5)
    xlim([0 365])
    ylim([1.1 25])
    xlabel('Días')
    ylabel('Velocidad (m/s)')
    legend('Q2021','Q2022','Q2023','Q2024','Qmed')
    hold off
end

% Button pushed function: INICIARButton_2
function INICIARButton_2Pushed(app, event)
    %Variables globales
    global Data_enero
    global Data_febrero
    global Data_marzo
    global Data_abril
    global Data_mayo
    global Data_junio
    global Data_julio
    global Data_agosto
    global Data_septiembre
    global Data_octubre
    global Data_noviembre
    global Data_diciembre

    global Data_enero1
    global Data_febrero1
    global Data_marzo1

```



global Data_abril1
global Data_mayo1
global Data_junio1
global Data_julio1
global Data_agosto1
global Data_septiembre1
global Data_octubre1
global Data_noviembre1
global Data_diciembre1

global Data_enero2
global Data_febrero2
global Data_marzo2
global Data_abril2
global Data_mayo2
global Data_junio2
global Data_julio2
global Data_agosto2
global Data_septiembre2
global Data_octubre2
global Data_noviembre2
global Data_diciembre2

global Data_enero3
global Data_febrero3
global Data_marzo3
global Data_abril3
global Data_mayo3
global Data_junio3
global Data_julio3
global Data_agosto3
global Data_septiembre3
global Data_octubre3
global Data_noviembre3
global Data_diciembre3

global Data_enero4
global Data_febrero4
global Data_marzo4
global Data_abril4
global Data_mayo4
global Data_junio4
global Data_julio4
global Data_agosto4
global Data_septiembre4
global Data_octubre4
global Data_noviembre4
global Data_diciembre4

global anio1
global anio2
global anio3
global anio4



```

global anio5
global prom_pt

global resultado
global resultado1
global resultado2
global resultado3
global resultado4

global resultado0
global resultado11
global resultado22
global resultado33
global resultado44
global viento_fin

datos =
readtable('Datos_Velocidad_Viento.xlsx','Sheet','VientoMensual');
cambio = table2array(datos);

maximo_enero = max(cambio(1,2:5));
maximo_febrero = max(cambio(2,2:5));
maximo_marzo = max(cambio(3,2:5));
maximo_abril = max(cambio(4,2:5));
maximo_mayo = max(cambio(5,2:5));
maximo_junio = max(cambio(6,2:5));
maximo_julio = max(cambio(7,2:5));
maximo_agosto = max(cambio(8,2:5));
maximo_septiembre = max(cambio(9,2:5));
maximo_octubre = max(cambio(10,2:5));
maximo_noviembre = max(cambio(11,2:5));
maximo_diciembre = max(cambio(12,2:5));

minimo_enero = min(cambio(1,2:5));
minimo_febrero = min(cambio(2,2:5));
minimo_marzo = min(cambio(3,2:5));
minimo_abril = min(cambio(4,2:5));
minimo_mayo = min(cambio(5,2:5));
minimo_junio = min(cambio(6,2:5));
minimo_julio = min(cambio(7,2:5));
minimo_agosto = min(cambio(8,2:5));
minimo_septiembre = min(cambio(9,2:5));
minimo_octubre = min(cambio(10,2:5));
minimo_noviembre = min(cambio(11,2:5));
minimo_diciembre = min(cambio(12,2:5));

media_enero = mean(cambio(1,2:5));
media_febrero = mean(cambio(2,2:5));
media_marzo = mean(cambio(3,2:5));
media_abril = mean(cambio(4,2:5));
media_mayo = mean(cambio(5,2:5));
media_junio = mean(cambio(6,2:5));
media_julio = mean(cambio(7,2:5));

```



```

media_agosto = mean(cambio(8,2:5));
media_septiembre = mean(cambio(9,2:5));
media_octubre = mean(cambio(10,2:5));
media_noviembre = mean(cambio(11,2:5));
media_diciembre = mean(cambio(12,2:5));

desviacion_enero = std(cambio(1,2:5))
desviacion_febrero =std(cambio(2,2:5))
desviacion_marzo = std(cambio(3,2:5))
desviacion_abril = std(cambio(4,2:5))
desviacion_mayo = std(cambio(5,2:5))
desviacion_junio = std(cambio(6,2:5))
desviacion_julio = std(cambio(7,2:5))
desviacion_agosto = std(cambio(8,2:5))
desviacion_septiembre =std(cambio(9,2:5))
desviacion_octubre = std(cambio(10,2:5))
desviacion_noviembre = std(cambio(11,2:5))
desviacion_diciembre = std(cambio(12,2:5))

std_enero = mean(cambio(1,7:10));
std_febrero = mean(cambio(2,7:10));
std_marzo = mean(cambio(3,7:10));
std_abril = mean(cambio(4,7:10));
std_mayo = mean(cambio(5,7:10));
std_junio = mean(cambio(6,7:10));
std_julio = mean(cambio(7,7:10));
std_agosto = mean(cambio(8,7:10));
std_septiembre = mean(cambio(9,7:10));
std_octubre = mean(cambio(10,7:10));
std_noviembre = mean(cambio(11,7:10));
std_diciembre = mean(cambio(12,7:10));

a1 = minimo_enero;
b1 = maximo_enero;
mes1 = (b1-a1).*rand(5,1) + a1;

a2 = minimo_febrero;
b2 = maximo_febrero;
mes2 = (b2-a2).*rand(5,1) + a2;

a3 = minimo_marzo;
b3 = maximo_marzo;
mes3 = (b3-a3).*rand(5,1) + a3;

a4 = minimo_abril;
b4 = maximo_abril;
mes4 = (b4-a4).*rand(5,1) + a4;

a5 = minimo_mayo;
b5 = maximo_mayo;
mes5 = (b5-a5).*rand(5,1) + a5;

a6 = minimo_junio;

```



```

b6 = maximo_junio;
mes6 = (b6-a6).*rand(5,1) + a6;

a7 = minimo_julio;
b7 = maximo_julio;
mes7 = (b7-a7).*rand(5,1) + a7;

a8 = minimo_agosto;
b8 = maximo_agosto;
mes8 = (b8-a8).*rand(5,1) + a8;

a9 = minimo_septiembre;
b9 = maximo_septiembre;
mes9 = (b9-a9).*rand(5,1) + a9;

a10 = minimo_septiembre;
b10 = maximo_septiembre;
mes10 = (b10-a10).*rand(5,1) + a10;

a11 = minimo_septiembre;
b11 = maximo_septiembre;
mes11 = (b11-a11).*rand(5,1) + a11;

a12 = minimo_septiembre;
b12 = maximo_septiembre;
mes12 = (b12-a12).*rand(5,1) + a12;

%Generación de vientos aleatorios
Data_enero =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes1(1,1),desviacion_enero),2);
Data_febrero =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes2(1,1),desviacion_febrero),2);
Data_marzo =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes3(1,1),desviacion_marzo),2);
Data_abril =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes4(1,1),desviacion_abril),2);
Data_mayo =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes5(1,1),desviacion_mayo),2);
Data_junio =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes6(1,1),desviacion_junio),2);
Data_julio =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes7(1,1),desviacion_julio),2);
Data_agosto =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes8(1,1),desviacion_agosto),2);
Data_septiembre =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes9(1,1),desviacion_septiembre),2);
Data_octubre =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes10(1,1),desviacion_octubre),2);
Data_noviembre =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes11(1,1),desviacion_noviembre),2);
Data_diciembre =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes12(1,1),desviacion_diciembre),2);

```




```

Data_enero1 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes1(2,1),desviacion_enero),2);
Data_febrero1 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes2(2,1),desviacion_febrero),2);
Data_marzo1 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes3(2,1),desviacion_marzo),2);
Data_abril1 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes4(2,1),desviacion_abril),2);
Data_mayo1 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes5(2,1),desviacion_mayo),2);
Data_junio1 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes6(2,1),desviacion_junio),2);
Data_julio1 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes7(2,1),desviacion_julio),2);
Data_agosto1 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes8(2,1),desviacion_agosto),2);
Data_septiembre1 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes9(2,1),desviacion_septiembre),2);
Data_octubre1 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes10(2,1),desviacion_octubre),2);
Data_noviembre1 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes11(2,1),desviacion_noviembre),2);
Data_diciembre1 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes12(2,1),desviacion_diciembre),2);

Data_enero2 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes1(3,1),desviacion_enero),2);
Data_febrero2 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes2(3,1),desviacion_febrero),2);
Data_marzo2 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes3(3,1),desviacion_marzo),2);
Data_abril2 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes4(3,1),desviacion_abril),2);
Data_mayo2 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes5(3,1),desviacion_mayo),2);
Data_junio2 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes6(3,1),desviacion_junio),2);
Data_julio2 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes7(3,1),desviacion_julio),2);
Data_agosto2 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes8(3,1),desviacion_agosto),2);
Data_septiembre2 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes9(3,1),desviacion_septiembre),2);
Data_octubre2 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes10(3,1),desviacion_octubre),2);
Data_noviembre2 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes11(3,1),desviacion_noviembre),2);
Data_diciembre2 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes12(3,1),desviacion_diciembre),2);

Data_enero3 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes1(4,1),desviacion_enero),2);

```



```

Data_febrero3 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes2(4,1),desviacion_febrero),2);
Data_marzo3 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes3(4,1),desviacion_marzo),2);
Data_abril3 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes4(4,1),desviacion_abril),2);
Data_mayo3 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes5(4,1),desviacion_mayo),2);
Data_junio3 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes6(4,1),desviacion_junio),2);
Data_julio3 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes7(4,1),desviacion_julio),2);
Data_agosto3 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes8(4,1),desviacion_agosto),2);
Data_septiembre3 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes9(4,1),desviacion_septiembre),2);
Data_octubre3 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes10(4,1),desviacion_octubre),2);
Data_noviembre3 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes11(4,1),desviacion_noviembre),2);
Data_diciembre3 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes12(4,1),desviacion_diciembre),2);

Data_enero4 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes1(5,1),desviacion_enero),2);
Data_febrero4 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes2(5,1),desviacion_febrero),2);
Data_marzo4 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes3(5,1),desviacion_marzo),2);
Data_abril4 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes4(5,1),desviacion_abril),2);
Data_mayo4 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes5(5,1),desviacion_mayo),2);
Data_junio4 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes6(5,1),desviacion_junio),2);
Data_julio4 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes7(5,1),desviacion_julio),2);
Data_agosto4 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes8(5,1),desviacion_agosto),2);
Data_septiembre4 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes9(5,1),desviacion_septiembre),2);
Data_octubre4 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes10(5,1),desviacion_octubre),2);
Data_noviembre4 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes11(5,1),desviacion_noviembre),2);
Data_diciembre4 =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes12(5,1),desviacion_diciembre),2);

%generación de matrices acumuladas
resultado = [Data_enero Data_febrero Data_marzo Data_abril ...
             Data_mayo Data_junio Data_julio Data_agosto Data_septiembre
             ...
             Data_octubre Data_noviembre Data_diciembre];

```



```

resultado1 = [Data_enero1 Data_febrero1 Data_marzo1 Data_abril1
...
Data_mayo1 Data_junio1 Data_julio1 Data_agosto1
Data_septiembre1 ...
Data_octubre1 Data_noviembre1 Data_diciembre1];
resultado2 = [Data_enero2 Data_febrero2 Data_marzo2 Data_abril2
...
Data_mayo2 Data_junio2 Data_julio2 Data_agosto2
Data_septiembre2 ...
Data_octubre2 Data_noviembre2 Data_diciembre2];
resultado3 = [Data_enero3 Data_febrero3 Data_marzo3 Data_abril3
...
Data_mayo3 Data_junio3 Data_julio3 Data_agosto3
Data_septiembre3 ...
Data_octubre3 Data_noviembre3 Data_diciembre3];
resultado4 = [Data_enero4 Data_febrero4 Data_marzo4 Data_abril4
...
Data_mayo4 Data_junio4 Data_julio4 Data_agosto4
Data_septiembre4 ...
Data_octubre4 Data_noviembre4 Data_diciembre4];
resultado0 = [Data_enero; Data_febrero; Data_marzo; Data_abril;
...
Data_mayo; Data_junio; Data_julio; Data_agosto;
Data_septiembre; ...
Data_octubre; Data_noviembre; Data_diciembre];
resultado11 = [Data_enero1; Data_febrero1; Data_marzo1;
Data_abril1; ...
Data_mayo1; Data_junio1; Data_julio1; Data_agosto1;
Data_septiembre1; ...
Data_octubre1; Data_noviembre1; Data_diciembre1];
resultado22 = [Data_enero2; Data_febrero2; Data_marzo2;
Data_abril2; ...
Data_mayo2; Data_junio2; Data_julio2; Data_agosto2;
Data_septiembre2; ...
Data_octubre2; Data_noviembre2; Data_diciembre2];
resultado33 = [Data_enero3; Data_febrero3; Data_marzo3;
Data_abril3; ...
Data_mayo3; Data_junio3; Data_julio3; Data_agosto3;
Data_septiembre3; ...
Data_octubre3; Data_noviembre3; Data_diciembre3];
resultado44 = [Data_enero4; Data_febrero4; Data_marzo4;
Data_abril4; ...
Data_mayo4; Data_junio4; Data_julio4; Data_agosto4;
Data_septiembre4; ...
Data_octubre4; Data_noviembre4; Data_diciembre4];

app.UITable_4.Data = resultado;
tot_resultado = [resultado0; resultado11; resultado22; ...
resultado33; resultado44];
or_tot = sort(tot_resultado);
viento_ele = or_tot(50000:60000,1);
viento_fin =mean(viento_ele)

```



```

entre2 =
numel(resultado11(and(resultado11>=0.7,resultado11<=2)));
menor2 = numel(resultado11(resultado11<0.7));
mayor2 = numel(resultado11(resultado11>2));
porc_entre2 = (entre2/12000)*100;
porc_menor2 = (menor2/12000)*100;
porc_mayor2 = (mayor2/12000)*100;
porc_t2 = [porc_entre2 porc_menor2 porc_mayor2];

entre3 =
numel(resultado22(and(resultado22>=0.7,resultado22<=2)));
menor3 = numel(resultado22(resultado22<0.7));
mayor3 = numel(resultado22(resultado22>2));
porc_entre3 = (entre3/12000)*100;
porc_menor3 = (menor3/12000)*100;
porc_mayor3 = (mayor3/12000)*100;
porc_t3 = [porc_entre3 porc_menor3 porc_mayor3];

entre4 =
numel(resultado33(and(resultado33>=0.7,resultado33<=2)));
menor4 = numel(resultado33(resultado33<0.7));
mayor4 = numel(resultado33(resultado33>2));
porc_entre4 = (entre4/12000)*100;
porc_menor4 = (menor4/12000)*100;
porc_mayor4 = (mayor4/12000)*100;
porc_t4 = [porc_entre4 porc_menor4 porc_mayor4];

entre5 =
numel(resultado44(and(resultado44>=0.7,resultado44<=2)));
menor5 = numel(resultado44(resultado44<0.7));
mayor5 = numel(resultado44(resultado44>2));
porc_entre5 = (entre5/12000)*100;
porc_menor5 = (menor5/12000)*100;
porc_mayor5 = (mayor5/12000)*100;
porc_t5 = [porc_entre5 porc_menor5 porc_mayor5];

mediana_a1 = median(resultado0);
app.MedianaEditField_2.Value = mediana_a1;
desvia_est_a1 = std(resultado0);
app.DesviacinEstandarEditField_2.Value = desvia_est_a1;
media_a1 = mean(resultado0);
app.MediaEditField_2.Value = media_a1;
moda_a1 = mode(resultado0);
app.ModaEditField_2.Value = moda_a1;
maximo_a1 = max(resultado0);
minimo_a1 = min(resultado0);
rango_a1 = range(resultado0);
app.RangoEditField_2.Value = rango_a1;
varianza_a1 = var(resultado0);
app.VarianzaEditField_2.Value = varianza_a1;

ordenar_a1 = sort(resultado0);
tabla1 = tabulate(ordenar_a1);

```



```

app.UITable_3.Data = tabla1;

y_a1 = normpdf(ordenar_a1,media_a1,desvia_est_a1);
plot((app.UIAxes2_2),ordenar_a1, y_a1)

pd = makedist('Normal','mu',media_a1,'sigma',desvia_est_a1);
p = cdf(pd,ordenar_a1);
plot((app.UIAxes2_4),ordenar_a1,p)

prob = linspace(0, 0.999, length(ordenar_a1));
y_a11 = icdf('Normal',prob,media_a1,desvia_est_a1);
plot((app.UIAxes2_6),prob,y_a11)

prom_simu_e = round(mean(Data_enero),2);
prom_simu_f = round(mean(Data_febrero),2);
prom_simu_m = round(mean(Data_marzo),2);
prom_simu_ab = round(mean(Data_abril),2);
prom_simu_my = round(mean(Data_mayo),2);
prom_simu_j = round(mean(Data_junio),2);
prom_simu_jl = round(mean(Data_julio),2);
prom_simu_a = round(mean(Data_agosto),2);
prom_simu_s = round(mean(Data_septiembre),2);
prom_simu_o = round(mean(Data_octubre),2);
prom_simu_n = round(mean(Data_noviembre),2);
prom_simu_d = round(mean(Data_diciembre),2);

prom_simu_e1 = round(mean(Data_enero1),2);
prom_simu_f1 = round(mean(Data_febrero1),2);
prom_simu_m1 = round(mean(Data_marzo1),2);
prom_simu_ab1 = round(mean(Data_abril1),2);
prom_simu_my1 = round(mean(Data_mayo1),2);
prom_simu_j1 = round(mean(Data_junio1),2);
prom_simu_jl1 = round(mean(Data_julio1),2);
prom_simu_a1 = round(mean(Data_agosto1),2);
prom_simu_s1 = round(mean(Data_septiembre1),2);
prom_simu_o1 = round(mean(Data_octubre1),2);
prom_simu_n1 = round(mean(Data_noviembre1),2);
prom_simu_d1 = round(mean(Data_diciembre1),2);

prom_simu_e2 = round(mean(Data_enero2),2);
prom_simu_f2 = round(mean(Data_febrero2),2);
prom_simu_m2 = round(mean(Data_marzo2),2);
prom_simu_ab2 = round(mean(Data_abril2),2);
prom_simu_my2 = round(mean(Data_mayo2),2);
prom_simu_j2 = round(mean(Data_junio2),2);
prom_simu_jl2 = round(mean(Data_julio2),2);
prom_simu_a2 = round(mean(Data_agosto2),2);
prom_simu_s2 = round(mean(Data_septiembre2),2);
prom_simu_o2 = round(mean(Data_octubre2),2);
prom_simu_n2 = round(mean(Data_noviembre2),2);
prom_simu_d2 = round(mean(Data_diciembre2),2);

prom_simu_e3 = round(mean(Data_enero3),2);

```



```

prom_simu_f3 = round(mean(Data_febrero3),2);
prom_simu_m3 = round(mean(Data_marzo3),2);
prom_simu_ab3 = round(mean(Data_abril3),2);
prom_simu_my3 = round(mean(Data_mayo3),2);
prom_simu_j3 = round(mean(Data_junio3),2);
prom_simu_jl3 = round(mean(Data_julio3),2);
prom_simu_a3 = round(mean(Data_agosto3),2);
prom_simu_s3 = round(mean(Data_septiembre3),2);
prom_simu_o3 = round(mean(Data_octubre3),2);
prom_simu_n3 = round(mean(Data_noviembre3),2);
prom_simu_d3 = round(mean(Data_diciembre3),2);

prom_simu_e4 = round(mean(Data_enero4),2);
prom_simu_f4 = round(mean(Data_febrero4),2);
prom_simu_m4 = round(mean(Data_marzo4),2);
prom_simu_ab4 = round(mean(Data_abril4),2);
prom_simu_my4 = round(mean(Data_mayo4),2);
prom_simu_j4 = round(mean(Data_junio4),2);
prom_simu_jl4 = round(mean(Data_julio4),2);
prom_simu_a4 = round(mean(Data_agosto4),2);
prom_simu_s4 = round(mean(Data_septiembre4),2);
prom_simu_o4 = round(mean(Data_octubre4),2);
prom_simu_n4 = round(mean(Data_noviembre4),2);
prom_simu_d4 = round(mean(Data_diciembre4),2);

pro_meses = [prom_simu_e prom_simu_f prom_simu_m prom_simu_ab ...
             prom_simu_my prom_simu_j prom_simu_jl prom_simu_a prom_simu_s
...
             prom_simu_o prom_simu_n prom_simu_d; ...
             prom_simu_e1 prom_simu_f1 prom_simu_m1 prom_simu_ab1 ...
             prom_simu_my1 prom_simu_j1 prom_simu_jl1 prom_simu_a1
prom_simu_s1 ...
             prom_simu_o1 prom_simu_n1 prom_simu_d1; ...
             prom_simu_e2 prom_simu_f2 prom_simu_m2 prom_simu_ab2 ...
             prom_simu_my2 prom_simu_j2 prom_simu_jl2 prom_simu_a2
prom_simu_s2 ...
             prom_simu_o2 prom_simu_n2 prom_simu_d2; ...
             prom_simu_e3 prom_simu_f3 prom_simu_m3 prom_simu_ab3 ...
             prom_simu_my3 prom_simu_j3 prom_simu_jl3 prom_simu_a3
prom_simu_s3 ...
             prom_simu_o3 prom_simu_n3 prom_simu_d3; ...
             prom_simu_e4 prom_simu_f4 prom_simu_m4 prom_simu_ab4 ...
             prom_simu_my4 prom_simu_j4 prom_simu_jl4 prom_simu_a4
prom_simu_s4 ...
             prom_simu_o4 prom_simu_n4 prom_simu_d4];
app.UITable_5.Data = pro_meses;

A=1:1000;
ejex=A';

plot(app.UIAxes2,resultado0)

anio1 = [prom_simu_e prom_simu_f prom_simu_m prom_simu_ab ...

```



```

prom_simu_my prom_simu_j prom_simu_jl prom_simu_a prom_simu_s
...
prom_simu_o prom_simu_n prom_simu_d];
anio2 = [prom_simu_e1 prom_simu_f1 prom_simu_m1 prom_simu_ab1 ...
prom_simu_my1 prom_simu_j1 prom_simu_jl1 prom_simu_a1
prom_simu_s1 ...
prom_simu_o1 prom_simu_n1 prom_simu_d1];
anio3 = [prom_simu_e2 prom_simu_f2 prom_simu_m2 prom_simu_ab2 ...
prom_simu_my2 prom_simu_j2 prom_simu_jl2 prom_simu_a2
prom_simu_s2 ...
prom_simu_o2 prom_simu_n2 prom_simu_d2];
anio4 = [prom_simu_e3 prom_simu_f3 prom_simu_m3 prom_simu_ab3 ...
prom_simu_my3 prom_simu_j3 prom_simu_jl3 prom_simu_a3
prom_simu_s3 ...
prom_simu_o3 prom_simu_n3 prom_simu_d3];
anio5 = [prom_simu_e4 prom_simu_f4 prom_simu_m4 prom_simu_ab4 ...
prom_simu_my4 prom_simu_j4 prom_simu_jl4 prom_simu_a4
prom_simu_s4 ...
prom_simu_o4 prom_simu_n4 prom_simu_d4];

anio1_t = anio1';
anio2_t = anio2';
anio3_t = anio3';
anio4_t = anio4';
anio5_t = anio5';

B1 = 1:12;
Ejex1 = B1';
plot((app.UIAxes2_3),Ejex1,anio1,Ejex1,anio2,Ejex1,anio3, ...
Ejex1,anio4,Ejex1,anio5)

histogram(app.UIAxes2_5,resultado0)

p1 = mean(anio1_t);
p2 = mean(anio2_t);
p3 = mean(anio3_t);
p4 = mean(anio4_t);
p5 = mean(anio5_t);
v_pt = [p1 p2 p3 p4 p5];
v_ptt = v_pt';
prom_pt =mean(v_ptt);
%app.EditField.Value = viento_fin;
end

% Button pushed function: Ao1Button
function Ao1ButtonPushed(app, event)
    global resultado0
    plot(resultado0)
    title ('Viento simulado año 1','FontSize',18)
    xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
    ylabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
end

```




```
% Button pushed function: Ao2Button
function Ao2ButtonPushed(app, event)
    global resultado11
    plot(resultado11)
    title ('Viento simulado año 2','FontSize',18)
    xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
    ylabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao3Button
function Ao3ButtonPushed(app, event)
    global resultado22
    plot(resultado22)
    title ('Viento simulado año 3','FontSize',18)
    xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
    ylabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao4Button
function Ao4ButtonPushed(app, event)
    global resultado33
    plot(resultado33)
    title ('Viento simulado año 4','FontSize',18)
    xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
    ylabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao5Button
function Ao5ButtonPushed(app, event)
    global resultado44
    plot(resultado44)
    title ('Viento simulado año 5','FontSize',18)
    xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
    ylabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao1Button_5
function Ao1Button_5Pushed(app, event)
    global resultado0
    histogram(resultado0)
    title ('Histograma año 1','FontSize',18)
    xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao2Button_5
function Ao2Button_5Pushed(app, event)
    global resultado11
    histogram(resultado11)
    title ('Histograma año 2','FontSize',18)
    xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end
```




```
% Button pushed function: Ao3Button_5
function Ao3Button_5Pushed(app, event)
    global resultado22
    histogram(resultado22)
    title ('Histograma año 3','FontSize',18)
    xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao4Button_5
function Ao4Button_5Pushed(app, event)
    global resultado33
    histogram(resultado33)
    title ('Histograma año 4','FontSize',18)
    xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao5Button_5
function Ao5Button_5Pushed(app, event)
    global resultado44
    histogram(resultado44)
    title ('Histograma año 5','FontSize',18)
    xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: AmpliarGrficaButton_5
function AmpliarGrficaButton_5Pushed(app, event)
    global anio1
    global anio2
    global anio3
    global anio4
    global anio5

    B = 1:12;
    Ejex = B';

    plot(Ejex,anio1,'r')
    hold on;
    plot(Ejex,anio2,'g')
    hold on;
    plot(Ejex,anio3,'b')
    hold on;
    plot(Ejex,anio4)
    hold on
    plot(Ejex,anio5)
    legend('año 1','año 2', 'año 3', 'año 4')
    hold off

    title ('Velocidad del viento Aleatorio')
    xlabel('mes')
```



```

ylabel('Velocidad (m/s)')
end

% Button pushed function: Ao1Button_7
function Ao1Button_7Pushed(app, event)
    global resultado
    global resultado0
    global ordenar_a1
    global y11
    global p1
    global y_a1

    app.UITable_4.Data = resultado;

    mediana_a1 = median(resultado0);
    app.MedianaEditField_2.Value = mediana_a1;

    desvia_est_a1 = std(resultado0);
    app.DesviacinEstandarEditField_2.Value = desvia_est_a1;

    media_a1 = mean(resultado0);
    app.MediaEditField_2.Value = media_a1;

    moda_a1 = mode(resultado0);
    app.ModaEditField_2.Value = moda_a1;

    maximo_a1 = max(resultado0);

    minimo_a1 = min(resultado0);

    rango_a1 = range(resultado0);
    app.RangoEditField_2.Value = rango_a1;

    varianza_a1 = var(resultado0);
    app.VarianzaEditField_2.Value = varianza_a1;

    ordenar_a1 = sort(resultado0);
    tabla1 = tabulate(ordenar_a1);
    app.UITable_3.Data = tabla1;

    y_a1 = normpdf(ordenar_a1,media_a1,desvia_est_a1);
    plot((app.UIAxes2_2),ordenar_a1, y_a1)

    pd = makedist('Normal','mu',media_a1,'sigma',desvia_est_a1);
    p1 = cdf(pd,ordenar_a1);
    plot((app.UIAxes2_4),ordenar_a1,p1)

    prob = linspace(0, 0.999, length(ordenar_a1));
    y11 = icdf('Normal',prob,media_a1,desvia_est_a1);
    plot((app.UIAxes2_6),prob,y11)

    plot(app.UIAxes2,resultado0)

```



```

        histogram(app.UIAxes2_5,resultado0)
    end

    % Button pushed function: Ao2Button_7
    function Ao2Button_7Pushed(app, event)
        global resultado1
        global resultado11
        global ordenar_a2
        global y_a2
        global y22
        global p2

        app.UITable_4.Data = resultado1;

        mediana_a2 = median(resultado11);
        app.MedianaEditField_2.Value = mediana_a2;

        desvia_est_a2 = std(resultado11);
        app.DesviacinEstandarEditField_2.Value = desvia_est_a2;

        media_a2 = mean(resultado11);
        app.MediaEditField_2.Value = media_a2;

        moda_a2 = mode(resultado11);
        app.ModaEditField_2.Value = moda_a2;

        maximo_a2 = max(resultado11);

        minimo_a2 = min(resultado11);

        rango_a2 = range(resultado11);
        app.RangoEditField_2.Value = rango_a2;

        varianza_a2 = var(resultado11);
        app.VarianzaEditField_2.Value = varianza_a2;

        ordenar_a2 = sort(resultado11);
        tabla2 = tabulate(ordenar_a2);
        app.UITable_3.Data = tabla2;

        y_a2 = normpdf(ordenar_a2,media_a2,desvia_est_a2);
        plot((app.UIAxes2_2),ordenar_a2, y_a2)

        pd = makedist('Normal','mu',media_a2,'sigma',desvia_est_a2);
        p2 = cdf(pd,ordenar_a2);
        plot((app.UIAxes2_4),ordenar_a2,p2)

        prob = linspace(0, 0.999, length(ordenar_a2));
        y22 = icdf('Normal',prob,media_a2,desvia_est_a2);
        plot((app.UIAxes2_6),prob,y22)

        plot(app.UIAxes2,resultado11)
    end

```



```

        histogram(app.UIAxes2_5,resultado11)
    end

    % Button pushed function: Ao3Button_7
    function Ao3Button_7Pushed(app, event)
        global resultado2
        global resultado22
        global ordenar_a3
        global y_a3
        global y33
        global p3

        app.UITable_4.Data = resultado2;

        mediana_a3 = median(resultado22);
        app.MedianaEditField_2.Value = mediana_a3;

        desvia_est_a3 = std(resultado22);
        app.DesviacinEstandarEditField_2.Value = desvia_est_a3;

        media_a3 = mean(resultado22);
        app.MediaEditField_2.Value = media_a3;

        moda_a3 = mode(resultado22);
        app.ModaEditField_2.Value = moda_a3;

        maximo_a3 = max(resultado22);

        minimo_a3 = min(resultado22);

        rango_a3 = range(resultado22);
        app.RangoEditField_2.Value = rango_a3;

        varianza_a3 = var(resultado22);
        app.VarianzaEditField_2.Value = varianza_a3;

        ordenar_a3 = sort(resultado22);
        tabla3 = tabulate(ordenar_a3);
        app.UITable_3.Data = tabla3;

        y_a3 = normpdf(ordenar_a3,media_a3,desvia_est_a3);
        plot((app.UIAxes2_2),ordenar_a3, y_a3)

        pd = makedist('Normal','mu',media_a3,'sigma',desvia_est_a3);
        p3 = cdf(pd,ordenar_a3);
        plot((app.UIAxes2_4),ordenar_a3,p3)

        prob = linspace(0, 0.999, length(ordenar_a3));
        y33 = icdf('Normal',prob,media_a3,desvia_est_a3);
        plot((app.UIAxes2_6),prob,y33)

        plot(app.UIAxes2,resultado22)
    end

```



```

        histogram(app.UIAxes2_5,resultado22)
    end

    % Button pushed function: Ao4Button_7
    function Ao4Button_7Pushed(app, event)
        global resultado3
        global resultado33
        global ordenar_a4
        global y_a4
        global y44
        global p4

        app.UITable_4.Data = resultado3;

        mediana_a4 = median(resultado33);
        app.MedianaEditField_2.Value = mediana_a4;

        desvia_est_a4 = std(resultado33);
        app.DesviacinEstandarEditField_2.Value = desvia_est_a4;

        media_a4 = mean(resultado33);
        app.MediaEditField_2.Value = media_a4;

        moda_a4 = mode(resultado33);
        app.ModaEditField_2.Value = moda_a4;

        maximo_a4 = max(resultado33);

        minimo_a4 = min(resultado33);

        rango_a4 = range(resultado33);
        app.RangoEditField_2.Value = rango_a4;

        varianza_a4 = var(resultado33);
        app.VarianzaEditField_2.Value = varianza_a4;

        ordenar_a4 = sort(resultado33);
        tabla4 = tabulate(ordenar_a4);
        app.UITable_3.Data = tabla4;

        y_a4 = normpdf(ordenar_a4,media_a4,desvia_est_a4);
        plot((app.UIAxes2_2),ordenar_a4, y_a4)

        pd = makedist('Normal','mu',media_a4,'sigma',desvia_est_a4);
        p4 = cdf(pd,ordenar_a4);
        plot((app.UIAxes2_4),ordenar_a4,p4)

        prob = linspace(0, 0.999, length(ordenar_a4));
        y44 = icdf('Normal',prob,media_a4,desvia_est_a4);
        plot((app.UIAxes2_6),prob,y44)

        plot(app.UIAxes2,resultado33)
    end

```



```

    histogram(app.UIAxes2_5,resultado33)
end

% Button pushed function: Ao5Button_7
function Ao5Button_7Pushed(app, event)
    global resultado4
    global resultado44
    global ordenar_a5
    global y_a5
    global y55
    global p5

    app.UITable_4.Data = resultado4;

    mediana_a5 = median(resultado44);
    app.MedianaEditField_2.Value = mediana_a5;

    desvia_est_a5 = std(resultado44);
    app.DesviacinEstandarEditField_2.Value = desvia_est_a5;

    media_a5 = mean(resultado44);
    app.MediaEditField_2.Value = media_a5;

    moda_a5 = mode(resultado44);
    app.ModaEditField_2.Value = moda_a5;

    maximo_a5 = max(resultado44);

    minimo_a5 = min(resultado44);

    rango_a5 = range(resultado44);
    app.RangoEditField_2.Value = rango_a5;

    varianza_a5 = var(resultado44);
    app.VarianzaEditField_2.Value = varianza_a5;

    ordenar_a5 = sort(resultado44);
    tabla5 = tabulate(ordenar_a5);
    app.UITable_3.Data = tabla5;

    y_a5 = normpdf(ordenar_a5,media_a5,desvia_est_a5);
    plot((app.UIAxes2_2),ordenar_a5, y_a5)

    pd = makedist('Normal','mu',media_a5,'sigma',desvia_est_a5);
    p5 = cdf(pd,ordenar_a5);
    plot((app.UIAxes2_4),ordenar_a5,p5)

    prob = linspace(0, 0.999, length(ordenar_a5));
    y55 = icdf('Normal',prob,media_a5,desvia_est_a5);
    plot((app.UIAxes2_6),prob,y55)

    plot(app.UIAxes2,resultado44)

```



```

        histogram(app.UIAxes2_5,resultado44)
    end

    % Button pushed function: Ao1Button_2
    function Ao1Button_2Pushed(app, event)
        global ordenar_a1
        global y_a1
        plot(ordenar_a1, y_a1,'LineWidth',3)
        title ('PDF','FontSize',18)
        xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
        ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
    end

    % Button pushed function: Ao2Button_2
    function Ao2Button_2Pushed(app, event)
        global ordenar_a2
        global y_a2
        plot(ordenar_a2, y_a2,'LineWidth',3)
        title ('PDF','FontSize',18)
        xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
        ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
    end

    % Button pushed function: Ao3Button_2
    function Ao3Button_2Pushed(app, event)
        global ordenar_a3
        global y_a3
        plot(ordenar_a3, y_a3,'LineWidth',3)
        title ('PDF','FontSize',18)
        xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
        ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
    end

    % Button pushed function: Ao4Button_2
    function Ao4Button_2Pushed(app, event)
        global ordenar_a4
        global y_a4
        plot(ordenar_a4, y_a4,'LineWidth',3)
        title ('PDF','FontSize',18)
        xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
        ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
    end

    % Button pushed function: Ao5Button_2
    function Ao5Button_2Pushed(app, event)
        global ordenar_a5
        global y_a5
        plot(ordenar_a5, y_a5,'LineWidth',3)
        title ('PDF','FontSize',18)
        xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
        ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
    end

```



```
% Button pushed function: Ao1Button_4
function Ao1Button_4Pushed(app, event)
    global ordenar_a1
    global p1
    plot(ordenar_a1,p1,'LineWidth',3)
    title ('CDF','FontSize',18)
    xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
    ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao2Button_4
function Ao2Button_4Pushed(app, event)
    global ordenar_a2
    global p2
    plot(ordenar_a2,p2,'LineWidth',3)
    title ('CDF','FontSize',18)
    xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
    ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao3Button_4
function Ao3Button_4Pushed(app, event)
    global ordenar_a3
    global p3
    plot(ordenar_a3,p3,'LineWidth',3)
    title ('CDF','FontSize',18)
    xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
    ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao4Button_4
function Ao4Button_4Pushed(app, event)
    global ordenar_a4
    global p4
    plot(ordenar_a4,p4,'LineWidth',3)
    title ('CDF','FontSize',18)
    xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
    ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao5Button_4
function Ao5Button_4Pushed(app, event)
    global ordenar_a5
    global p5
    plot(ordenar_a5,p5,'LineWidth',3)
    title ('CDF','FontSize',18)
    xlabel('Velocidad (m/s)','FontSize',18)
    ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao1Button_6
function Ao1Button_6Pushed(app, event)
    global ordenar_a1
```




```

global y11
prob = linspace(0, 0.999, length(ordenar_a1));
plot(prob, y11, 'LineWidth', 3)
title ('ICDF', 'FontSize', 18)
xlabel('Generación de números aleatorios', 'FontSize', 18)
ylabel('Velocidad (m/s)', 'FontSize', 18)
end

% Button pushed function: Ao2Button_6
function Ao2Button_6Pushed(app, event)
    global ordenar_a2
    global y22
    prob = linspace(0, 0.999, length(ordenar_a2));
    plot(prob, y22, 'LineWidth', 3)
    title ('ICDF', 'FontSize', 18)
    xlabel('Generación de números aleatorios', 'FontSize', 18)
    ylabel('Velocidad (m/s)', 'FontSize', 18)
end

% Button pushed function: Ao3Button_6
function Ao3Button_6Pushed(app, event)
    global ordenar_a3
    global y33
    prob = linspace(0, 0.999, length(ordenar_a3));
    plot(prob, y33, 'LineWidth', 2)
    title ('ICDF', 'FontSize', 18)
    xlabel('Generación de números aleatorios', 'FontSize', 18)
    ylabel('Velocidad (m/s)', 'FontSize', 18)
end

% Button pushed function: Ao4Button_6
function Ao4Button_6Pushed(app, event)
    global ordenar_a4
    global y44
    prob = linspace(0, 0.999, length(ordenar_a4));
    plot(prob, y44, 'LineWidth', 3)
    title ('ICDF', 'FontSize', 18)
    xlabel('Generación de números aleatorios', 'FontSize', 18)
    ylabel('Velocidad (m/s)', 'FontSize', 18)
end

% Button pushed function: Ao5Button_6
function Ao5Button_6Pushed(app, event)
    global ordenar_a5
    global y55
    prob = linspace(0, 0.999, length(ordenar_a5));
    plot(prob, y55, 'LineWidth', 3)
    title ('ICDF', 'FontSize', 18)
    xlabel('Generación de números aleatorios', 'FontSize', 18)
    ylabel('Velocidad (m/s)', 'FontSize', 18)
end

% Button pushed function: CalcularButton

```



```

function CalcularButtonPushed(app, event)
    global viento_fin
    global Densidad
    global area
    global Pn
    global rugosidad
    global resultado0
    global resultado11
    global resultado22
    global resultado33
    global resultado44
    global velocidad0
    global velocidad1
    global velocidad2
    global velocidad3
    global velocidad4
    global rendimiento
    global lim
    masa = 0.02896351244; % masa del aire en [kg/m^3]
    Ri = 8.314472; % constante de los gases [pam^3/molK]
    T = app.TemperaturaCSpinner.Value + 273.15; %grados kelvin
    Pe = app.PresinatmosfricahPaEditField.Value * 100; % presion
atmosferica
    Densidad = (Pe * masa)/(Ri * T); %calculo densidad del aire

    %calculo de area de barrido
    d = app.DimetromEditField.Value; %diametro del rotor
    r = app.RadiodelrotorSpinner.Value; %radio del rotor
    if ~isempty(r) && r > 0
        area = pi * r^2;
    elseif ~isempty(d) && d > 0
        R = d / 2;
        area = pi * R^2;
    else
        error('Debe ingresar al menos el radio o el diámetro del
rotor. ');
    end

    %calculo de la velocidad del viento
    Z = app.AlturadelagndolamEditField.Value;
    a = rugosidad;
    velocidad0 = resultado0 * (Z/50).^ a;
    velocidad1 = resultado11 * (Z/50).^ a;
    velocidad2 = resultado22 * (Z/50).^ a;
    velocidad3 = resultado33 * (Z/50).^ a;
    velocidad4 = resultado44 * (Z/50).^ a;

    % calculo del rendimiento
    ef = app.EficienciadeturbinaSpinner.Value; %eficiencia de la
turbina
    N = app.NmerodeAerogeneradoresSpinner.Value;
    rendimiento = ef * N;

```



```

%potencia nominal

lim = N * Pn; % limite de potencia

disp(area);
disp(class(area));

end

% Button pushed function: INICIARButton_3
function INICIARButton_3Pushed(app, event)
    % Variables globales
    global velocidad0
    global velocidad1
    global velocidad2
    global velocidad3
    global velocidad4
    global Densidad
    global area
    global lim
    global rendimiento

    global tabla1
    global mx
    global results1

    global tabla2
    global mxd
    global results2

    global tabla3
    global mxt
    global results3

    global tabla4
    global mxc
    global results4

    global tabla5
    global mxcc
    global results5

    nt = 12000;
    n = 0; %
    mx = zeros(n+1,nt);
    for ii = 1:nt %Lee cada celda 120000
        v0 = velocidad0(ii); %Agrega valores de viento
        ax = zeros(1,n+1);
        for i =1:(n+1)
            potencia = (v0^3 * area * Densidad * rendimiento)/1000;
%Cálculo de potencia
            % Limitar la potencia máxima
            potencia = min(potencia, lim);

```



```

ax(i) = potencia;
end
mx(:,ii) = ax(:); %Crea una matriz de viento y potencia
end

ordenar1 = sort(round(mx,2));
tabla1 = tabulate(ordenar1);
app.UITable_6.Data = tabla1;
mediana_a1 = median(mx);
app.MedianaEditField_3.Value = mediana_a1;
desvia_est_a1 = std(mx);
app.DesviacinEstandarEditField_3.Value = desvia_est_a1;
media_a1 = mean(mx);
app.MediaEditField_3.Value = media_a1;
moda_a1 = mode(mx);
app.ModaEditField_3.Value = moda_a1;
maximo_a1 = max(mx);
minimo_a1 = min(mx);
rango_a1 = range(mx);
app.RangoEditField_3.Value = rango_a1;
varianza_a1 = var(mx);
app.VarianzaEditField_3.Value = varianza_a1;

%Media mensual del año 1
transmx = mx';
pro_1_a1 = mean(transmx(1:1000));
pro_2_a1 = mean(transmx(1000:2000));
pro_3_a1 = mean(transmx(2000:3000));
pro_4_a1 = mean(transmx(3000:4000));
pro_5_a1 = mean(transmx(4000:5000));
pro_6_a1 = mean(transmx(5000:6000));
pro_7_a1 = mean(transmx(6000:7000));
pro_8_a1 = mean(transmx(7000:8000));
pro_9_a1 = mean(transmx(8000:9000));
pro_10_a1 = mean(transmx(9000:10000));
pro_11_a1 = mean(transmx(10000:11000));
pro_12_a1 = mean(transmx(11000:12000));
pt_1 =[pro_1_a1;pro_2_a1;pro_3_a1;pro_4_a1;pro_5_a1; ...
        pro_6_a1;pro_7_a1;pro_8_a1;pro_9_a1;pro_10_a1; ...
        pro_11_a1;pro_12_a1];
rep1 = repmat(pro_1_a1,1000,1 );
rep2 = repmat(pro_2_a1,1000,1 );
rep3 = repmat(pro_3_a1,1000,1 );
rep4 = repmat(pro_4_a1,1000,1 );
rep5 = repmat(pro_5_a1,1000,1 );
rep6 = repmat(pro_6_a1,1000,1 );
rep7 = repmat(pro_7_a1,1000,1 );
rep8 = repmat(pro_8_a1,1000,1 );
rep9 = repmat(pro_9_a1,1000,1 );
rep10 = repmat(pro_10_a1,1000,1 );
rep11 = repmat(pro_11_a1,1000,1 );
rep12 = repmat(pro_12_a1,1000,1 );
promedio_mes_a1 = [rep1;rep2;rep3;rep4;rep5; ...

```



```

rep6;rep7;rep8;rep9;rep10;rep11;rep12];
media_aa = repmat(media_a1,12000,1);
A = [1:12000];
plot((app.UIAxes7),A',transmx,A',promedio_mes_a1,A',media_aa)
histogram(app.UIAxes8,mx)
results1 = [A' velocidad0 mx'];
t1 = [A' velocidad0 mx'];
app.UITable_7.Data = results1;

%Año 2
nd = 0;
mxd = zeros(nd+1,nt);
for iid = 1:nt
    v0d = velocidad1(iid);
    axd = zeros(1,nd+1);
    for id =1:(nd+1)
        potenciad = (v0d^3 * area * Densidad * rendimiento)/1000;
        potenciad = min(potenciad, lim);
        axd(id) = potenciad;
    end
    mxd(:,iid) = axd(:);
end
results2 = [A' velocidad1 mxd'];
t2 = [velocidad1 mxd'];
ordenar2 = sort(round(mxd,2));
tabla2 = tabulate(ordenar2);
transmx2 = mxd';
pro_1_a2 = mean(transmx2(1:1000));
pro_2_a2 = mean(transmx2(1000:2000));
pro_3_a2 = mean(transmx2(2000:3000));
pro_4_a2 = mean(transmx2(3000:4000));
pro_5_a2 = mean(transmx2(4000:5000));
pro_6_a2 = mean(transmx2(5000:6000));
pro_7_a2 = mean(transmx2(6000:7000));
pro_8_a2 = mean(transmx2(7000:8000));
pro_9_a2 = mean(transmx2(8000:9000));
pro_10_a2 = mean(transmx2(9000:10000));
pro_11_a2 = mean(transmx2(10000:11000));
pro_12_a2 = mean(transmx2(11000:12000));
pt_2 =[pro_1_a2;pro_2_a2;pro_3_a2;pro_4_a2;pro_5_a2; ...
        pro_6_a2;pro_7_a2;pro_8_a2;pro_9_a2;pro_10_a2; ...
        pro_11_a2;pro_12_a2];

%Año 3
ntt = 0;
mxt = zeros(ntt+1,nt);
for iit = 1:nt
    v0t = velocidad2(iit);
    axt = zeros(1,ntt+1);
    for it =1:(ntt+1)
        potenciat = (v0t^3 * area * Densidad * rendimiento)/1000;
        potenciat = min(potenciat, lim);
        axt(it) = potenciat;
    end
end

```



```

end
mxt(:,iit) = axt(:);
end
results3 = [A' velocidad2 mxt'];
t3 = [velocidad2 mxt'];
ordenar3 = sort(round(mxt,3));
tabla3 = tabulate(ordenar3);
transmx3 = mxt';
pro_1_a3 = mean(transmx3(1:1000));
pro_2_a3 = mean(transmx3(1000:2000));
pro_3_a3 = mean(transmx3(2000:3000));
pro_4_a3 = mean(transmx3(3000:4000));
pro_5_a3 = mean(transmx3(4000:5000));
pro_6_a3 = mean(transmx3(5000:6000));
pro_7_a3 = mean(transmx3(6000:7000));
pro_8_a3 = mean(transmx3(7000:8000));
pro_9_a3 = mean(transmx3(8000:9000));
pro_10_a3 = mean(transmx3(9000:10000));
pro_11_a3 = mean(transmx3(10000:11000));
pro_12_a3 = mean(transmx3(11000:12000));
pt_3 =[pro_1_a3;pro_2_a3;pro_3_a3;pro_4_a3;pro_5_a3; ...
        pro_6_a3;pro_7_a3;pro_8_a3;pro_9_a3;pro_10_a3; ...
        pro_11_a3;pro_12_a3];

%Año 4
nc = 0;
mxc = zeros(nc+1,nt);
for iic = 1:nt
    v0c = velocidad3(iic);
    axc = zeros(1,nc+1);
    for ic =1:(nc+1)
        potenciac = (v0c^3 * area * Densidad * rendimiento)/1000;
        potenciac = min(potenciac, lim);
        axc(ic) = potenciac;
    end
    mxc(:,iic) = axc(:);
end
results4 = [A' velocidad3 mxc'];
t4 = [velocidad3 mxc'];
ordenar4 = sort(round(mxc,2));
tabla4 = tabulate(ordenar4);
transmx4 = mxc';
pro_1_a4 = mean(transmx4(1:1000));
pro_2_a4 = mean(transmx4(1000:2000));
pro_3_a4 = mean(transmx4(2000:3000));
pro_4_a4 = mean(transmx4(3000:4000));
pro_5_a4 = mean(transmx4(4000:5000));
pro_6_a4 = mean(transmx4(5000:6000));
pro_7_a4 = mean(transmx4(6000:7000));
pro_8_a4 = mean(transmx4(7000:8000));
pro_9_a4 = mean(transmx4(8000:9000));
pro_10_a4 = mean(transmx4(9000:10000));
pro_11_a4 = mean(transmx4(10000:11000));

```



```

pro_12_a4 = mean(transmx4(11000:12000));
pt_4 =[pro_1_a4;pro_2_a4;pro_3_a4;pro_4_a4;pro_5_a4; ...
      pro_6_a4;pro_7_a4;pro_8_a4;pro_9_a4;pro_10_a4; ...
      pro_11_a4;pro_12_a4];

%Año 5
ncc = 0;
mxcc = zeros(ncc+1,nt);
for iicc = 1:nt
    v0cc = velocidad4(iicc); %
    axcc = zeros(1,ncc+1);
    for icc =1:(ncc+1)
        potenciacc = (v0cc^3 * area * Densidad *
rendimiento)/1000;
        potenciacc = min(potenciacc, lim);
        axcc(icc) = potenciacc;
    end
    mxcc(:,iicc) = axcc(:); %
end
results5 = [A' velocidad4 mxcc'];
t5 = [velocidad4 mxcc'];
ordenar5 = sort(round(mxcc,2));
tabla5 = tabulate(ordenar5);
transmx5 = mxcc';
pro_1_a5 = mean(transmx5(1:1000));
pro_2_a5 = mean(transmx5(1000:2000));
pro_3_a5 = mean(transmx5(2000:3000));
pro_4_a5 = mean(transmx5(3000:4000));
pro_5_a5 = mean(transmx5(4000:5000));
pro_6_a5 = mean(transmx5(5000:6000));
pro_7_a5 = mean(transmx5(6000:7000));
pro_8_a5 = mean(transmx5(7000:8000));
pro_9_a5 = mean(transmx5(8000:9000));
pro_10_a5 = mean(transmx5(9000:10000));
pro_11_a5 = mean(transmx5(10000:11000));
pro_12_a5 = mean(transmx5(11000:12000));
pt_5 = [pro_1_a5;pro_2_a5;pro_3_a5;pro_4_a5;pro_5_a5; ...
      pro_6_a5;pro_7_a5;pro_8_a5;pro_9_a5;pro_10_a5;...
      pro_11_a5;pro_12_a5];

numes = (1:12);
pt_mes = [numes' pt_1 pt_2 pt_3 pt_4 pt_5];
TMES = array2table(pt_mes, 'VariableNames',{'Mes', 'Año_1', ...
'Año_2','Año_3','Año_4 ','Año_5'});
writetable(TMES,'Viento_Generación_5años.xlsx','Sheet','Sheet2');
T1 = array2table(t1, 'VariableNames',{'Simulación', ...
'Viento_1','Generación_1'});
T2 = array2table(t2,
'VariableNames',{'Viento_2','Generación_2'});
T3 = array2table(t3,
'VariableNames',{'Viento_3','Generación_3'});
T4 = array2table(t4,
'VariableNames',{'Viento_4','Generación_4'});

```



```

T5 = array2table(t5,
'VariableNames',{'Viento_5','Generación_5'});
TT = [T1 T2 T3 T4 T5];
writetable(TT,'Viento_Generación_5años.xlsx');

end

% Value changed function: RugosidadDropDown
function RugosidadDropDownValueChanged(app, event)
    global rugosidad
    rugosidad = app.RugosidadDropDown.Value;
end

% Drop down opening function: RugosidadDropDown
function RugosidadDropDownOpening(app, event)
    % Configura las etiquetas visibles para el usuario
    app.RugosidadDropDown.Items = {'Terreno marítimo', ...
        'Superficie lisa', ...
        'Campo Plano', ...
        'Area rural', ...
        'Area Urbana'};

    % Configurar valores numericos
    app.RugosidadDropDown.ItemsData = [0.11, 0.14, 0.20, 0.30, 0.40];
end

% Value changed function: PotenciaNominalkWDropDown
function PotenciaNominalkWDropDownValueChanged(app, event)
    global Pn
    Pn = app.PotenciaNominalkWDropDown.Value;
end

% Drop down opening function: PotenciaNominalkWDropDown
function PotenciaNominalkWDropDownOpening(app, event)
    % Configura las etiquetas visibles para el usuario
    app.PotenciaNominalkWDropDown.Items = {'225', '300', '500', ...
        '600', '750', '1000', '1500', '2000', ...
        '2500'};

    %configurar valores numericos
    app.PotenciaNominalkWDropDown.ItemsData =
[225, 300, 500, 600, 750, 1000, 1500, 2000, 2500];
end

% Button pushed function: Ao1Button_8
function Ao1Button_8Pushed(app, event)
    global mx
    global results1
    global tabla1

    app.UITable_7.Data = results1;
    app.UITable_6.Data = tabla1;

```




```

histogram(app.UIAxes8,mx)

mediana_a1 = median(mx);
app.MedianaEditField_3.Value = mediana_a1;
desvia_est_a1 = std(mx);
app.DesviacinEstandarEditField_3.Value = desvia_est_a1;
media_a1 = mean(mx);
app.MediaEditField_3.Value = media_a1;
moda_a1 = mode(mx);
app.ModasEditField_3.Value = moda_a1;
maximo_a1 = max(mx);
minimo_a1 = min(mx);
rango_a1 = range(mx);
app.RangoEditField_3.Value = rango_a1;
varianza_a1 = var(mx);
app.VarianzaEditField_3.Value = varianza_a1;

transmx = mx';
pro_1_a1 = mean(transmx(1:1000));
pro_2_a1 = mean(transmx(1000:2000));
pro_3_a1 = mean(transmx(2000:3000));
pro_4_a1 = mean(transmx(3000:4000));
pro_5_a1 = mean(transmx(4000:5000));
pro_6_a1 = mean(transmx(5000:6000));
pro_7_a1 = mean(transmx(6000:7000));
pro_8_a1 = mean(transmx(7000:8000));
pro_9_a1 = mean(transmx(8000:9000));
pro_10_a1 = mean(transmx(9000:10000));
pro_11_a1 = mean(transmx(10000:11000));
pro_12_a1 = mean(transmx(11000:12000));

rep1 = repmat(pro_1_a1,1000,1 );
rep2 = repmat(pro_2_a1,1000,1 );
rep3 = repmat(pro_3_a1,1000,1 );
rep4 = repmat(pro_4_a1,1000,1 );
rep5 = repmat(pro_5_a1,1000,1 );
rep6 = repmat(pro_6_a1,1000,1 );
rep7 = repmat(pro_7_a1,1000,1 );
rep8 = repmat(pro_8_a1,1000,1 );
rep9 = repmat(pro_9_a1,1000,1 );
rep10 = repmat(pro_10_a1,1000,1 );
rep11 = repmat(pro_11_a1,1000,1 );
rep12 = repmat(pro_12_a1,1000,1 );
promedio_mes_a1 = [rep1;rep2;rep3;rep4;rep5; ...
    rep6;rep7;rep8;rep9;rep10;rep11;rep12];
media_aa = repmat(media_a1,12000,1)
A = [1:12000];
plot((app.UIAxes7),A',transmx,A',promedio_mes_a1,A',media_aa)
end

% Button pushed function: Ao2Button_8
function Ao2Button_8Pushed(app, event)
    global mxd

```



```

global results2
global tabla2

app.UITable_7.Data = results2;
app.UITable_6.Data = tabla2;
plot(app.UIAxes7,mxd)
histogram(app.UIAxes8,mxd)

mediana_a1 = median(mxd);
app.MedianaEditField_3.Value = mediana_a1;
desvia_est_a1 = std(mxd);
app.DesviacinEstandarEditField_3.Value = desvia_est_a1;
media_a1 = mean(mxd);
app.MediaEditField_3.Value = media_a1;
moda_a1 = mode(mxd);
app.ModaEditField_3.Value = moda_a1;
maximo_a1 = max(mxd);
minimo_a1 = min(mxd);
rango_a1 = range(mxd);
app.RangoEditField_3.Value = rango_a1;
varianza_a1 = var(mxd);
app.VarianzaEditField_3.Value = varianza_a1;

transmx = mxd';
pro_1_a1 = mean(transmx(1:1000));
pro_2_a1 = mean(transmx(1000:2000));
pro_3_a1 = mean(transmx(2000:3000));
pro_4_a1 = mean(transmx(3000:4000));
pro_5_a1 = mean(transmx(4000:5000));
pro_6_a1 = mean(transmx(5000:6000));
pro_7_a1 = mean(transmx(6000:7000));
pro_8_a1 = mean(transmx(7000:8000));
pro_9_a1 = mean(transmx(8000:9000));
pro_10_a1 = mean(transmx(9000:10000));
pro_11_a1 = mean(transmx(10000:11000));
pro_12_a1 = mean(transmx(11000:12000));

rep1 = repmat(pro_1_a1,1000,1 );
rep2 = repmat(pro_2_a1,1000,1 );
rep3 = repmat(pro_3_a1,1000,1 );
rep4 = repmat(pro_4_a1,1000,1 );
rep5 = repmat(pro_5_a1,1000,1 );
rep6 = repmat(pro_6_a1,1000,1 );
rep7 = repmat(pro_7_a1,1000,1 );
rep8 = repmat(pro_8_a1,1000,1 );
rep9 = repmat(pro_9_a1,1000,1 );
rep10 = repmat(pro_10_a1,1000,1 );
rep11 = repmat(pro_11_a1,1000,1 );
rep12 = repmat(pro_12_a1,1000,1 );
promedio_mes_a1 = [rep1;rep2;rep3;rep4;rep5; ...
    rep6;rep7;rep8;rep9;rep10;rep11;rep12];
media_aa = repmat(media_a1,12000,1)
A = [1:12000];

```



```

plot((app.UIAxes7),A',transmx,A',promedio_mes_a1,A',media_aa)
end

% Button pushed function: Ao3Button_8
function Ao3Button_8Pushed(app, event)
    global mxt
    global results3
    global tabla3

    app.UITable_7.Data = results3;
    app.UITable_6.Data = tabla3;
    plot(app.UIAxes7,mxt)
    histogram(app.UIAxes8,mxt)

    mediana_a1 = median(mxt);
    app.MedianaEditField_3.Value = mediana_a1;
    desvia_est_a1 = std(mxt);
    app.DesviacinEstandarEditField_3.Value = desvia_est_a1;
    media_a1 = mean(mxt);
    app.MediaEditField_3.Value = media_a1;
    moda_a1 = mode(mxt);
    app.ModaEditField_3.Value = moda_a1;
    maximo_a1 = max(mxt);
    minimo_a1 = min(mxt);
    rango_a1 = range(mxt);
    app.RangoEditField_3.Value = rango_a1;
    varianza_a1 = var(mxt);
    app.VarianzaEditField_3.Value = varianza_a1;

    transmx = mxt';
    pro_1_a1 = mean(transmx(1:1000));
    pro_2_a1 = mean(transmx(1000:2000));
    pro_3_a1 = mean(transmx(2000:3000));
    pro_4_a1 = mean(transmx(3000:4000));
    pro_5_a1 = mean(transmx(4000:5000));
    pro_6_a1 = mean(transmx(5000:6000));
    pro_7_a1 = mean(transmx(6000:7000));
    pro_8_a1 = mean(transmx(7000:8000));
    pro_9_a1 = mean(transmx(8000:9000));
    pro_10_a1 = mean(transmx(9000:10000));
    pro_11_a1 = mean(transmx(10000:11000));
    pro_12_a1 = mean(transmx(11000:12000));

    rep1 = repmat(pro_1_a1,1000,1 );
    rep2 = repmat(pro_2_a1,1000,1 );
    rep3 = repmat(pro_3_a1,1000,1 );
    rep4 = repmat(pro_4_a1,1000,1 );
    rep5 = repmat(pro_5_a1,1000,1 );
    rep6 = repmat(pro_6_a1,1000,1 );
    rep7 = repmat(pro_7_a1,1000,1 );
    rep8 = repmat(pro_8_a1,1000,1 );
    rep9 = repmat(pro_9_a1,1000,1 );
    rep10 = repmat(pro_10_a1,1000,1 );

```



```

rep11 = repmat(pro_11_a1,1000,1 );
rep12 = repmat(pro_12_a1,1000,1 );
promedio_mes_a1 = [rep1;rep2;rep3;rep4;rep5; ...
    rep6;rep7;rep8;rep9;rep10;rep11;rep12];
media_aa = repmat(media_a1,12000,1)
A = [1:12000];
plot((app.UIAxes7),A',transmx,A',promedio_mes_a1,A',media_aa)
end

% Button pushed function: Ao4Button_8
function Ao4Button_8Pushed(app, event)
    global mxc
    global results4
    global tabla4

    app.UITable_7.Data = results4;
    app.UITable_6.Data = tabla4;
    plot(app.UIAxes7,mxc)
    histogram(app.UIAxes8,mxc)

    mediana_a1 = median(mxc);
    app.MedianaEditField_3.Value = mediana_a1;
    desvia_est_a1 = std(mxc);
    app.DesviacinEstandarEditField_3.Value = desvia_est_a1;
    media_a1 = mean(mxc);
    app.MediaEditField_3.Value = media_a1;
    moda_a1 = mode(mxc);
    app.ModasEditField_3.Value = moda_a1;0
    maximo_a1 = max(mxc);
    minimo_a1 = min(mxc);
    rango_a1 = range(mxc);
    app.RangoEditField_3.Value = rango_a1;
    varianza_a1 = var(mxc);
    app.VarianzaEditField_3.Value = varianza_a1;

    transmx = mxc';
    pro_1_a1 = mean(transmx(1:1000));
    pro_2_a1 = mean(transmx(1000:2000));
    pro_3_a1 = mean(transmx(2000:3000));
    pro_4_a1 = mean(transmx(3000:4000));
    pro_5_a1 = mean(transmx(4000:5000));
    pro_6_a1 = mean(transmx(5000:6000));
    pro_7_a1 = mean(transmx(6000:7000));
    pro_8_a1 = mean(transmx(7000:8000));
    pro_9_a1 = mean(transmx(8000:9000));
    pro_10_a1 = mean(transmx(9000:10000));
    pro_11_a1 = mean(transmx(10000:11000));
    pro_12_a1 = mean(transmx(11000:12000));

    rep1 = repmat(pro_1_a1,1000,1 );
    rep2 = repmat(pro_2_a1,1000,1 );
    rep3 = repmat(pro_3_a1,1000,1 );
    rep4 = repmat(pro_4_a1,1000,1 );

```



```

rep5 = repmat(pro_5_a1,1000,1 );
rep6 = repmat(pro_6_a1,1000,1 );
rep7 = repmat(pro_7_a1,1000,1 );
rep8 = repmat(pro_8_a1,1000,1 );
rep9 = repmat(pro_9_a1,1000,1 );
rep10 = repmat(pro_10_a1,1000,1 );
rep11 = repmat(pro_11_a1,1000,1 );
rep12 = repmat(pro_12_a1,1000,1 );
promedio_mes_a1 = [rep1;rep2;rep3;rep4;rep5; ...
    rep6;rep7;rep8;rep9;rep10;rep11;rep12];
media_aa = repmat(media_a1,12000,1)
A = [1:12000];
plot((app.UIAxes7),A',transmx,A',promedio_mes_a1,A',media_aa)
end

% Button pushed function: Ao5Button_8
function Ao5Button_8Pushed(app, event)
    global mxcc
    global results5
    global tabla5

    app.UITable_7.Data = results5;
    app.UITable_6.Data = tabla5;
    plot(app.UIAxes7,mxcc)
    histogram(app.UIAxes8,mxcc)

    mediana_a1 = median(mxcc);
    app.MedianaEditField_3.Value = mediana_a1;
    desvia_est_a1 = std(mxcc);
    app.DesviacinEstandarEditField_3.Value = desvia_est_a1;
    media_a1 = mean(mxcc);
    app.MediaEditField_3.Value = media_a1;
    moda_a1 = mode(mxcc);
    app.ModaEditField_3.Value = moda_a1;
    maximo_a1 = max(mxcc);
    minimo_a1 = min(mxcc);
    rango_a1 = range(mxcc);
    app.RangoEditField_3.Value = rango_a1;
    varianza_a1 = var(mxcc);
    app.VarianzaEditField_3.Value = varianza_a1;

    transmx = mxcc';
    pro_1_a1 = mean(transmx(1:1000));
    pro_2_a1 = mean(transmx(1000:2000));
    pro_3_a1 = mean(transmx(2000:3000));
    pro_4_a1 = mean(transmx(3000:4000));
    pro_5_a1 = mean(transmx(4000:5000));
    pro_6_a1 = mean(transmx(5000:6000));
    pro_7_a1 = mean(transmx(6000:7000));
    pro_8_a1 = mean(transmx(7000:8000));
    pro_9_a1 = mean(transmx(8000:9000));
    pro_10_a1 = mean(transmx(9000:10000));
    pro_11_a1 = mean(transmx(10000:11000));

```



```

pro_12_a1 = mean(transmx(11000:12000));

rep1 = repmat(pro_1_a1,1000,1 );
rep2 = repmat(pro_2_a1,1000,1 );
rep3 = repmat(pro_3_a1,1000,1 );
rep4 = repmat(pro_4_a1,1000,1 );
rep5 = repmat(pro_5_a1,1000,1 );
rep6 = repmat(pro_6_a1,1000,1 );
rep7 = repmat(pro_7_a1,1000,1 );
rep8 = repmat(pro_8_a1,1000,1 );
rep9 = repmat(pro_9_a1,1000,1 );
rep10 = repmat(pro_10_a1,1000,1 );
rep11 = repmat(pro_11_a1,1000,1 );
rep12 = repmat(pro_12_a1,1000,1 );
promedio_mes_a1 = [rep1;rep2;rep3;rep4;rep5; ...
    rep6;rep7;rep8;rep9;rep10;rep11;rep12];
media_aa = repmat(media_a1,12000,1)
A = [1:12000];
plot((app.UIAxes7),A',transmx,A',promedio_mes_a1,A',media_aa)
end

% Button pushed function: Ao1Button_9
function Ao1Button_9Pushed(app, event)
    global mx
    media_a1 = mean(mx);
    transmx = mx';
    pro_1_a1 = mean(transmx(1:1000));
    pro_2_a1 = mean(transmx(1000:2000));
    pro_3_a1 = mean(transmx(2000:3000));
    pro_4_a1 = mean(transmx(3000:4000));
    pro_5_a1 = mean(transmx(4000:5000));
    pro_6_a1 = mean(transmx(5000:6000));
    pro_7_a1 = mean(transmx(6000:7000));
    pro_8_a1 = mean(transmx(7000:8000));
    pro_9_a1 = mean(transmx(8000:9000));
    pro_10_a1 = mean(transmx(9000:10000));
    pro_11_a1 = mean(transmx(10000:11000));
    pro_12_a1 = mean(transmx(11000:12000));
    rep1 = repmat(pro_1_a1,1000,1 );
    rep2 = repmat(pro_2_a1,1000,1 );
    rep3 = repmat(pro_3_a1,1000,1 );
    rep4 = repmat(pro_4_a1,1000,1 );
    rep5 = repmat(pro_5_a1,1000,1 );
    rep6 = repmat(pro_6_a1,1000,1 );
    rep7 = repmat(pro_7_a1,1000,1 );
    rep8 = repmat(pro_8_a1,1000,1 );
    rep9 = repmat(pro_9_a1,1000,1 );
    rep10 = repmat(pro_10_a1,1000,1 );
    rep11 = repmat(pro_11_a1,1000,1 );
    rep12 = repmat(pro_12_a1,1000,1 );
    promedio_mes_a1 = [rep1;rep2;rep3;rep4;rep5; ...
        rep6;rep7;rep8;rep9;rep10;rep11;rep12];
    media_aa = repmat(media_a1,12000,1)

```



```

A = [1:12000];
plot(A',transmx)
hold on
plot(A',promedio_mes_a1,'LineWidth',3)
hold on
plot(A',media_aa,'LineWidth',3)
title ('Generación estimada año 1','FontSize',18)
lgd = legend('Pdía','Pmes','Pmed')
lgd.FontSize = 15;
xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
ylabel('Potencia (kW)','FontSize',18)
hold off
end

% Button pushed function: Ao2Button_9
function Ao2Button_9Pushed(app, event)
    global mxd
    media_a1 = mean(mxd);
    transmx = mxd';
    pro_1_a1 = mean(transmx(1:1000));
    pro_2_a1 = mean(transmx(1000:2000));
    pro_3_a1 = mean(transmx(2000:3000));
    pro_4_a1 = mean(transmx(3000:4000));
    pro_5_a1 = mean(transmx(4000:5000));
    pro_6_a1 = mean(transmx(5000:6000));
    pro_7_a1 = mean(transmx(6000:7000));
    pro_8_a1 = mean(transmx(7000:8000));
    pro_9_a1 = mean(transmx(8000:9000));
    pro_10_a1 = mean(transmx(9000:10000));
    pro_11_a1 = mean(transmx(10000:11000));
    pro_12_a1 = mean(transmx(11000:12000));
    rep1 = repmat(pro_1_a1,1000,1 );
    rep2 = repmat(pro_2_a1,1000,1 );
    rep3 = repmat(pro_3_a1,1000,1 );
    rep4 = repmat(pro_4_a1,1000,1 );
    rep5 = repmat(pro_5_a1,1000,1 );
    rep6 = repmat(pro_6_a1,1000,1 );
    rep7 = repmat(pro_7_a1,1000,1 );
    rep8 = repmat(pro_8_a1,1000,1 );
    rep9 = repmat(pro_9_a1,1000,1 );
    rep10 = repmat(pro_10_a1,1000,1 );
    rep11 = repmat(pro_11_a1,1000,1 );
    rep12 = repmat(pro_12_a1,1000,1 );
    promedio_mes_a1 = [rep1;rep2;rep3;rep4;rep5; ...
        rep6;rep7;rep8;rep9;rep10;rep11;rep12];
    media_aa = repmat(media_a1,12000,1)
    A = [1:12000];
    plot(A',transmx)
    hold on
    plot(A',promedio_mes_a1,'LineWidth',3)
    hold on
    plot(A',media_aa,'LineWidth',3)
    title ('Generación estimada año 2','FontSize',18)

```




```

lgd = legend('Pdía','Pmes','Pmed')
lgd.FontSize = 15;
xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
ylabel('Potencia (kW)','FontSize',18)
hold off
end

% Button pushed function: Ao3Button_9
function Ao3Button_9Pushed(app, event)
    global mxt
    media_a1 = mean(mxt)
    transmx = mxt';
    pro_1_a1 = mean(transmx(1:1000));
    pro_2_a1 = mean(transmx(1000:2000));
    pro_3_a1 = mean(transmx(2000:3000));
    pro_4_a1 = mean(transmx(3000:4000));
    pro_5_a1 = mean(transmx(4000:5000));
    pro_6_a1 = mean(transmx(5000:6000));
    pro_7_a1 = mean(transmx(6000:7000));
    pro_8_a1 = mean(transmx(7000:8000));
    pro_9_a1 = mean(transmx(8000:9000));
    pro_10_a1 = mean(transmx(9000:10000));
    pro_11_a1 = mean(transmx(10000:11000));
    pro_12_a1 = mean(transmx(11000:12000));
    rep1 = repmat(pro_1_a1,1000,1 );
    rep2 = repmat(pro_2_a1,1000,1 );
    rep3 = repmat(pro_3_a1,1000,1 );
    rep4 = repmat(pro_4_a1,1000,1 );
    rep5 = repmat(pro_5_a1,1000,1 );
    rep6 = repmat(pro_6_a1,1000,1 );
    rep7 = repmat(pro_7_a1,1000,1 );
    rep8 = repmat(pro_8_a1,1000,1 );
    rep9 = repmat(pro_9_a1,1000,1 );
    rep10 = repmat(pro_10_a1,1000,1 );
    rep11 = repmat(pro_11_a1,1000,1 );
    rep12 = repmat(pro_12_a1,1000,1 );
    promedio_mes_a1 = [rep1;rep2;rep3;rep4;rep5; ...
        rep6;rep7;rep8;rep9;rep10;rep11;rep12];
    media_aa = repmat(media_a1,12000,1)
    A = [1:12000];
    plot(A',transmx)
    hold on
    plot(A',promedio_mes_a1,'LineWidth',3)
    hold on
    plot(A',media_aa,'LineWidth',3)
    title ('Generación estimada año 3','FontSize',18)
    lgd = legend('Pdía','Pmes','Pmed')
    lgd.FontSize = 15;
    xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
    ylabel('Potencia (kW)','FontSize',18)
    hold off
end

```




```
% Button pushed function: Ao4Button_9
function Ao4Button_9Pushed(app, event)
    global mxc
    media_a1 = mean(mxc);
    transmx = mxc';
    pro_1_a1 = mean(transmx(1:1000));
    pro_2_a1 = mean(transmx(1000:2000));
    pro_3_a1 = mean(transmx(2000:3000));
    pro_4_a1 = mean(transmx(3000:4000));
    pro_5_a1 = mean(transmx(4000:5000));
    pro_6_a1 = mean(transmx(5000:6000));
    pro_7_a1 = mean(transmx(6000:7000));
    pro_8_a1 = mean(transmx(7000:8000));
    pro_9_a1 = mean(transmx(8000:9000));
    pro_10_a1 = mean(transmx(9000:10000));
    pro_11_a1 = mean(transmx(10000:11000));
    pro_12_a1 = mean(transmx(11000:12000));
    rep1 = repmat(pro_1_a1,1000,1 );
    rep2 = repmat(pro_2_a1,1000,1 );
    rep3 = repmat(pro_3_a1,1000,1 );
    rep4 = repmat(pro_4_a1,1000,1 );
    rep5 = repmat(pro_5_a1,1000,1 );
    rep6 = repmat(pro_6_a1,1000,1 );
    rep7 = repmat(pro_7_a1,1000,1 );
    rep8 = repmat(pro_8_a1,1000,1 );
    rep9 = repmat(pro_9_a1,1000,1 );
    rep10 = repmat(pro_10_a1,1000,1 );
    rep11 = repmat(pro_11_a1,1000,1 );
    rep12 = repmat(pro_12_a1,1000,1 );
    promedio_mes_a1 = [rep1;rep2;rep3;rep4;rep5; ...
        rep6;rep7;rep8;rep9;rep10;rep11;rep12];
    media_aa = repmat(media_a1,12000,1)
    A = [1:12000];
    plot(A',transmx)
    hold on
    plot(A',promedio_mes_a1,'LineWidth',3)
    hold on
    plot(A',media_aa,'LineWidth',3)
    title ('Generación estimada año 4','FontSize',18)
    lgd = legend('Pdía','Pmes','Pmed')
    lgd.FontSize = 15;
    xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
    ylabel('Potencia (kW)','FontSize',18)
    hold off
end

% Button pushed function: Ao5Button_9
function Ao5Button_9Pushed(app, event)
    global mxcc
    media_a1 = mean(mxcc);
    transmx = mxcc';
    pro_1_a1 = mean(transmx(1:1000));
    pro_2_a1 = mean(transmx(1000:2000));
```



```

pro_3_a1 = mean(transmx(2000:3000));
pro_4_a1 = mean(transmx(3000:4000));
pro_5_a1 = mean(transmx(4000:5000));
pro_6_a1 = mean(transmx(5000:6000));
pro_7_a1 = mean(transmx(6000:7000));
pro_8_a1 = mean(transmx(7000:8000));
pro_9_a1 = mean(transmx(8000:9000));
pro_10_a1 = mean(transmx(9000:10000));
pro_11_a1 = mean(transmx(10000:11000));
pro_12_a1 = mean(transmx(11000:12000));
rep1 = repmat(pro_1_a1,1000,1 );
rep2 = repmat(pro_2_a1,1000,1 );
rep3 = repmat(pro_3_a1,1000,1 );
rep4 = repmat(pro_4_a1,1000,1 );
rep5 = repmat(pro_5_a1,1000,1 );
rep6 = repmat(pro_6_a1,1000,1 );
rep7 = repmat(pro_7_a1,1000,1 );
rep8 = repmat(pro_8_a1,1000,1 );
rep9 = repmat(pro_9_a1,1000,1 );
rep10 = repmat(pro_10_a1,1000,1 );
rep11 = repmat(pro_11_a1,1000,1 );
rep12 = repmat(pro_12_a1,1000,1 );
promedio_mes_a1 = [rep1;rep2;rep3;rep4;rep5; ...
    rep6;rep7;rep8;rep9;rep10;rep11;rep12];
media_aa = repmat(media_a1,12000,1)
A = [1:12000];
plot(A',transmx)
hold on
plot(A',promedio_mes_a1,'LineWidth',3)
hold on
plot(A',media_aa,'LineWidth',3)
title ('Generación estimada año 5','FontSize',18)
lgd = legend('Pdía','Pmes','Pmed')
lgd.FontSize = 15;
xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
ylabel('Potencia (kW)','FontSize',18)
hold off
end

% Button pushed function: Ao1Button_10
function Ao1Button_10Pushed(app, event)
    global mx
    histogram(mx)
    title ('Histograma año 1','FontSize',18)
    xlabel('Potencia (kW)','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao2Button_10
function Ao2Button_10Pushed(app, event)
    global mxd
    histogram(mxd)
    title ('Histograma año 2','FontSize',18)

```



```

xlabel('Potencia (kW)','FontSize',18)
ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao3Button_10
function Ao3Button_10Pushed(app, event)
    global mxt
    histogram(mxt)
    title('Histograma año 3','FontSize',18)
    xlabel('Potencia (kW)','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao4Button_10
function Ao4Button_10Pushed(app, event)
    global mxc
    histogram(mxc)
    title('Histograma año 4','FontSize',18)
    xlabel('Potencia (kW)','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao5Button_10
function Ao5Button_10Pushed(app, event)
    global mxcc
    histogram(mxcc)
    title('Histograma año 5','FontSize',18)
    xlabel('Potencia (kW)','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Value changed function: INICIARButton_4
function INICIARButton_4ValueChanged(app, event)
    value = app.INICIARButton_4.Value;
    %Variables globales
    global datos_aniod
    global datos_mesd
    global datos_direccion
    global mediad
    global desvia_estd
    global datosd
    global datos_totald
    global tablad

    global datos_DireccionMensual
    global datos_men_mesd
    global datos_men_d1
    global datos_men_d2
    global datos_men_d3
    global datos_men_d4
    global datos_men_dmm

    global datos_DireccionDiario

```



```

global datos_dia_d1
global datos_dia_d2
global datos_dia_d3
global datos_dia_d4
global datos_dia_dto

global xd
global pd
global yd
global y2d

%importar datos de Excel hoja1
datosd =
readtable("Datos_Direccion_Viento.xlsx","Sheet","Hoja1");
app.UITable_8.Data = datosd;
datos_aniod = datosd.a;
datos_mesd = datosd.m;
datos_totald = datosd.t;
datos_direccion = round(datosd.d,2);

%importar datos de excel Direccion Mensual
datos_DireccionMensual =
readtable("Datos_Direccion_Viento.xlsx","Sheet","Direccionmensual");
datos_men_mesd = datos_DireccionMensual.mess;
datos_men_d1 = datos_DireccionMensual.d1;
datos_men_d2 = datos_DireccionMensual.d2;
datos_men_d3 = datos_DireccionMensual.d3;
datos_men_d4 = datos_DireccionMensual.d4;
datos_men_dmm = datos_DireccionMensual.mm;
mat_mes = [datos_men_d1; datos_men_d2; datos_men_d3;
datos_men_d4;];
valor_a = (1:12);
dias = [valor_a'; valor_a'; valor_a'; valor_a';valor_a'];

%importar datos de excel Direccion Diaria
datos_DireccionDiario =
readtable("Datos_Direccion_Viento.xlsx","Sheet","Direcciondiaria");
datos_dia_d1 = datos_DireccionDiario.d1;
datos_dia_d2 = datos_DireccionDiario.d2;
datos_dia_d3 = datos_DireccionDiario.d3;
datos_dia_d4 = datos_DireccionDiario.d4;
datos_dia_dto = datos_DireccionDiario.tot;
datos_mes_dm = datos_DireccionDiario.md;
plot(app.UIAxes_6,datos_mes_dm,'LineWidth',2)
app.UIAxes_6.XLim = [1 365]
app.UIAxes_6.YLim = [1.1 360]

%estadisticas de los datos
mediana = median(datos_dia_dto);
app.MedianaEditField_4.Value = round(mediana,2);
desvia_estd = std(datos_dia_dto);
app.DesviacinEstandarEditField_4.Value = round(desvia_estd,2);
mediad = mean(datos_dia_dto);

```



```

app.MediaEditField_4.Value = round(mediad,2);
moda = mode(datos_dia_dto);
app.ModaEditField_4.Value = round(modad,2);
maximo = max(datos_dia_dto);
app.MximoEditField_2.Value = round(maximo,2);
minimo = min(datos_dia_dto);
app.MnimoEditField_2.Value = round(minimo,2);
rango = range(datos_dia_dto);
app.RangoEditField_4.Value = round(rango,2);
varianza = var(datos_dia_dto);
app.VarianzaEditField_4.Value = round(varianza,2);
ordenar = sort(datos_dia_dto);
tablad = tabulate(ordenar);
app.UITable_9.Data = tablad;
xd = sort(datos_dia_dto);
yd = normpdf(xd,mediad,desvia_estd);
histfit(app.UIAxes_8,datos_dia_dto)

%histogram(datos_dia_dto)
normplot(app.UIAxes_7,datos_dia_dto)

%Grafica de la direccion Mensual
plot((app.UIAxes_5),datos_men_mesd,datos_men_d1, ...
      datos_men_mesd,datos_men_d2,datos_men_mesd, ...
      datos_men_d3, datos_men_mesd,datos_men_d4, ...
      datos_men_mesd, datos_men_dmm, 'LineWidth',2)
app.UIAxes_5.XLim = [1 12]
app.UIAxes_5.YLim = [1 360]
end

% Button pushed function: AmpliarGrficaButton_8
function AmpliarGrficaButton_8Pushed(app, event)
    global datos_dia_dto
    normplot(datos_dia_dto)
    title ('Probabilidad normal','FontSize',18)
    lgd = legend('Distribución teórica','','Primer y tercer cuartil')
    lgd.FontSize = 14
    xlabel('Dirección en °','FontSize',18)
    ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
end

% Button pushed function: AmpliarGrficaButton_9
function AmpliarGrficaButton_9Pushed(app, event)
    global datos_dia_dto
    histfit(datos_dia_dto)
    title ('Ajuste de distribución normal','FontSize',18)
    xlabel('Dirección en °','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: AmpliarGrficaButton_6
function AmpliarGrficaButton_6Pushed(app, event)
    global datos_men_mesd

```



```

global datos_men_d1
global datos_men_d2
global datos_men_d3
global datos_men_d4
global datos_men_dmm
plot(datos_men_mesd,datos_men_d1, ...
      datos_men_mesd,datos_men_d2,datos_men_mesd, ...
      datos_men_d3, datos_men_mesd,datos_men_d4, ...
      datos_men_mesd, datos_men_dmm,'LineWidth',2)
xlim([1 12])
ylim([1 360])
title ('Dirección mensual','FontSize',18)
xlabel('Meses','FontSize',18)
ylabel('Dirección en °','FontSize',18)
lgd = legend('Q2021','Q2022','Q2023', 'Q2024', 'Qmed')
lgd.FontSize = 14
hold off
end

% Button pushed function: AmpliarGrficaButton_7
function AmpliarGrficaButton_7Pushed(app, event)
    global datos_dia_d1
    global datos_dia_d2
    global datos_dia_d3
    global datos_dia_d4
    global datos_dia_dm
    plot(datos_dia_d1,'LineWidth',1.5)
    hold on
    plot(datos_dia_d2,'LineWidth',1.5)
    hold on
    plot(datos_dia_d3,'LineWidth',1.5)
    hold on
    plot(datos_dia_d4,'LineWidth',1.5)
    hold on
    plot(datos_dia_dm,'LineWidth',1.5)
    xlim([0 365])
    ylim([1.1 360])
    title ('Dirección del viento','FontSize',18)
    xlabel('Días')
    ylabel('Dirección en °')
    legend('Q2021','Q2022','Q2023', 'Q2024', 'Qmed')
    hold off
end

% Button pushed function: INICIARButton_5
function INICIARButton_5Pushed(app, event)
    %Variables globales
    global Data_enerod
    global Data_febrerod
    global Data_marzod
    global Data_abrild
    global Data_mayod
    global Data_juniod

```



`global` Data_juliod
`global` Data_agostod
`global` Data_septiembred
`global` Data_octubred
`global` Data_noviembred
`global` Data_diciembred

`global` Data_enero1d
`global` Data_febrero1d
`global` Data_marzo1d
`global` Data_abril1d
`global` Data_mayo1d
`global` Data_junio1d
`global` Data_julio1d
`global` Data_agosto1d
`global` Data_septiembre1d
`global` Data_octubre1d
`global` Data_noviembre1d
`global` Data_diciembre1d

`global` Data_enero2d
`global` Data_febrero2d
`global` Data_marzo2d
`global` Data_abril2d
`global` Data_mayo2d
`global` Data_junio2d
`global` Data_julio2d
`global` Data_agosto2d
`global` Data_septiembre2d
`global` Data_octubre2d
`global` Data_noviembre2d
`global` Data_diciembre2d

`global` Data_enero3d
`global` Data_febrero3d
`global` Data_marzo3d
`global` Data_abril3d
`global` Data_mayo3d
`global` Data_junio3d
`global` Data_julio3d
`global` Data_agosto3d
`global` Data_septiembre3d
`global` Data_octubre3d
`global` Data_noviembre3d
`global` Data_diciembre3d

`global` Data_enero4d
`global` Data_febrero4d
`global` Data_marzo4d
`global` Data_abril4d
`global` Data_mayo4d
`global` Data_junio4d
`global` Data_julio4d



```

global Data_agosto4d
global Data_septiembre4d
global Data_octubre4d
global Data_noviembre4d
global Data_diciembre4d

global anio1d
global anio2d
global anio3d
global anio4d
global anio5d
global prom_ptd

global resultado0d
global resultado1d
global resultado2d
global resultado3d
global resultado4d

global resultado0d
global resultado11d
global resultado22d
global resultado33d
global resultado44d
global direccion_fin

datos =
readtable('Datos_Direccion_Viento.xlsx','Sheet','Direccionmensual');
cambio = table2array(datos);

maximo_enero = max(cambio(1,2:5));
maximo_febrero = max(cambio(2,2:5));
maximo_marzo = max(cambio(3,2:5));
maximo_abril = max(cambio(4,2:5));
maximo_mayo = max(cambio(5,2:5));
maximo_junio = max(cambio(6,2:5));
maximo_julio = max(cambio(7,2:5));
maximo_agosto = max(cambio(8,2:5));
maximo_septiembre = max(cambio(9,2:5));
maximo_octubre = max(cambio(10,2:5));
maximo_noviembre = max(cambio(11,2:5));
maximo_diciembre = max(cambio(12,2:5));

minimo_enero = min(cambio(1,2:5));
minimo_febrero = min(cambio(2,2:5));
minimo_marzo = min(cambio(3,2:5));
minimo_abril = min(cambio(4,2:5));
minimo_mayo = min(cambio(5,2:5));
minimo_junio = min(cambio(6,2:5));
minimo_julio = min(cambio(7,2:5));
minimo_agosto = min(cambio(8,2:5));
minimo_septiembre = min(cambio(9,2:5));
minimo_octubre = min(cambio(10,2:5));

```




```

minimo_noviembre = min(cambio(11,2:5));
minimo_diciembre = min(cambio(12,2:5));

media_enero = mean(cambio(1,2:5));
media_febrero = mean(cambio(2,2:5));
media_marzo = mean(cambio(3,2:5));
media_abril = mean(cambio(4,2:5));
media_mayo = mean(cambio(5,2:5));
media_junio = mean(cambio(6,2:5));
media_julio = mean(cambio(7,2:5));
media_agosto = mean(cambio(8,2:5));
media_septiembre = mean(cambio(9,2:5));
media_octubre = mean(cambio(10,2:5));
media_noviembre = mean(cambio(11,2:5));
media_diciembre = mean(cambio(12,2:5));

desviacion_enerod = std(cambio(1,2:5))
desviacion_febrerod = std(cambio(2,2:5))
desviacion_marzod = std(cambio(3,2:5))
desviacion_abrild = std(cambio(4,2:5))
desviacion_mayod = std(cambio(5,2:5))
desviacion_juniod = std(cambio(6,2:5))
desviacion_juliod = std(cambio(7,2:5))
desviacion_agostod = std(cambio(8,2:5))
desviacion_septiembred = std(cambio(9,2:5))
desviacion_octubred = std(cambio(10,2:5))
desviacion_noviembred = std(cambio(11,2:5))
desviacion_diciembred = std(cambio(12,2:5))

std_enero = mean(cambio(1,7:10));
std_febrero = mean(cambio(2,7:10));
std_marzo = mean(cambio(3,7:10));
std_abril = mean(cambio(4,7:10));
std_mayo = mean(cambio(5,7:10));
std_junio = mean(cambio(6,7:10));
std_julio = mean(cambio(7,7:10));
std_agosto = mean(cambio(8,7:10));
std_septiembre = mean(cambio(9,7:10));
std_octubre = mean(cambio(10,7:10));
std_noviembre = mean(cambio(11,7:10));
std_diciembre = mean(cambio(12,7:10));

c1 = minimo_enero;
d1 = maximo_enero;
mes1d = (d1-c1).*rand(5,1) + c1;

c2 = minimo_febrero;
d2 = maximo_febrero;
mes2d = (d2-c2).*rand(5,1) + c2;

c3 = minimo_marzo;
d3 = maximo_marzo;
mes3d = (d3-c3).*rand(5,1) + c3;

```



```

c4 = minimo_abril;
d4 = maximo_abril;
mes4d = (d4-c4).*rand(5,1) + c4;

c5 = minimo_mayo;
d5 = maximo_mayo;
mes5d = (d5-c5).*rand(5,1) + c5;

c6 = minimo_junio;
d6 = maximo_junio;
mes6d = (d6-c6).*rand(5,1) + c6;

c7 = minimo_julio;
d7 = maximo_julio;
mes7d = (d7-c7).*rand(5,1) + c7;

c8 = minimo_agosto;
d8 = maximo_agosto;
mes8d = (d8-c8).*rand(5,1) + c8;

c9 = minimo_septiembre;
d9 = maximo_septiembre;
mes9d = (d9-c9).*rand(5,1) + c9;

c10 = minimo_septiembre;
d10 = maximo_septiembre;
mes10d = (d10-c10).*rand(5,1) + c10;

c11 = minimo_septiembre;
d11 = maximo_septiembre;
mes11d = (d11-c11).*rand(5,1) + c11;

c12 = minimo_septiembre;
d12 = maximo_septiembre;
mes12d = (d12-c12).*rand(5,1) + c12;

%Generación de direcciones aleatorias
Data_enerod =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes1d(1,1),desviacion_enerod),2);
Data_febrerod =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes2d(1,1),desviacion_febrerod),2);
Data_marzod =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes3d(1,1),desviacion_marzod),2);
Data_abrild =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes4d(1,1),desviacion_abrild),2);
Data_mayod =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes5d(1,1),desviacion_mayod),2);
Data_juniod =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes6d(1,1),desviacion_juniod),2);
Data_juliod =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes7d(1,1),desviacion_juliod),2);

```



```

Data_agostod =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes8d(1,1),desviacion_agostod),2);
Data_septiembred =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes9d(1,1),desviacion_septiembred),2);
Data_octubred =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes10d(1,1),desviacion_octubred),2);
Data_noviembred =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes11d(1,1),desviacion_noviembred),2);
Data_diciembred =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes12d(1,1),desviacion_diciembred),2);

Data_enero1d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes1d(2,1),desviacion_enerod),2);
Data_febrero1d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes2d(2,1),desviacion_febrerod),2);
Data_marzo1d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes3d(2,1),desviacion_marzod),2);
Data_abril1d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes4d(2,1),desviacion_abrild),2);
Data_mayo1d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes5d(2,1),desviacion_mayod),2);
Data_junio1d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes6d(2,1),desviacion_juniod),2);
Data_julio1d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes7d(2,1),desviacion_juliod),2);
Data_agosto1d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes8d(2,1),desviacion_agostod),2);
Data_septiembre1d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes9d(2,1),desviacion_septiembred),2);
Data_octubre1d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes10d(2,1),desviacion_octubred),2);
Data_noviembre1d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes11d(2,1),desviacion_noviembred),2);
Data_diciembre1d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes12d(2,1),desviacion_diciembred),2);

Data_enero2d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes1d(3,1),desviacion_enerod),2);
Data_febrero2d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes2d(3,1),desviacion_febrerod),2);
Data_marzo2d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes3d(3,1),desviacion_marzod),2);
Data_abril2d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes4d(3,1),desviacion_abrild),2);
Data_mayo2d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes5d(3,1),desviacion_mayod),2);
Data_junio2d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes6d(3,1),desviacion_juniod),2);
Data_julio2d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes7d(3,1),desviacion_juliod),2);
Data_agosto2d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes8d(3,1),desviacion_agostod),2);

```



```

Data_septiembre2d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes9d(3,1),desviacion_septiembred),2);
Data_octubre2d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes10d(3,1),desviacion_octubred),2);
Data_noviembre2d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes11d(3,1),desviacion_noviembred),2);
Data_diciembre2d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes12d(3,1),desviacion_diciembred),2);

Data_enero3d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes1d(4,1),desviacion_enerod),2);
Data_febrero3d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes2d(4,1),desviacion_febrerod),2);
Data_marzo3d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes3d(4,1),desviacion_marzod),2);
Data_abril3d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes4d(4,1),desviacion_abrild),2);
Data_mayo3d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes5d(4,1),desviacion_mayod),2);
Data_junio3d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes6d(4,1),desviacion_juniod),2);
Data_julio3d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes7d(4,1),desviacion_juliod),2);
Data_agosto3d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes8d(4,1),desviacion_agostod),2);
Data_septiembre3d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes9d(4,1),desviacion_septiembred),2);
Data_octubre3d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes10d(4,1),desviacion_octubred),2);
Data_noviembre3d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes11d(4,1),desviacion_noviembred),2);
Data_diciembre3d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes12d(4,1),desviacion_diciembred),2);

Data_enero4d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes1d(5,1),desviacion_enerod),2);
Data_febrero4d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes2d(5,1),desviacion_febrerod),2);
Data_marzo4d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes3d(5,1),desviacion_marzod),2);
Data_abril4d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes4d(5,1),desviacion_abrild),2);
Data_mayo4d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes5d(5,1),desviacion_mayod),2);
Data_junio4d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes6d(5,1),desviacion_juniod),2);
Data_julio4d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes7d(5,1),desviacion_juliod),2);
Data_agosto4d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes8d(5,1),desviacion_agostod),2);
Data_septiembre4d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes9d(5,1),desviacion_septiembred),2);

```



```

Data_octubre4d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes10d(5,1),desviacion_octubred),2);
Data_noviembre4d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes11d(5,1),desviacion_noviembred),2);
Data_diciembre4d =
round(icdf('Normal',rand(1000,1),mes12d(5,1),desviacion_diciembred),2);

%generación de matrices acumuladas
resultadod = [Data_enerod Data_febrerod Data_marzod Data_abrild
...
Data_mayod Data_juniod Data_juliod Data_agostod
Data_septiembred ...
Data_octubred Data_noviembred Data_diciembred];
resultado1d = [Data_enero1d Data_febrero1d Data_marzo1d
Data_abril1d ...
Data_mayo1d Data_junio1d Data_julio1d Data_agosto1d
Data_septiembre1d ...
Data_octubre1d Data_noviembre1d Data_diciembre1d];
resultado2d = [Data_enero2d Data_febrero2d Data_marzo2d
Data_abril2d ...
Data_mayo2d Data_junio2d Data_julio2d Data_agosto2d
Data_septiembre2d ...
Data_octubre2d Data_noviembre2d Data_diciembre2d];
resultado3d = [Data_enero3d Data_febrero3d Data_marzo3d
Data_abril3d ...
Data_mayo3d Data_junio3d Data_julio3d Data_agosto3d
Data_septiembre3d ...
Data_octubre3d Data_noviembre3d Data_diciembre3d];
resultado4d = [Data_enero4d Data_febrero4d Data_marzo4d
Data_abril4d ...
Data_mayo4d Data_junio4d Data_julio4d Data_agosto4d
Data_septiembre4d ...
Data_octubre4d Data_noviembre4d Data_diciembre4d];
resultado0d = [Data_enerod; Data_febrerod; Data_marzod;
Data_abrild; ...
Data_mayod; Data_juniod; Data_juliod; Data_agostod;
Data_septiembred; ...
Data_octubred; Data_noviembred; Data_diciembred];
resultado11d = [Data_enero1d; Data_febrero1d; Data_marzo1d;
Data_abril1d; ...
Data_mayo1d; Data_junio1d; Data_julio1d; Data_agosto1d;
Data_septiembre1d; ...
Data_octubre1d; Data_noviembre1d; Data_diciembre1d];
resultado22d = [Data_enero2d; Data_febrero2d; Data_marzo2d;
Data_abril2d; ...
Data_mayo2d; Data_junio2d; Data_julio2d; Data_agosto2d;
Data_septiembre2d; ...
Data_octubre2d; Data_noviembre2d; Data_diciembre2d];
resultado33d = [Data_enero3d; Data_febrero3d; Data_marzo3d;
Data_abril3d; ...
Data_mayo3d; Data_junio3d; Data_julio3d; Data_agosto3d;
Data_septiembre3d; ...
Data_octubre3d; Data_noviembre3d; Data_diciembre3d];

```



```

    resultado44d = [Data_enero4d; Data_febrero4d; Data_marzo4d;
Data_abril4d; ...
    Data_mayo4d; Data_junio4d; Data_julio4d; Data_agosto4d;
Data_septiembre4d; ...
    Data_octubre4d; Data_noviembre4d; Data_diciembre4d];

    app.UITable_11.Data = resultado44d;
    tot_resultado = [resultado0d; resultado11d; resultado22d; ...
        resultado33d; resultado44d];
    or_tot = sort(tot_resultado);
    direcc_ele = or_tot(50000:60000,1);
    direccion_fin =mean(direcc_ele)

    entre2 =
    numel(resultado11d(and(resultado11d>=0.7,resultado11d<=2)));
    menor2 = numel(resultado11d(resultado11d<0.7));
    mayor2 = numel(resultado11d(resultado11d>2));
    porc_entre2 = (entre2/12000)*100;
    porc_menor2 = (menor2/12000)*100;
    porc_mayor2 = (mayor2/12000)*100;
    porc_t2 = [porc_entre2 porc_menor2 porc_mayor2];

    entre3 =
    numel(resultado22d(and(resultado22d>=0.7,resultado22d<=2)));
    menor3 = numel(resultado22d(resultado22d<0.7));
    mayor3 = numel(resultado22d(resultado22d>2));
    porc_entre3 = (entre3/12000)*100;
    porc_menor3 = (menor3/12000)*100;
    porc_mayor3 = (mayor3/12000)*100;
    porc_t3 = [porc_entre3 porc_menor3 porc_mayor3];

    entre4 =
    numel(resultado33d(and(resultado33d>=0.7,resultado33d<=2)));
    menor4 = numel(resultado33d(resultado33d<0.7));
    mayor4 = numel(resultado33d(resultado33d>2));
    porc_entre4 = (entre4/12000)*100;
    porc_menor4 = (menor4/12000)*100;
    porc_mayor4 = (mayor4/12000)*100;
    porc_t4 = [porc_entre4 porc_menor4 porc_mayor4];

    entre5 =
    numel(resultado44d(and(resultado44d>=0.7,resultado44d<=2)));
    menor5 = numel(resultado44d(resultado44d<0.7));
    mayor5 = numel(resultado44d(resultado44d>2));
    porc_entre5 = (entre5/12000)*100;
    porc_menor5 = (menor5/12000)*100;
    porc_mayor5 = (mayor5/12000)*100;
    porc_t5 = [porc_entre5 porc_menor5 porc_mayor5];

    mediana_d1 = median(resultado0d);
    app.MedianaEditField_5.Value = mediana_d1;
    desvia_est_d1 = std(resultado0d);
    app.DesviacinEstandarEditField_5.Value = desvia_est_d1;

```




```

media_d1 = mean(resultado0d);
app.MediaEditField_5.Value = media_d1;
moda_a1 = mode(resultado0d);
app.ModaEditField_5.Value = moda_a1;
maximo_d1 = max(resultado0d);
minimo_d1 = min(resultado0d);
rango_d1 = range(resultado0d);
app.RangoEditField_5.Value = rango_d1;
varianza_d1 = var(resultado0d);
app.VarianzaEditField_5.Value = varianza_d1;

ordenar_a1d = sort(resultado0d);
tabla11 = tabulate(ordenar_a1d);
app.UITable_10.Data = tabla11;

y_a1 = normpdf(ordenar_a1d,media_d1,desvia_est_d1);
plot((app.UIAxes2_8),ordenar_a1d, y_a1)

pd = makedist('Normal','mu',media_d1,'sigma',desvia_est_d1);
p = cdf(pd,ordenar_a1d);
plot((app.UIAxes2_10),ordenar_a1d,p)

y_a11 = icdf('Normal',ordenar_a1d,media_d1,desvia_est_d1);
plot((app.UIAxes2_12),ordenar_a1d,y_a11)

prom_simu_e = round(mean(Data_enerod),2);
prom_simu_f = round(mean(Data_febrerod),2);
prom_simu_m = round(mean(Data_marzod),2);
prom_simu_ab = round(mean(Data_abrild),2);
prom_simu_my = round(mean(Data_mayod),2);
prom_simu_j = round(mean(Data_juniod),2);
prom_simu_jl = round(mean(Data_juliod),2);
prom_simu_a = round(mean(Data_agostod),2);
prom_simu_s = round(mean(Data_septiembred),2);
prom_simu_o = round(mean(Data_octubred),2);
prom_simu_n = round(mean(Data_noviembred),2);
prom_simu_d = round(mean(Data_diciembred),2);

prom_simu_e1 = round(mean(Data_enero1d),2);
prom_simu_f1 = round(mean(Data_febrero1d),2);
prom_simu_m1 = round(mean(Data_marzo1d),2);
prom_simu_ab1 = round(mean(Data_abril1d),2);
prom_simu_my1 = round(mean(Data_mayo1d),2);
prom_simu_j1 = round(mean(Data_junio1d),2);
prom_simu_jl1 = round(mean(Data_julio1d),2);
prom_simu_a1 = round(mean(Data_agosto1d),2);
prom_simu_s1 = round(mean(Data_septiembre1d),2);
prom_simu_o1 = round(mean(Data_octubre1d),2);
prom_simu_n1 = round(mean(Data_noviembre1d),2);
prom_simu_d1 = round(mean(Data_diciembre1d),2);

prom_simu_e2 = round(mean(Data_enero2d),2);
prom_simu_f2 = round(mean(Data_febrero2d),2);

```



```

prom_simu_m2 = round(mean(Data_marzo2d),2);
prom_simu_ab2 = round(mean(Data_abril2d),2);
prom_simu_my2 = round(mean(Data_mayo2d),2);
prom_simu_j2 = round(mean(Data_junio2d),2);
prom_simu_jl2 = round(mean(Data_julio2d),2);
prom_simu_a2 = round(mean(Data_agosto2d),2);
prom_simu_s2 = round(mean(Data_septiembre2d),2);
prom_simu_o2 = round(mean(Data_octubre2d),2);
prom_simu_n2 = round(mean(Data_noviembre2d),2);
prom_simu_d2 = round(mean(Data_diciembre2d),2);

prom_simu_e3 = round(mean(Data_enero3d),2);
prom_simu_f3 = round(mean(Data_febrero3d),2);
prom_simu_m3 = round(mean(Data_marzo3d),2);
prom_simu_ab3 = round(mean(Data_abril3d),2);
prom_simu_my3 = round(mean(Data_mayo3d),2);
prom_simu_j3 = round(mean(Data_junio3d),2);
prom_simu_jl3 = round(mean(Data_julio3d),2);
prom_simu_a3 = round(mean(Data_agosto3d),2);
prom_simu_s3 = round(mean(Data_septiembre3d),2);
prom_simu_o3 = round(mean(Data_octubre3d),2);
prom_simu_n3 = round(mean(Data_noviembre3d),2);
prom_simu_d3 = round(mean(Data_diciembre3d),2);

prom_simu_e4 = round(mean(Data_enero4d),2);
prom_simu_f4 = round(mean(Data_febrero4d),2);
prom_simu_m4 = round(mean(Data_marzo4d),2);
prom_simu_ab4 = round(mean(Data_abril4d),2);
prom_simu_my4 = round(mean(Data_mayo4d),2);
prom_simu_j4 = round(mean(Data_junio4d),2);
prom_simu_jl4 = round(mean(Data_julio4d),2);
prom_simu_a4 = round(mean(Data_agosto4d),2);
prom_simu_s4 = round(mean(Data_septiembre4d),2);
prom_simu_o4 = round(mean(Data_octubre4d),2);
prom_simu_n4 = round(mean(Data_noviembre4d),2);
prom_simu_d4 = round(mean(Data_diciembre4d),2);

pro_meses = [prom_simu_e prom_simu_f prom_simu_m prom_simu_ab ...
              prom_simu_my prom_simu_j prom_simu_jl prom_simu_a prom_simu_s
...
              prom_simu_o prom_simu_n prom_simu_d; ...
              prom_simu_e1 prom_simu_f1 prom_simu_m1 prom_simu_ab1 ...
              prom_simu_my1 prom_simu_j1 prom_simu_jl1 prom_simu_a1
prom_simu_s1 ...
              prom_simu_o1 prom_simu_n1 prom_simu_d1; ...
              prom_simu_e2 prom_simu_f2 prom_simu_m2 prom_simu_ab2 ...
              prom_simu_my2 prom_simu_j2 prom_simu_jl2 prom_simu_a2
prom_simu_s2 ...
              prom_simu_o2 prom_simu_n2 prom_simu_d2; ...
              prom_simu_e3 prom_simu_f3 prom_simu_m3 prom_simu_ab3 ...
              prom_simu_my3 prom_simu_j3 prom_simu_jl3 prom_simu_a3
prom_simu_s3 ...
              prom_simu_o3 prom_simu_n3 prom_simu_d3; ...

```




```

        prom_simu_e4 prom_simu_f4 prom_simu_m4 prom_simu_ab4 ...
        prom_simu_my4 prom_simu_j4 prom_simu_jl4 prom_simu_a4
prom_simu_s4 ...
        prom_simu_o4 prom_simu_n4 prom_simu_d4];
app.UITable_12.Data = pro_meses;

A=1:1000;
ejex=A';

plot(app.UIAxes2_7,resultado0d)

anio1d = [prom_simu_e prom_simu_f prom_simu_m prom_simu_ab ...
        prom_simu_my prom_simu_j prom_simu_jl prom_simu_a prom_simu_s
...
        prom_simu_o prom_simu_n prom_simu_d];
anio2d =[prom_simu_e1 prom_simu_f1 prom_simu_m1 prom_simu_ab1 ...
        prom_simu_my1 prom_simu_j1 prom_simu_jl1 prom_simu_a1
prom_simu_s1 ...
        prom_simu_o1 prom_simu_n1 prom_simu_d1];
anio3d = [prom_simu_e2 prom_simu_f2 prom_simu_m2 prom_simu_ab2
...
        prom_simu_my2 prom_simu_j2 prom_simu_jl2 prom_simu_a2
prom_simu_s2 ...
        prom_simu_o2 prom_simu_n2 prom_simu_d2];
anio4d = [prom_simu_e3 prom_simu_f3 prom_simu_m3 prom_simu_ab3
...
        prom_simu_my3 prom_simu_j3 prom_simu_jl3 prom_simu_a3
prom_simu_s3 ...
        prom_simu_o3 prom_simu_n3 prom_simu_d3];
anio5d = [prom_simu_e4 prom_simu_f4 prom_simu_m4 prom_simu_ab4
...
        prom_simu_my4 prom_simu_j4 prom_simu_jl4 prom_simu_a4
prom_simu_s4 ...
        prom_simu_o4 prom_simu_n4 prom_simu_d4];

anio1_td = anio1d';
anio2_td = anio2d';
anio3_td = anio3d';
anio4_td = anio4d';
anio5_td = anio5d';

B1 = 1:12;
Ejex1 = B1';
plot((app.UIAxes2_9),Ejex1,anio1d,Ejex1,anio2d,Ejex1,anio3d, ...
        Ejex1,anio4d,Ejex1,anio5d)

histogram(app.UIAxes2_11,resultado0d)

p1 = mean(anio1_td);
p2 = mean(anio2_td);
p3 = mean(anio3_td);
p4 = mean(anio4_td);
p5 = mean(anio5_td);

```



```

v_pt = [p1 p2 p3 p4 p5];
v_ptt = v_pt';
prom_ptd =mean(v_ptt);
end

% Button pushed function: Ao1Button_11
function Ao1Button_11Pushed(app, event)
    global resultado0d
    plot(resultado0d)
    title ('Dirección del viento simulado año 1','FontSize',18)
    xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
    ylabel('Dirección en °','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao2Button_11
function Ao2Button_11Pushed(app, event)
    global resultado11d
    plot(resultado11d)
    title ('Dirección del viento simulado año 2','FontSize',18)
    xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
    ylabel('Dirección en °','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao3Button_11
function Ao3Button_11Pushed(app, event)
    global resultado22d
    plot(resultado22d)
    title ('Dirección del viento simulado año 3','FontSize',18)
    xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
    ylabel('Dirección en °','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao4Button_11
function Ao4Button_11Pushed(app, event)
    global resultado33d
    plot(resultado33d)
    title ('Dirección del viento simulado año 4','FontSize',18)
    xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
    ylabel('Dirección en °','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao5Button_11
function Ao5Button_11Pushed(app, event)
    global resultado44d
    plot(resultado44d)
    title ('Dirección del viento simulado año 5','FontSize',18)
    xlabel('Número de simulaciones','FontSize',18)
    ylabel('Dirección en °','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao1Button_14
function Ao1Button_14Pushed(app, event)
    global resultado0d

```



```

    histogram(resultado0d)
    title ('Histograma año 1','FontSize',18)
    xlabel('Dirección en °','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao2Button_14
function Ao2Button_14Pushed(app, event)
    global resultado11d
    histogram(resultado11d)
    title ('Histograma año 2','FontSize',18)
    xlabel('Dirección en °','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao3Button_14
function Ao3Button_14Pushed(app, event)
    global resultado22d
    histogram(resultado22d)
    title ('Histograma año 3','FontSize',18)
    xlabel('Dirección en °','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao4Button_14
function Ao4Button_14Pushed(app, event)
    global resultado33d
    histogram(resultado33d)
    title ('Histograma año 4','FontSize',18)
    xlabel('Dirección en °','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao5Button_14
function Ao5Button_14Pushed(app, event)
    global resultado44d
    histogram(resultado44d)
    title ('Histograma año 5','FontSize',18)
    xlabel('Dirección en °','FontSize',18)
    ylabel('Frecuencia','FontSize',18)
end

% Button pushed function: AmpliarGrficaButton_10
function AmpliarGrficaButton_10Pushed(app, event)
    global anio1d
    global anio2d
    global anio3d
    global anio4d
    global anio5d

    B = 1:12;
    Ejex = B';

```



```

plot(Ejex,anio1d,'r')
hold on;
plot(Ejex,anio2d,'g')
hold on;
plot(Ejex,anio3d,'b')
hold on;
plot(Ejex,anio4d)
hold on
plot(Ejex,anio5d)
legend('año 1','año 2', 'año 3', 'año 4')
hold off

title ('Dirección del viento Aleatorio')
xlabel('mes')
ylabel('Dirección en °')
end

% Button pushed function: Ao1Button_16
function Ao1Button_16Pushed(app, event)
    global resultado0d
    global resultado0d
    global ordenar_a1d
    global y11d
    global p1d
    global y_a1d

    app.UITable_11.Data = resultado0d;

    mediana_d1 = median(resultado0d);
    app.MedianaEditField_5.Value = mediana_d1;

    desvia_est_d1 = std(resultado0d);
    app.DesviacinEstandarEditField_5.Value = desvia_est_d1;

    media_d1 = mean(resultado0d);
    app.MediaEditField_5.Value = media_d1;

    moda_d1 = mode(resultado0d);
    app.ModaEditField_5.Value = moda_d1;

    maximo_d1 = max(resultado0d);

    minimo_d1 = min(resultado0d);

    rango_d1 = range(resultado0d);
    app.RangoEditField_5.Value = rango_d1;

    varianza_d1 = var(resultado0d);
    app.VarianzaEditField_5.Value = varianza_d1;

    ordenar_a1d = sort(resultado0d);
    tabla11 = tabulate(ordenar_a1d);
    app.UITable_10.Data = tabla11;

```



```

y_a1d = normpdf(ordenar_a1d,media_d1,desvia_est_d1);
plot((app.UIAxes2_8),ordenar_a1d, y_a1d)

pd = makedist('Normal','mu',media_d1,'sigma',desvia_est_d1);
p1d = cdf(pd,ordenar_a1d);
plot((app.UIAxes2_10),ordenar_a1d,p1d)

y11d = icdf('Normal',ordenar_a1d,media_d1,desvia_est_d1);
plot((app.UIAxes2_12),ordenar_a1d,y11d)

plot(app.UIAxes2_7,resultado0d)

histogram(app.UIAxes2_11,resultado0d)
end

% Button pushed function: Ao2Button_16
function Ao2Button_16Pushed(app, event)
    global resultado1d
    global resultado11d
    global ordenar_a2d
    global y_a2d
    global y22d
    global p2d

    app.UITable_11.Data = resultado1d;

    mediana_d2 = median(resultado11d);
    app.MedianaEditField_5.Value = mediana_d2;

    desvia_est_d2 = std(resultado11d);
    app.DesviacinEstandarEditField_5.Value = desvia_est_d2;

    media_d2 = mean(resultado11d);
    app.MediaEditField_5.Value = media_d2;

    moda_d2 = mode(resultado11d);
    app.ModaEditField_5.Value = moda_d2;

    maximo_d2 = max(resultado11d);

    minimo_d2 = min(resultado11d);

    rango_d2 = range(resultado11d);
    app.RangoEditField_5.Value = rango_d2;

    varianza_d2 = var(resultado11d);
    app.VarianzaEditField_5.Value = varianza_d2;

    ordenar_a2d = sort(resultado11d);
    tabla22 = tabulate(ordenar_a2d);
    app.UITable_10.Data = tabla22;

```



```

y_a2d = normpdf(ordenar_a2d,media_d2,desvia_est_d2);
plot((app.UIAxes2_8),ordenar_a2d, y_a2d)

pd = makedist('Normal','mu',media_d2,'sigma',desvia_est_d2);
p2d = cdf(pd,ordenar_a2d);
plot((app.UIAxes2_10),ordenar_a2d,p2d)

y22d = icdf('Normal',ordenar_a2d,media_d2,desvia_est_d2);
plot((app.UIAxes2_12),ordenar_a2d,y22d)

plot(app.UIAxes2_7,resultado11d)

histogram(app.UIAxes2_11,resultado11d)
end

% Button pushed function: Ao3Button_16
function Ao3Button_16Pushed(app, event)
    global resultado2d
    global resultado22d
    global ordenar_a3d
    global y_a3d
    global y33d
    global p3d

    app.UITable_11.Data = resultado2d;

    mediana_d3 = median(resultado22d);
    app.MedianaEditField_5.Value = mediana_d3;

    desvia_est_d3 = std(resultado22d);
    app.DesviacinEstandarEditField_5.Value = desvia_est_d3;

    media_d3 = mean(resultado22d);
    app.MediaEditField_5.Value = media_d3;

    moda_d3 = mode(resultado22d);
    app.ModaEditField_5.Value = moda_d3;

    maximo_d3 = max(resultado22d);

    minimo_d3 = min(resultado22d);

    rango_d3 = range(resultado22d);
    app.RangoEditField_5.Value = rango_d3;

    varianza_d3 = var(resultado22d);
    app.VarianzaEditField_5.Value = varianza_d3;

    ordenar_a3d = sort(resultado22d);
    tabla33 = tabulate(ordenar_a3d);
    app.UITable_10.Data = tabla33;

    y_a3d = normpdf(ordenar_a3d,media_d3,desvia_est_d3);

```



```

plot((app.UIAxes2_8),ordenar_a3d, y_a3d)

pd = makedist('Normal','mu',media_d3,'sigma',desvia_est_d3);
p3d = cdf(pd,ordenar_a3d);
plot((app.UIAxes2_10),ordenar_a3d,p3d)

y33d = icdf('Normal',ordenar_a3d,media_d3,desvia_est_d3);
plot((app.UIAxes2_12),ordenar_a3d,y33d)

plot(app.UIAxes2_7,resultado22d)

histogram(app.UIAxes2_11,resultado22d)
end

% Button pushed function: Ao4Button_16
function Ao4Button_16Pushed(app, event)
    global resultado3d
    global resultado33d
    global ordenar_a4d
    global y_a4d
    global y44d
    global p4d

    app.UITable_11.Data = resultado3d;

    mediana_d4 = median(resultado33d);
    app.MedianaEditField_5.Value = mediana_d4;

    desvia_est_d4 = std(resultado33d);
    app.DesviacinEstandarEditField_5.Value = desvia_est_d4;

    media_d4 = mean(resultado33d);
    app.MediaEditField_5.Value = media_d4;

    moda_d4 = mode(resultado33d);
    app.ModaEditField_5.Value = moda_d4;

    maximo_d4 = max(resultado33d);

    minimo_d4 = min(resultado33d);

    rango_d4 = range(resultado33d);
    app.RangoEditField_5.Value = rango_d4;

    varianza_d4 = var(resultado33d);
    app.VarianzaEditField_5.Value = varianza_d4;

    ordenar_a4d = sort(resultado33d);
    tabla44 = tabulate(ordenar_a4d);
    app.UITable_10.Data = tabla44;

    y_a4d = normpdf(ordenar_a4d,media_d4,desvia_est_d4);
    plot((app.UIAxes2_8),ordenar_a4d, y_a4d)

```



```

pd = makedist('Normal','mu',media_d4,'sigma',desvia_est_d4);
p4d = cdf(pd,ordenar_a4d);
plot((app.UIAxes2_10),ordenar_a4d,p4d)

y44d = icdf('Normal',ordenar_a4d,media_d4,desvia_est_d4);
plot((app.UIAxes2_12),ordenar_a4d,y44d)

plot(app.UIAxes2_7,resultado33d)

histogram(app.UIAxes2_11,resultado33d)
end

% Button pushed function: Ao5Button_16
function Ao5Button_16Pushed(app, event)
    global resultado4d
    global resultado44d
    global ordenar_a5d
    global y_a5d
    global y55d
    global p5d

    app.UITable_11.Data = resultado4d;

    mediana_d5 = median(resultado44d);
    app.MedianaEditField_5.Value = mediana_d5;

    desvia_est_d5 = std(resultado44d);
    app.DesviacinEstandarEditField_5.Value = desvia_est_d5;

    media_d5 = mean(resultado44d);
    app.MediaEditField_5.Value = media_d5;

    moda_d5 = mode(resultado44d);
    app.ModaEditField_5.Value = moda_d5;

    maximo_d5 = max(resultado44d);

    minimo_d5 = min(resultado44d);

    rango_d5 = range(resultado44d);
    app.RangoEditField_2.Value = rango_d5;

    varianza_d5 = var(resultado44d);
    app.VarianzaEditField_5.Value = varianza_d5;

    ordenar_a5d = sort(resultado44d);
    tabla55 = tabulate(ordenar_a5d);
    app.UITable_10.Data = tabla55;

    y_a5d = normpdf(ordenar_a5d,media_d5,desvia_est_d5);
    plot((app.UIAxes2_8),ordenar_a5d, y_a5d)

```




```

pd = makedist('Normal','mu',media_d5,'sigma',desvia_est_d5);
p5d = cdf(pd,ordenar_a5d);
plot((app.UIAxes2_10),ordenar_a5d,p5d)

y55d = icdf('Normal',ordenar_a5d,media_d5,desvia_est_d5);
plot((app.UIAxes2_12),ordenar_a5d,y55d)

plot(app.UIAxes2_7,resultado44d)

histogram(app.UIAxes2_11,resultado44d)
end

% Button pushed function: Ao1Button_12
function Ao1Button_12Pushed(app, event)
    global ordenar_a1d
    global y_a1d
    plot(ordenar_a1d, y_a1d,'LineWidth',3)
    title ('PDF','FontSize',18)
    xlabel('Dirección en °','FontSize',18)
    ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao2Button_12
function Ao2Button_12Pushed(app, event)
    global ordenar_a2d
    global y_a2d
    plot(ordenar_a2d, y_a2d,'LineWidth',3)
    title ('PDF','FontSize',18)
    xlabel('Dirección en °','FontSize',18)
    ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao3Button_12
function Ao3Button_12Pushed(app, event)
    global ordenar_a3d
    global y_a3d
    plot(ordenar_a3d, y_a3d,'LineWidth',3)
    title ('PDF','FontSize',18)
    xlabel('Dirección en °','FontSize',18)
    ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao4Button_12
function Ao4Button_12Pushed(app, event)
    global ordenar_a4d
    global y_a4d
    plot(ordenar_a4d, y_a4d,'LineWidth',3)
    title ('PDF','FontSize',18)
    xlabel('Dirección en °','FontSize',18)
    ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao5Button_12

```



```

function Ao5Button_12Pushed(app, event)
    global ordenar_a5d
    global y_a5d
    plot(ordenar_a5d, y_a5d, 'LineWidth', 3)
    title ('PDF', 'FontSize', 18)
    xlabel('Dirección en °', 'FontSize', 18)
    ylabel('Probabilidad', 'FontSize', 18)
end

% Button pushed function: Ao1Button_13
function Ao1Button_13Pushed(app, event)
    global ordenar_a1d
    global p1d
    plot(ordenar_a1d, p1d, 'LineWidth', 3)
    title ('CDF', 'FontSize', 18)
    xlabel('Dirección en °', 'FontSize', 18)
    ylabel('Probabilidad', 'FontSize', 18)
end

% Button pushed function: Ao2Button_13
function Ao2Button_13Pushed(app, event)
    global ordenar_a2d
    global p2d
    plot(ordenar_a2d, p2d, 'LineWidth', 3)
    title ('CDF', 'FontSize', 18)
    xlabel('Dirección en °', 'FontSize', 18)
    ylabel('Probabilidad', 'FontSize', 18)
end

% Button pushed function: Ao3Button_13
function Ao3Button_13Pushed(app, event)
    global ordenar_a3d
    global p3d
    plot(ordenar_a3d, p3d, 'LineWidth', 3)
    title ('CDF', 'FontSize', 18)
    xlabel('Dirección en °', 'FontSize', 18)
    ylabel('Probabilidad', 'FontSize', 18)
end

% Button pushed function: Ao4Button_13
function Ao4Button_13Pushed(app, event)
    global ordenar_a4d
    global p4d
    plot(ordenar_a4d, p4d, 'LineWidth', 3)
    title ('CDF', 'FontSize', 18)
    xlabel('Dirección en °', 'FontSize', 18)
    ylabel('Probabilidad', 'FontSize', 18)
end

% Button pushed function: Ao5Button_13
function Ao5Button_13Pushed(app, event)
    global ordenar_a5d
    global p5d

```



```

plot(ordenar_a5d,p5d,'LineWidth',3)
title ('CDF','FontSize',18)
xlabel('Dirección en °','FontSize',18)
ylabel('Probabilidad','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao1Button_15
function Ao1Button_15Pushed(app, event)
    global ordenar_a1d
    global y11d
    plot(ordenar_a1d, y11d,'LineWidth',3)
    title ('ICDF','FontSize',18)
    xlabel('Generación de números aleatorios','FontSize',18)
    ylabel('Dirección en °','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao2Button_15
function Ao2Button_15Pushed(app, event)
    global ordenar_a2d
    global y22d
    plot(ordenar_a2d, y22d,'LineWidth',3)
    title ('ICDF','FontSize',18)
    xlabel('Generación de números aleatorios','FontSize',18)
    ylabel('Dirección en °','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao3Button_15
function Ao3Button_15Pushed(app, event)
    global ordenar_a3d
    global y33d
    plot(ordenar_a3d, y33d,'LineWidth',2)
    title ('ICDF','FontSize',18)
    xlabel('Generación de números aleatorios','FontSize',18)
    ylabel('Dirección en °','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao4Button_15
function Ao4Button_15Pushed(app, event)
    global ordenar_a4d
    global y44d
    plot(ordenar_a4d, y44d,'LineWidth',3)
    title ('ICDF','FontSize',18)
    xlabel('Generación de números aleatorios','FontSize',18)
    ylabel('Dirección en °','FontSize',18)
end

% Button pushed function: Ao5Button_15
function Ao5Button_15Pushed(app, event)
    global ordenar_a5d
    global y55d
    plot(ordenar_a5d, y55d,'LineWidth',3)
    title ('ICDF','FontSize',18)
    xlabel('Generación de números aleatorios','FontSize',18)

```



```

        ylabel('Dirección en °','FontSize',18)
    end
end

% Component initialization
methods (Access = private)

    % Create UIFigure and components
    function createComponents(app)

        % Get the file path for locating images
        pathToMLAPP = fileparts(mfilename('fullpath'));

        % Create UIFigure and hide until all components are created
        app.UIFigure = uifigure('Visible', 'off');
        app.UIFigure.Position = [100 100 1254 709];
        app.UIFigure.Name = 'MATLAB App';

        % Create TabGroup
        app.TabGroup = uitabgroup(app.UIFigure);
        app.TabGroup.Position = [-1 1 1256 709];

        % Create PresentacinTab
        app.PresentacinTab = uitab(app.TabGroup);
        app.PresentacinTab.Title = 'Presentación ';

        % Create UNIVERSIDADTCNICADELNORTELabel
        app.UNIVERSIDADTCNICADELNORTELabel = uilabel(app.PresentacinTab);
        app.UNIVERSIDADTCNICADELNORTELabel.HorizontalAlignment =
'center';

        app.UNIVERSIDADTCNICADELNORTELabel.FontName = 'Arial';
        app.UNIVERSIDADTCNICADELNORTELabel.FontSize = 26;
        app.UNIVERSIDADTCNICADELNORTELabel.FontWeight = 'bold';
        app.UNIVERSIDADTCNICADELNORTELabel.Position = [233 557 870 65];
        app.UNIVERSIDADTCNICADELNORTELabel.Text = 'UNIVERSIDAD TÉCNICA
DEL NORTE';

        % Create Image
        app.Image = uiimage(app.PresentacinTab);
        app.Image.Position = [1023 466 151 154];
        app.Image.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'logoUTN.jpg');

        % Create Image2
        app.Image2 = uiimage(app.PresentacinTab);
        app.Image2.Position = [162 466 157 154];
        app.Image2.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'logoCIELE.png');

        % Create CARRERADEELECTRICIDADLabel
        app.CARRERADEELECTRICIDADLabel = uilabel(app.PresentacinTab);
        app.CARRERADEELECTRICIDADLabel.HorizontalAlignment = 'center';
        app.CARRERADEELECTRICIDADLabel.FontName = 'Arial';
        app.CARRERADEELECTRICIDADLabel.FontSize = 22;
        app.CARRERADEELECTRICIDADLabel.FontWeight = 'bold';

```



```
app.CARRERADEELECTRICIDADLabel.Position = [366 446 584 54];
app.CARRERADEELECTRICIDADLabel.Text = {'FACULTAD DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS APLICADAS'; 'CARRERA DE ELECTRICIDAD'};
```

```
% Create Label
app.Label = uilabel(app.PresentacinTab);
app.Label.HorizontalAlignment = 'center';
app.Label.WordWrap = 'on';
app.Label.FontName = 'Arial';
app.Label.FontSize = 22;
app.Label.FontWeight = 'bold';
app.Label.Position = [318 254 701 114];
app.Label.Text = 'APLICACIÓN DEL MÉTODO DE SIMULACIÓN MONTE-CARLO
PARA LA ESTIMACIÓN DE GENERACIÓN EÓLICA BASADA EN LA VELOCIDAD DEL VIENTO
COMO VARIABLE ALEATORIA';
```

```
% Create AutorAngelDazTutorMScJulioGuerra20242025Label
app.AutorAngelDazTutorMScJulioGuerra20242025Label =
uilabel(app.PresentacinTab);

app.AutorAngelDazTutorMScJulioGuerra20242025Label.HorizontalAlignment =
'center';

app.AutorAngelDazTutorMScJulioGuerra20242025Label.FontName =
'Arial';

app.AutorAngelDazTutorMScJulioGuerra20242025Label.FontSize = 22;
app.AutorAngelDazTutorMScJulioGuerra20242025Label.FontWeight =
'bold';

app.AutorAngelDazTutorMScJulioGuerra20242025Label.Position = [581
47 202 135];
app.AutorAngelDazTutorMScJulioGuerra20242025Label.Text =
{'Autor: '; 'Angel Díaz '; 'Tutor: '; 'MSc. Julio Guerra'; '2024-2025'};
```

```
% Create SimulacinMonteCarloTab
app.SimulacinMonteCarloTab = uitab(app.TabGroup);
app.SimulacinMonteCarloTab.Title = 'Simulación Monte-Carlo';
```

```
% Create TabGroup2
app.TabGroup2 = uitabgroup(app.SimulacinMonteCarloTab);
app.TabGroup2.Position = [1 0 1254 685];
```

```
% Create HistorialdelaVelocidaddelVientoTab
app.HistorialdelaVelocidaddelVientoTab = uitab(app.TabGroup2);
app.HistorialdelaVelocidaddelVientoTab.Title = 'Historial de la
Velocidad del Viento';
```

```
% Create UIAxes
app.UIAxes = uiaxes(app.HistorialdelaVelocidaddelVientoTab);
title(app.UIAxes, 'Promedio Mensual')
xlabel(app.UIAxes, 'Meses')
ylabel(app.UIAxes, 'Velocidad (m/s)')
zlabel(app.UIAxes, 'Z')
app.UIAxes.Position = [420 366 396 159];
```



```

% Create UIAxes_2
app.UIAxes_2 = uiaxes(app.Historialde la Velocidad del VientoTab);
title(app.UIAxes_2, 'Viento Diario')
xlabel(app.UIAxes_2, 'Días')
ylabel(app.UIAxes_2, 'Velocidad (m/s)')
zlabel(app.UIAxes_2, 'Z')
app.UIAxes_2.Position = [850 366 396 159];

% Create UIAxes_3
app.UIAxes_3 = uiaxes(app.Historialde la Velocidad del VientoTab);
title(app.UIAxes_3, 'Probabilidad Normal')
xlabel(app.UIAxes_3, 'Velocidad (m/s)')
ylabel(app.UIAxes_3, 'Frecuencia')
zlabel(app.UIAxes_3, 'Z')
app.UIAxes_3.Position = [421 136 396 159];

% Create UIAxes_4
app.UIAxes_4 = uiaxes(app.Historialde la Velocidad del VientoTab);
title(app.UIAxes_4, 'Ajuste de distribución')
xlabel(app.UIAxes_4, 'Velocidad(m/s)')
ylabel(app.UIAxes_4, 'Frecuencia')
zlabel(app.UIAxes_4, 'Z')
app.UIAxes_4.Position = [850 136 396 159];

% Create INICIARButton
app.INICIARButton =
uibutton(app.Historialde la Velocidad del VientoTab, 'state');
app.INICIARButton.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@INICIARButtonValueChanged, true);
app.INICIARButton.Text = 'INICIAR';
app.INICIARButton.FontWeight = 'bold';
app.INICIARButton.Position = [556 35 124 33];

% Create ResultadosPanel
app.ResultadosPanel =
uipanel(app.Historialde la Velocidad del VientoTab);
app.ResultadosPanel.TitlePosition = 'centertop';
app.ResultadosPanel.Title = 'Resultados';
app.ResultadosPanel.FontWeight = 'bold';
app.ResultadosPanel.Position = [463 581 749 70];

% Create MedianaLabel
app.MedianaLabel = uilabel(app.ResultadosPanel);
app.MedianaLabel.Position = [29 19 65 22];
app.MedianaLabel.Text = 'Mediana: ';

% Create MedianaEditField
app.MedianaEditField = uieditfield(app.ResultadosPanel,
'numeric');
app.MedianaEditField.Position = [82 19 27 22];

% Create ModaEditFieldLabel
app.ModaEditFieldLabel = uilabel(app.ResultadosPanel);

```



```

app.ModalEditFieldLabel.Position = [215 18 45 22];
app.ModalEditFieldLabel.Text = 'Moda: ';

% Create ModalEditField
app.ModalEditField = uicontrol(app.ResultadosPanel, 'numeric');
app.ModalEditField.Position = [259 18 27 22];

% Create RangoEditFieldLabel
app.RangoEditFieldLabel = uicontrol(app.ResultadosPanel);
app.RangoEditFieldLabel.Position = [296 17 40 22];
app.RangoEditFieldLabel.Text = 'Rango: ';

% Create RangoEditField
app.RangoEditField = uicontrol(app.ResultadosPanel, 'numeric');
app.RangoEditField.Position = [335 16 27 22];

% Create MediaEditFieldLabel
app.MediaEditFieldLabel = uicontrol(app.ResultadosPanel);
app.MediaEditFieldLabel.Position = [371 17 41 22];
app.MediaEditFieldLabel.Text = 'Media: ';

% Create MediaEditField
app.MediaEditField = uicontrol(app.ResultadosPanel, 'numeric');
app.MediaEditField.Position = [411 17 27 22];

% Create DesviacinEstandarLabel
app.DesviacinEstandarLabel = uicontrol(app.ResultadosPanel);
app.DesviacinEstandarLabel.Position = [460 11 67 30];
app.DesviacinEstandarLabel.Text = {'Desviación: '; 'Estandar'};

% Create DesviacinEstandarEditField
app.DesviacinEstandarEditField = uicontrol(app.ResultadosPanel,
'numeric');
app.DesviacinEstandarEditField.Position = [525 15 27 22];

% Create VarianzaEditFieldLabel
app.VarianzaEditFieldLabel = uicontrol(app.ResultadosPanel);
app.VarianzaEditFieldLabel.Position = [657 16 54 22];
app.VarianzaEditFieldLabel.Text = 'Varianza: ';

% Create VarianzaEditField
app.VarianzaEditField = uicontrol(app.ResultadosPanel,
'numeric');
app.VarianzaEditField.Position = [710 16 27 22];

% Create MximoEditFieldLabel
app.MximoEditFieldLabel = uicontrol(app.ResultadosPanel);
app.MximoEditFieldLabel.Position = [560 16 54 22];
app.MximoEditFieldLabel.Text = 'Máximo: ';

% Create MximoEditField
app.MximoEditField = uicontrol(app.ResultadosPanel, 'numeric');
app.MximoEditField.Position = [613 16 27 22];

```




```
% Create MnimoEditFieldLabel
app.MnimoEditFieldLabel = uilabel(app.ResultadosPanel);
app.MnimoEditFieldLabel.Position = [123 18 65 22];
app.MnimoEditFieldLabel.Text = 'Mínimo: ';

% Create MnimoEditField
app.MnimoEditField = uieditfield(app.ResultadosPanel, 'numeric');
app.MnimoEditField.Position = [176 18 27 22];

% Create DatosdelhistorialPanel
app.DatosdelhistorialPanel =
uipanel(app.Historialde la Velocidad del VientoTab);
app.DatosdelhistorialPanel.TitlePosition = 'centertop';
app.DatosdelhistorialPanel.Title = 'Datos del historial';
app.DatosdelhistorialPanel.FontWeight = 'bold';
app.DatosdelhistorialPanel.Position = [1 394 393 257];

% Create UITable
app.UITable = uitable(app.DatosdelhistorialPanel);
app.UITable.ColumnName = {'Total'; 'Año'; 'Mes'; 'Velocidad'};
app.UITable.RowName = {};
app.UITable.FontWeight = 'bold';
app.UITable.Position = [-1 -1 394 236];

% Create Probabilidadde la Velocidad del VientoPanel
app.Probabilidadde la Velocidad del VientoPanel =
uipanel(app.Historialde la Velocidad del VientoTab);
app.Probabilidadde la Velocidad del VientoPanel.TitlePosition =
'centertop';
app.Probabilidadde la Velocidad del VientoPanel.Title = 'Probabilidad
de la Velocidad del Viento';
app.Probabilidadde la Velocidad del VientoPanel.FontWeight = 'bold';
app.Probabilidadde la Velocidad del VientoPanel.Position = [1 66 393
257];

% Create UITable_2
app.UITable_2 =
uitable(app.Probabilidadde la Velocidad del VientoPanel);
app.UITable_2.ColumnName = {'Velocidad'; 'Frec. Absoluta'; '%'};
app.UITable_2.RowName = {};
app.UITable_2.FontWeight = 'bold';
app.UITable_2.Position = [-2 0 395 235];

% Create AmpliarGrficaButton
app.AmpliarGrficaButton =
uibutton(app.Historialde la Velocidad del VientoTab, 'push');
app.AmpliarGrficaButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@AmpliarGrficaButtonPushed, true);
app.AmpliarGrficaButton.Position = [587 331 100 22];
app.AmpliarGrficaButton.Text = 'Ampliar Gráfica';

% Create AmpliarGrficaButton_2
```




```

app.AmpliarGrficaButton_2 =
uibutton(app.Historialde la Velocidad del VientoTab, 'push');
app.AmpliarGrficaButton_2.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @AmpliarGrficaButton_2Pushed, true);
app.AmpliarGrficaButton_2.Position = [1008 331 100 22];
app.AmpliarGrficaButton_2.Text = 'Ampliar Gráfica';

% Create AmpliarGrficaButton_3
app.AmpliarGrficaButton_3 =
uibutton(app.Historialde la Velocidad del VientoTab, 'push');
app.AmpliarGrficaButton_3.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @AmpliarGrficaButton_3Pushed, true);
app.AmpliarGrficaButton_3.Position = [587 103 100 22];
app.AmpliarGrficaButton_3.Text = 'Ampliar Gráfica';

% Create AmpliarGrficaButton_4
app.AmpliarGrficaButton_4 =
uibutton(app.Historialde la Velocidad del VientoTab, 'push');
app.AmpliarGrficaButton_4.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @AmpliarGrficaButton_4Pushed, true);
app.AmpliarGrficaButton_4.Position = [1008 103 100 22];
app.AmpliarGrficaButton_4.Text = 'Ampliar Gráfica';

% Create Velocidad del Viento simuladoTab
app.Velocidad del Viento simuladoTab = uitab(app.TabGroup2);
app.Velocidad del Viento simuladoTab.Title = 'Velocidad del Viento
simulado';

% Create UIAxes2
app.UIAxes2 = uiaxes(app.Velocidad del Viento simuladoTab);
title(app.UIAxes2, 'Velocidad del viento Aleatorio')
xlabel(app.UIAxes2, 'Número de simulaciones')
ylabel(app.UIAxes2, 'Velocidad(m/s)')
zlabel(app.UIAxes2, 'Z')
app.UIAxes2.Position = [405 411 277 148];

% Create UIAxes2_2
app.UIAxes2_2 = uiaxes(app.Velocidad del Viento simuladoTab);
title(app.UIAxes2_2, 'PDF')
xlabel(app.UIAxes2_2, 'Velocidad(m/s)')
ylabel(app.UIAxes2_2, 'Probabilidad')
zlabel(app.UIAxes2_2, 'Z')
app.UIAxes2_2.Position = [402 176 277 148];

% Create UIAxes2_3
app.UIAxes2_3 = uiaxes(app.Velocidad del Viento simuladoTab);
title(app.UIAxes2_3, 'Comportamiento de la velocidad del viento')
xlabel(app.UIAxes2_3, 'Meses')
ylabel(app.UIAxes2_3, 'Velocidad(m/s)')
zlabel(app.UIAxes2_3, 'Z')
app.UIAxes2_3.Position = [685 409 277 148];

% Create UIAxes2_4

```



```

app.UIAxes2_4 = uiaxes(app.VelocidaddelVientosimuladoTab);
title(app.UIAxes2_4, 'CDF')
xlabel(app.UIAxes2_4, 'Velocidad(m/s)')
ylabel(app.UIAxes2_4, 'Probabilidad')
zlabel(app.UIAxes2_4, 'Z')
app.UIAxes2_4.Position = [677 176 277 148];

% Create UIAxes2_5
app.UIAxes2_5 = uiaxes(app.VelocidaddelVientosimuladoTab);
title(app.UIAxes2_5, 'Histograma')
xlabel(app.UIAxes2_5, 'Velocidad(m/s)')
ylabel(app.UIAxes2_5, 'Frecuencia')
zlabel(app.UIAxes2_5, 'Z')
app.UIAxes2_5.Position = [960 409 277 148];

% Create UIAxes2_6
app.UIAxes2_6 = uiaxes(app.VelocidaddelVientosimuladoTab);
title(app.UIAxes2_6, 'ICDF')
xlabel(app.UIAxes2_6, 'Generación de valores aleatorios')
ylabel(app.UIAxes2_6, 'Velocidad(m/s)')
zlabel(app.UIAxes2_6, 'Z')
app.UIAxes2_6.Position = [957 176 277 148];

% Create ResutadosPanel_2
app.ResutadosPanel_2 =
uipanel(app.VelocidaddelVientosimuladoTab);
app.ResutadosPanel_2.TitlePosition = 'centertop';
app.ResutadosPanel_2.Title = 'Resutados';
app.ResutadosPanel_2.FontWeight = 'bold';
app.ResutadosPanel_2.Position = [481 581 749 70];

% Create MedianaEditField_2Label
app.MedianaEditField_2Label = uilabel(app.ResutadosPanel_2);
app.MedianaEditField_2Label.Position = [29 19 65 22];
app.MedianaEditField_2Label.Text = 'Mediana: ';

% Create MedianaEditField_2
app.MedianaEditField_2 = uieditfield(app.ResutadosPanel_2,
'numeric');
app.MedianaEditField_2.Position = [82 19 27 22];

% Create ModaEditField_2Label
app.ModaEditField_2Label = uilabel(app.ResutadosPanel_2);
app.ModaEditField_2Label.Position = [151 20 45 22];
app.ModaEditField_2Label.Text = 'Moda: ';

% Create ModaEditField_2
app.ModaEditField_2 = uieditfield(app.ResutadosPanel_2,
'numeric');
app.ModaEditField_2.Position = [195 20 27 22];

% Create RangoEditField_2Label
app.RangoEditField_2Label = uilabel(app.ResutadosPanel_2);

```



```

app.RangoEditField_2Label.Position = [270 20 40 22];
app.RangoEditField_2Label.Text = 'Rango: ';

% Create RangoEditField_2
app.RangoEditField_2 = uieditfield(app.ResutadosPanel_2,
'numeric');
app.RangoEditField_2.Position = [309 19 27 22];

% Create MediaEditField_2Label
app.MediaEditField_2Label = uilabel(app.ResutadosPanel_2);
app.MediaEditField_2Label.Position = [370 20 41 22];
app.MediaEditField_2Label.Text = 'Media: ';

% Create MediaEditField_2
app.MediaEditField_2 = uieditfield(app.ResutadosPanel_2,
'numeric');
app.MediaEditField_2.Position = [410 20 27 22];

% Create DesviacinEstandarEditField_2Label
app.DesviacinEstandarEditField_2Label =
uilabel(app.ResutadosPanel_2);
app.DesviacinEstandarEditField_2Label.Position = [475 14 67 30];
app.DesviacinEstandarEditField_2Label.Text = {'Desviación: ';
'Estandar'};

% Create DesviacinEstandarEditField_2
app.DesviacinEstandarEditField_2 =
uieditfield(app.ResutadosPanel_2, 'numeric');
app.DesviacinEstandarEditField_2.Position = [540 18 27 22];

% Create VarianzaEditField_2Label
app.VarianzaEditField_2Label = uilabel(app.ResutadosPanel_2);
app.VarianzaEditField_2Label.Position = [631 19 54 22];
app.VarianzaEditField_2Label.Text = 'Varianza: ';

% Create VarianzaEditField_2
app.VarianzaEditField_2 = uieditfield(app.ResutadosPanel_2,
'numeric');
app.VarianzaEditField_2.Position = [684 19 27 22];

% Create ProbabilidaddeLaVelocidaddelVientoPanel
app.ProbabilidaddeLaVelocidaddelVientoPanel =
uipanel(app.VelocidaddelVientosimuladoTab);
app.ProbabilidaddeLaVelocidaddelVientoPanel.TitlePosition =
'centertop';
app.ProbabilidaddeLaVelocidaddelVientoPanel.Title = 'Probabilidad
de la Velocidad del Viento';
app.ProbabilidaddeLaVelocidaddelVientoPanel.FontWeight = 'bold';
app.ProbabilidaddeLaVelocidaddelVientoPanel.Position = [2 232 393
199];

% Create UITable_3

```



```

app.UITable_3 =
uitable(app.ProbabilidaddeVelocidaddelVientoPanel);
app.UITable_3.ColumnName = {'Velocidad'; 'Frec. Absoluta'; 'Frec.
Relativa(%)'};
app.UITable_3.RowName = {};
app.UITable_3.FontWeight = 'bold';
app.UITable_3.Position = [0 -1 393 179];

% Create VelocidaddelVientoAleatorioPanel
app.VelocidaddelVientoAleatorioPanel =
uipanel(app.VelocidaddelVientosimuladoTab);
app.VelocidaddelVientoAleatorioPanel.TitlePosition = 'centertop';
app.VelocidaddelVientoAleatorioPanel.Title = 'Velocidad del
Viento Aleatorio';
app.VelocidaddelVientoAleatorioPanel.FontWeight = 'bold';
app.VelocidaddelVientoAleatorioPanel.Position = [2 452 393 199];

% Create UITable_4
app.UITable_4 = uitable(app.VelocidaddelVientoAleatorioPanel);
app.UITable_4.ColumnName = {'Enero'; 'Febrero'; 'Marzo'; 'Abril';
'Mayo'; 'Junio'; 'Julio'; 'Agosto'; 'Septiembre'; 'Octubre'; 'Noviembre';
'Diciembre'};
app.UITable_4.RowName = {};
app.UITable_4.FontWeight = 'bold';
app.UITable_4.Position = [0 -1 392 179];

% Create PromediodelaVelocidaddelVientoAleatorioPanel
app.PromediodelaVelocidaddelVientoAleatorioPanel =
uipanel(app.VelocidaddelVientosimuladoTab);
app.PromediodelaVelocidaddelVientoAleatorioPanel.TitlePosition =
'centertop';
app.PromediodelaVelocidaddelVientoAleatorioPanel.Title =
'Promedio de la Velocidad del Viento Aleatorio';
app.PromediodelaVelocidaddelVientoAleatorioPanel.FontWeight =
'bold';
app.PromediodelaVelocidaddelVientoAleatorioPanel.Position = [1 14
393 199];

% Create UITable_5
app.UITable_5 =
uitable(app.PromediodelaVelocidaddelVientoAleatorioPanel);
app.UITable_5.ColumnName = {'Enero'; 'Febrero'; 'Marzo'; 'Abril';
'Mayo'; 'Junio'; 'Julio'; 'Agosto'; 'Septiembre'; 'Octubre'; 'Noviembre';
'Diciembre'};
app.UITable_5.RowName = {};
app.UITable_5.FontWeight = 'bold';
app.UITable_5.Position = [0 -1 392 179];

% Create Ao1Button
app.Ao1Button = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao1Button.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1ButtonPushed, true);

```



```

app.Ao1Button.Position = [419 390 49 23];
app.Ao1Button.Text = 'Año 1';

% Create Ao2Button
app.Ao2Button = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao2Button.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2ButtonPushed, true);
app.Ao2Button.Position = [468 390 49 22];
app.Ao2Button.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button
app.Ao3Button = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao3Button.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3ButtonPushed, true);
app.Ao3Button.Position = [517 390 49 22];
app.Ao3Button.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button
app.Ao4Button = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao4Button.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4ButtonPushed, true);
app.Ao4Button.Position = [566 390 49 22];
app.Ao4Button.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button
app.Ao5Button = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao5Button.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5ButtonPushed, true);
app.Ao5Button.Position = [614 390 49 22];
app.Ao5Button.Text = 'Año 5';

% Create Ao1Button_2
app.Ao1Button_2 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao1Button_2.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_2Pushed, true);
app.Ao1Button_2.Position = [416 155 49 23];
app.Ao1Button_2.Text = 'Año 1';

% Create Ao2Button_2
app.Ao2Button_2 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao2Button_2.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_2Pushed, true);
app.Ao2Button_2.Position = [465 155 49 22];
app.Ao2Button_2.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button_2

```



```

app.Ao3Button_2 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao3Button_2.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_2Pushed, true);
app.Ao3Button_2.Position = [514 155 49 22];
app.Ao3Button_2.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button_2
app.Ao4Button_2 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao4Button_2.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_2Pushed, true);
app.Ao4Button_2.Position = [563 155 49 22];
app.Ao4Button_2.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button_2
app.Ao5Button_2 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao5Button_2.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_2Pushed, true);
app.Ao5Button_2.Position = [611 155 49 22];
app.Ao5Button_2.Text = 'Año 5';

% Create AmpliarGrficaButton_5
app.AmpliarGrficaButton_5 =
uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab, 'push');
app.AmpliarGrficaButton_5.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @AmpliarGrficaButton_5Pushed, true);
app.AmpliarGrficaButton_5.Position = [790 384 97 26];
app.AmpliarGrficaButton_5.Text = 'Ampliar Gráfica';

% Create Ao1Button_4
app.Ao1Button_4 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao1Button_4.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_4Pushed, true);
app.Ao1Button_4.Position = [691 155 49 23];
app.Ao1Button_4.Text = 'Año 1';

% Create Ao2Button_4
app.Ao2Button_4 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao2Button_4.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_4Pushed, true);
app.Ao2Button_4.Position = [740 155 49 22];
app.Ao2Button_4.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button_4
app.Ao3Button_4 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao3Button_4.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_4Pushed, true);
app.Ao3Button_4.Position = [789 155 49 22];

```



```

app.Ao3Button_4.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button_4
app.Ao4Button_4 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao4Button_4.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_4Pushed, true);
app.Ao4Button_4.Position = [838 155 49 22];
app.Ao4Button_4.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button_4
app.Ao5Button_4 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao5Button_4.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_4Pushed, true);
app.Ao5Button_4.Position = [886 155 49 22];
app.Ao5Button_4.Text = 'Año 5';

% Create Ao1Button_5
app.Ao1Button_5 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao1Button_5.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_5Pushed, true);
app.Ao1Button_5.Position = [974 388 49 23];
app.Ao1Button_5.Text = 'Año 1';

% Create Ao2Button_5
app.Ao2Button_5 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao2Button_5.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_5Pushed, true);
app.Ao2Button_5.Position = [1023 388 49 22];
app.Ao2Button_5.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button_5
app.Ao3Button_5 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao3Button_5.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_5Pushed, true);
app.Ao3Button_5.Position = [1072 388 49 22];
app.Ao3Button_5.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button_5
app.Ao4Button_5 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
app.Ao4Button_5.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_5Pushed, true);
app.Ao4Button_5.Position = [1121 388 49 22];
app.Ao4Button_5.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button_5
app.Ao5Button_5 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');

```




```

        app.Ao5Button_5.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_5Pushed, true);
        app.Ao5Button_5.Position = [1169 388 49 22];
        app.Ao5Button_5.Text = 'Año 5';

        % Create Ao1Button_6
        app.Ao1Button_6 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
        app.Ao1Button_6.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_6Pushed, true);
        app.Ao1Button_6.Position = [971 155 49 23];
        app.Ao1Button_6.Text = 'Año 1';

        % Create Ao2Button_6
        app.Ao2Button_6 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
        app.Ao2Button_6.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_6Pushed, true);
        app.Ao2Button_6.Position = [1020 155 49 22];
        app.Ao2Button_6.Text = 'Año 2';

        % Create Ao3Button_6
        app.Ao3Button_6 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
        app.Ao3Button_6.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_6Pushed, true);
        app.Ao3Button_6.Position = [1069 155 49 22];
        app.Ao3Button_6.Text = 'Año 3';

        % Create Ao4Button_6
        app.Ao4Button_6 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
        app.Ao4Button_6.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_6Pushed, true);
        app.Ao4Button_6.Position = [1118 155 49 22];
        app.Ao4Button_6.Text = 'Año 4';

        % Create Ao5Button_6
        app.Ao5Button_6 = uibutton(app.VelocidaddelVientosimuladoTab,
'push');
        app.Ao5Button_6.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_6Pushed, true);
        app.Ao5Button_6.Position = [1166 155 49 22];
        app.Ao5Button_6.Text = 'Año 5';

        % Create Panel
        app.Panel = uipanel(app.VelocidaddelVientosimuladoTab);
        app.Panel.Position = [526 35 498 44];

        % Create INICIARButton_2
        app.INICIARButton_2 = uibutton(app.Panel, 'push');
        app.INICIARButton_2.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@INICIARButton_2Pushed, true);

```




```

app.INICIARButton_2.FontSize = 14;
app.INICIARButton_2.FontWeight = 'bold';
app.INICIARButton_2.Position = [25 10 100 25];
app.INICIARButton_2.Text = 'INICIAR';

% Create TextArea
app.TextArea = uitable(app.Panel);
app.TextArea.Position = [129 11 92 23];
app.TextArea.Value = {'Seleccione: '};

% Create Ao1Button_7
app.Ao1Button_7 = uitable(app.Panel, 'push');
app.Ao1Button_7.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_7Pushed, true);
app.Ao1Button_7.Position = [237 11 49 23];
app.Ao1Button_7.Text = 'Año 1';

% Create Ao2Button_7
app.Ao2Button_7 = uitable(app.Panel, 'push');
app.Ao2Button_7.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_7Pushed, true);
app.Ao2Button_7.Position = [286 11 49 22];
app.Ao2Button_7.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button_7
app.Ao3Button_7 = uitable(app.Panel, 'push');
app.Ao3Button_7.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_7Pushed, true);
app.Ao3Button_7.Position = [335 11 49 22];
app.Ao3Button_7.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button_7
app.Ao4Button_7 = uitable(app.Panel, 'push');
app.Ao4Button_7.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_7Pushed, true);
app.Ao4Button_7.Position = [384 11 49 22];
app.Ao4Button_7.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button_7
app.Ao5Button_7 = uitable(app.Panel, 'push');
app.Ao5Button_7.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_7Pushed, true);
app.Ao5Button_7.Position = [432 11 49 22];
app.Ao5Button_7.Text = 'Año 5';

% Create HistorialdelaDireccindelVientoTab
app.HistorialdelaDireccindelVientoTab = uitab(app.TabGroup2);
app.HistorialdelaDireccindelVientoTab.Title = 'Historial de la
Dirección del Viento';

% Create UIAxes_5
app.UIAxes_5 = uiaxes(app.HistorialdelaDireccindelVientoTab);
title(app.UIAxes_5, 'Promedio Mensual')

```



```

xlabel(app.UIAxes_5, 'Meses')
ylabel(app.UIAxes_5, 'Dirección en °')
zlabel(app.UIAxes_5, 'Z')
app.UIAxes_5.Position = [420 366 396 159];

% Create UIAxes_6
app.UIAxes_6 = uiaxes(app.Historialde la DireccindelVientoTab);
title(app.UIAxes_6, 'Dirección Diaria')
xlabel(app.UIAxes_6, 'Días')
ylabel(app.UIAxes_6, 'Dirección en °')
zlabel(app.UIAxes_6, 'Z')
app.UIAxes_6.Position = [850 366 396 159];

% Create UIAxes_7
app.UIAxes_7 = uiaxes(app.Historialde la DireccindelVientoTab);
title(app.UIAxes_7, 'Probabilidad Normal')
xlabel(app.UIAxes_7, 'Dirección en °')
ylabel(app.UIAxes_7, 'Frecuencia')
zlabel(app.UIAxes_7, 'Z')
app.UIAxes_7.Position = [421 136 396 159];

% Create UIAxes_8
app.UIAxes_8 = uiaxes(app.Historialde la DireccindelVientoTab);
title(app.UIAxes_8, 'Ajuste de distribución')
xlabel(app.UIAxes_8, 'Dirección en °')
ylabel(app.UIAxes_8, 'Frecuencia')
zlabel(app.UIAxes_8, 'Z')
app.UIAxes_8.Position = [850 136 396 159];

% Create INICIARButton_4
app.INICIARButton_4 =
uibutton(app.Historialde la DireccindelVientoTab, 'state');
app.INICIARButton_4.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@INICIARButton_4ValueChanged, true);
app.INICIARButton_4.Text = 'INICIAR';
app.INICIARButton_4.FontWeight = 'bold';
app.INICIARButton_4.Position = [556 35 124 33];

% Create ResultadosPanel_4
app.ResutadosPanel_4 =
uibpanel(app.Historialde la DireccindelVientoTab);
app.ResutadosPanel_4.Title = 'Resutados';
app.ResutadosPanel_4.Position = [463 581 749 70];

% Create MedianaEditField_4Label
app.MedianaEditField_4Label = uilabel(app.ResutadosPanel_4);
app.MedianaEditField_4Label.Position = [29 19 65 22];
app.MedianaEditField_4Label.Text = 'Mediana: ';

% Create MedianaEditField_4
app.MedianaEditField_4 = uieditfield(app.ResutadosPanel_4,
'numeric');
app.MedianaEditField_4.Position = [82 19 27 22];

```



```

% Create ModaEditField_4Label
app.ModaEditField_4Label = uilabel(app.ResutadosPanel_4);
app.ModaEditField_4Label.Position = [215 18 45 22];
app.ModaEditField_4Label.Text = 'Moda: ';

% Create ModaEditField_4
app.ModaEditField_4 = uieditfield(app.ResutadosPanel_4,
'numeric');
app.ModaEditField_4.Position = [259 18 27 22];

% Create RangoEditField_4Label
app.RangoEditField_4Label = uilabel(app.ResutadosPanel_4);
app.RangoEditField_4Label.Position = [296 17 40 22];
app.RangoEditField_4Label.Text = 'Rango: ';

% Create RangoEditField_4
app.RangoEditField_4 = uieditfield(app.ResutadosPanel_4,
'numeric');
app.RangoEditField_4.Position = [335 16 27 22];

% Create MediaEditField_4Label
app.MediaEditField_4Label = uilabel(app.ResutadosPanel_4);
app.MediaEditField_4Label.Position = [371 17 41 22];
app.MediaEditField_4Label.Text = 'Media: ';

% Create MediaEditField_4
app.MediaEditField_4 = uieditfield(app.ResutadosPanel_4,
'numeric');
app.MediaEditField_4.Position = [411 17 27 22];

% Create DesviacinEstandarEditField_4Label
app.DesviacinEstandarEditField_4Label =
uilabel(app.ResutadosPanel_4);
app.DesviacinEstandarEditField_4Label.Position = [460 11 67 30];
app.DesviacinEstandarEditField_4Label.Text = {'Desviación: ';
'Estandar'};

% Create DesviacinEstandarEditField_4
app.DesviacinEstandarEditField_4 =
uieditfield(app.ResutadosPanel_4, 'numeric');
app.DesviacinEstandarEditField_4.Position = [525 15 27 22];

% Create VarianzaEditField_4Label
app.VarianzaEditField_4Label = uilabel(app.ResutadosPanel_4);
app.VarianzaEditField_4Label.Position = [657 16 54 22];
app.VarianzaEditField_4Label.Text = 'Varianza: ';

% Create VarianzaEditField_4
app.VarianzaEditField_4 = uieditfield(app.ResutadosPanel_4,
'numeric');
app.VarianzaEditField_4.Position = [710 16 27 22];

```



```
% Create MximoEditField_2Label
app.MximoEditField_2Label = uilabel(app.ResutadosPanel_4);
app.MximoEditField_2Label.Position = [560 16 54 22];
app.MximoEditField_2Label.Text = 'Máximo';

% Create MximoEditField_2
app.MximoEditField_2 = uieditfield(app.ResutadosPanel_4,
'numeric');
app.MximoEditField_2.Position = [613 16 27 22];

% Create MnimoEditField_2Label
app.MnimoEditField_2Label = uilabel(app.ResutadosPanel_4);
app.MnimoEditField_2Label.Position = [123 18 65 22];
app.MnimoEditField_2Label.Text = 'Mínimo';

% Create MnimoEditField_2
app.MnimoEditField_2 = uieditfield(app.ResutadosPanel_4,
'numeric');
app.MnimoEditField_2.Position = [176 18 27 22];

% Create DatosdelhistorialPanel_2
app.DatosdelhistorialPanel_2 =
uipanel(app.Historialde la DireccindelVientoTab);
app.DatosdelhistorialPanel_2.Title = 'Datos del historial';
app.DatosdelhistorialPanel_2.Position = [1 394 393 257];

% Create UITable_8
app.UITable_8 = uitable(app.DatosdelhistorialPanel_2);
app.UITable_8.ColumnName = {'Total'; 'Año'; 'Mes'; 'Dirección'};
app.UITable_8.RowName = {};
app.UITable_8.Position = [-2 -1 394 236];

% Create Probabilidadde la DireccindelVientoPanel
app.Probabilidadde la DireccindelVientoPanel =
uipanel(app.Historialde la DireccindelVientoTab);
app.Probabilidadde la DireccindelVientoPanel.Title = 'Probabilidad
de la Dirección del Viento';
app.Probabilidadde la DireccindelVientoPanel.Position = [1 66 393
257];

% Create UITable_9
app.UITable_9 =
uitable(app.Probabilidadde la DireccindelVientoPanel);
app.UITable_9.ColumnName = {'Dirección'; 'Frec. Absoluta'; '%'};
app.UITable_9.RowName = {};
app.UITable_9.Position = [-3 1 395 235];

% Create AmpliarGrficaButton_6
app.AmpliarGrficaButton_6 =
uibutton(app.Historialde la DireccindelVientoTab, 'push');
app.AmpliarGrficaButton_6.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @AmpliarGrficaButton_6Pushed, true);
app.AmpliarGrficaButton_6.Position = [587 331 100 22];
```



```

app.AmpliarGrficaButton_6.Text = 'Ampliar Gráfica';

% Create AmpliarGrficaButton_7
app.AmpliarGrficaButton_7 =
uibutton(app.HistorialdelaDireccindelVientoTab, 'push');
app.AmpliarGrficaButton_7.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @AmpliarGrficaButton_7Pushed, true);
app.AmpliarGrficaButton_7.Position = [1008 331 100 22];
app.AmpliarGrficaButton_7.Text = 'Ampliar Gráfica';

% Create AmpliarGrficaButton_8
app.AmpliarGrficaButton_8 =
uibutton(app.HistorialdelaDireccindelVientoTab, 'push');
app.AmpliarGrficaButton_8.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @AmpliarGrficaButton_8Pushed, true);
app.AmpliarGrficaButton_8.Position = [587 103 100 22];
app.AmpliarGrficaButton_8.Text = 'Ampliar Gráfica';

% Create AmpliarGrficaButton_9
app.AmpliarGrficaButton_9 =
uibutton(app.HistorialdelaDireccindelVientoTab, 'push');
app.AmpliarGrficaButton_9.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @AmpliarGrficaButton_9Pushed, true);
app.AmpliarGrficaButton_9.Position = [1008 103 100 22];
app.AmpliarGrficaButton_9.Text = 'Ampliar Gráfica';

% Create DireccindelVientoSimuladoTab
app.DireccindelVientoSimuladoTab = uitab(app.TabGroup2);
app.DireccindelVientoSimuladoTab.Title = 'Dirección del Viento
Simulado';

% Create UIAxes2_7
app.UIAxes2_7 = uiaxes(app.DireccindelVientoSimuladoTab);
title(app.UIAxes2_7, 'Dirección del viento Aleatorio')
xlabel(app.UIAxes2_7, 'Número de simulaciones')
ylabel(app.UIAxes2_7, 'Dirección en °')
zlabel(app.UIAxes2_7, 'Z')
app.UIAxes2_7.Position = [405 411 277 148];

% Create UIAxes2_8
app.UIAxes2_8 = uiaxes(app.DireccindelVientoSimuladoTab);
title(app.UIAxes2_8, 'PDF')
xlabel(app.UIAxes2_8, 'Dirección en °')
ylabel(app.UIAxes2_8, 'Probabilidad')
zlabel(app.UIAxes2_8, 'Z')
app.UIAxes2_8.Position = [402 176 277 148];

% Create UIAxes2_9
app.UIAxes2_9 = uiaxes(app.DireccindelVientoSimuladoTab);
title(app.UIAxes2_9, 'Comportamiento de la dirección del viento')
xlabel(app.UIAxes2_9, 'Meses')
ylabel(app.UIAxes2_9, 'Dirección en °')
zlabel(app.UIAxes2_9, 'Z')

```



```

app.UIAxes2_9.Position = [685 409 277 148];

% Create UIAxes2_10
app.UIAxes2_10 = uiaxes(app.DireccindelVientoSimuladoTab);
title(app.UIAxes2_10, 'CDF')
xlabel(app.UIAxes2_10, 'Dirección en °')
ylabel(app.UIAxes2_10, 'Probabilidad')
zlabel(app.UIAxes2_10, 'Z')
app.UIAxes2_10.Position = [677 176 277 148];

% Create UIAxes2_11
app.UIAxes2_11 = uiaxes(app.DireccindelVientoSimuladoTab);
title(app.UIAxes2_11, 'Histograma')
xlabel(app.UIAxes2_11, 'Dirección en °')
ylabel(app.UIAxes2_11, 'Frecuencia')
zlabel(app.UIAxes2_11, 'Z')
app.UIAxes2_11.Position = [960 409 277 148];

% Create UIAxes2_12
app.UIAxes2_12 = uiaxes(app.DireccindelVientoSimuladoTab);
title(app.UIAxes2_12, 'ICDF')
xlabel(app.UIAxes2_12, 'Generación de valores aleatorios')
ylabel(app.UIAxes2_12, 'Dirección en °')
zlabel(app.UIAxes2_12, 'Z')
app.UIAxes2_12.Position = [957 176 277 148];

% Create ResutadosPanel_5
app.ResutadosPanel_5 = uipanel(app.DireccindelVientoSimuladoTab);
app.ResutadosPanel_5.Title = 'Resutados';
app.ResutadosPanel_5.Position = [481 581 749 70];

% Create MedianaEditField_5Label
app.MedianaEditField_5Label = uilabel(app.ResutadosPanel_5);
app.MedianaEditField_5Label.Position = [29 19 65 22];
app.MedianaEditField_5Label.Text = 'Mediana: ';

% Create MedianaEditField_5
app.MedianaEditField_5 = uieditfield(app.ResutadosPanel_5,
'numeric');
app.MedianaEditField_5.Position = [82 19 36 22];

% Create ModaEditField_5Label
app.ModaEditField_5Label = uilabel(app.ResutadosPanel_5);
app.ModaEditField_5Label.Position = [151 20 45 22];
app.ModaEditField_5Label.Text = 'Moda: ';

% Create ModaEditField_5
app.ModaEditField_5 = uieditfield(app.ResutadosPanel_5,
'numeric');
app.ModaEditField_5.Position = [195 20 32 22];

% Create RangoEditField_5Label
app.RangoEditField_5Label = uilabel(app.ResutadosPanel_5);

```




```

app.RangoEditField_5Label.Position = [270 20 40 22];
app.RangoEditField_5Label.Text = 'Rango: ';

% Create RangoEditField_5
app.RangoEditField_5 = uieditfield(app.ResutadosPanel_5,
'numeric');
app.RangoEditField_5.Position = [309 19 35 22];

% Create MediaEditField_5Label
app.MediaEditField_5Label = uilabel(app.ResutadosPanel_5);
app.MediaEditField_5Label.Position = [370 20 41 22];
app.MediaEditField_5Label.Text = 'Media: ';

% Create MediaEditField_5
app.MediaEditField_5 = uieditfield(app.ResutadosPanel_5,
'numeric');
app.MediaEditField_5.Position = [410 20 35 22];

% Create DesviacinEstandarEditField_5Label
app.DesviacinEstandarEditField_5Label =
uilabel(app.ResutadosPanel_5);
app.DesviacinEstandarEditField_5Label.Position = [475 14 67 30];
app.DesviacinEstandarEditField_5Label.Text = {'Desviación: ';
'Estandar'};

% Create DesviacinEstandarEditField_5
app.DesviacinEstandarEditField_5 =
uieditfield(app.ResutadosPanel_5, 'numeric');
app.DesviacinEstandarEditField_5.Position = [540 18 36 22];

% Create VarianzaEditField_5Label
app.VarianzaEditField_5Label = uilabel(app.ResutadosPanel_5);
app.VarianzaEditField_5Label.Position = [631 19 54 22];
app.VarianzaEditField_5Label.Text = 'Varianza: ';

% Create VarianzaEditField_5
app.VarianzaEditField_5 = uieditfield(app.ResutadosPanel_5,
'numeric');
app.VarianzaEditField_5.Position = [684 19 35 22];

% Create Probabilidadde la DireccindelVientoPanel_2
app.Probabilidadde la DireccindelVientoPanel_2 =
uipanel(app.DireccindelVientoSimuladoTab);
app.Probabilidadde la DireccindelVientoPanel_2.Title =
'Probabilidad de la Dirección del Viento';
app.Probabilidadde la DireccindelVientoPanel_2.Position = [2 232
393 199];

% Create UITable_10
app.UITable_10 =
uitable(app.Probabilidadde la DireccindelVientoPanel_2);
app.UITable_10.ColumnName = {'Dirección'; 'Frec. Absoluta';
'Frec. Relativa(%)'};

```



```

app.UITable_10.RowName = {};
app.UITable_10.Position = [1 -1 393 179];

% Create DireccindelVientoAleatorioPanel
app.DireccindelVientoAleatorioPanel =
uipanel(app.DireccindelVientoSimuladoTab);
app.DireccindelVientoAleatorioPanel.Title = 'Dirección del Viento
Aleatorio';
app.DireccindelVientoAleatorioPanel.Position = [2 452 393 199];

% Create UITable_11
app.UITable_11 = uitable(app.DireccindelVientoAleatorioPanel);
app.UITable_11.ColumnName = {'Enero'; 'Febrero'; 'Marzo';
'Abril'; 'Mayo'; 'Junio'; 'Julio'; 'Agosto'; 'Septiembre'; 'Octubre';
'Noviembre'; 'Diciembre'};
app.UITable_11.RowName = {};
app.UITable_11.Position = [0 -1 392 179];

% Create PromediodelaDireccindelVientoAleatorioPanel
app.PromediodelaDireccindelVientoAleatorioPanel =
uipanel(app.DireccindelVientoSimuladoTab);
app.PromediodelaDireccindelVientoAleatorioPanel.Title = 'Promedio
de la Dirección del Viento Aleatorio';
app.PromediodelaDireccindelVientoAleatorioPanel.Position = [1 14
393 199];

% Create UITable_12
app.UITable_12 =
uitable(app.PromediodelaDireccindelVientoAleatorioPanel);
app.UITable_12.ColumnName = {'Enero'; 'Febrero'; 'Marzo';
'Abril'; 'Mayo'; 'Junio'; 'Julio'; 'Agosto'; 'Septiembre'; 'Octubre';
'Noviembre'; 'Diciembre'};
app.UITable_12.RowName = {};
app.UITable_12.Position = [0 -1 392 179];

% Create Ao1Button_11
app.Ao1Button_11 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao1Button_11.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_11Pushed, true);
app.Ao1Button_11.Position = [419 390 49 23];
app.Ao1Button_11.Text = 'Año 1';

% Create Ao2Button_11
app.Ao2Button_11 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao2Button_11.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_11Pushed, true);
app.Ao2Button_11.Position = [468 390 49 22];
app.Ao2Button_11.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button_11

```




```

app.Ao3Button_11 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao3Button_11.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_11Pushed, true);
app.Ao3Button_11.Position = [517 390 49 22];
app.Ao3Button_11.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button_11
app.Ao4Button_11 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao4Button_11.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_11Pushed, true);
app.Ao4Button_11.Position = [566 390 49 22];
app.Ao4Button_11.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button_11
app.Ao5Button_11 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao5Button_11.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_11Pushed, true);
app.Ao5Button_11.Position = [614 390 49 22];
app.Ao5Button_11.Text = 'Año 5';

% Create Ao1Button_12
app.Ao1Button_12 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao1Button_12.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_12Pushed, true);
app.Ao1Button_12.Position = [416 155 49 23];
app.Ao1Button_12.Text = 'Año 1';

% Create Ao2Button_12
app.Ao2Button_12 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao2Button_12.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_12Pushed, true);
app.Ao2Button_12.Position = [465 155 49 22];
app.Ao2Button_12.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button_12
app.Ao3Button_12 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao3Button_12.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_12Pushed, true);
app.Ao3Button_12.Position = [514 155 49 22];
app.Ao3Button_12.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button_12
app.Ao4Button_12 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao4Button_12.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_12Pushed, true);
app.Ao4Button_12.Position = [563 155 49 22];

```



```

app.Ao4Button_12.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button_12
app.Ao5Button_12 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao5Button_12.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_12Pushed, true);
app.Ao5Button_12.Position = [611 155 49 22];
app.Ao5Button_12.Text = 'Año 5';

% Create AmpliarGrficaButton_10
app.AmpliarGrficaButton_10 =
uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab, 'push');
app.AmpliarGrficaButton_10.ButtonPushedFcn =
createCallbackFcn(app, @AmpliarGrficaButton_10Pushed, true);
app.AmpliarGrficaButton_10.Position = [790 384 97 26];
app.AmpliarGrficaButton_10.Text = 'Ampliar Gráfica';

% Create Ao1Button_13
app.Ao1Button_13 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao1Button_13.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_13Pushed, true);
app.Ao1Button_13.Position = [691 155 49 23];
app.Ao1Button_13.Text = 'Año 1';

% Create Ao2Button_13
app.Ao2Button_13 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao2Button_13.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_13Pushed, true);
app.Ao2Button_13.Position = [740 155 49 22];
app.Ao2Button_13.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button_13
app.Ao3Button_13 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao3Button_13.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_13Pushed, true);
app.Ao3Button_13.Position = [789 155 49 22];
app.Ao3Button_13.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button_13
app.Ao4Button_13 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao4Button_13.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_13Pushed, true);
app.Ao4Button_13.Position = [838 155 49 22];
app.Ao4Button_13.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button_13
app.Ao5Button_13 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');

```



```

        app.Ao5Button_13.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_13Pushed, true);
        app.Ao5Button_13.Position = [886 155 49 22];
        app.Ao5Button_13.Text = 'Año 5';

        % Create Ao1Button_14
        app.Ao1Button_14 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
        app.Ao1Button_14.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_14Pushed, true);
        app.Ao1Button_14.Position = [974 388 49 23];
        app.Ao1Button_14.Text = 'Año 1';

        % Create Ao2Button_14
        app.Ao2Button_14 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
        app.Ao2Button_14.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_14Pushed, true);
        app.Ao2Button_14.Position = [1023 388 49 22];
        app.Ao2Button_14.Text = 'Año 2';

        % Create Ao3Button_14
        app.Ao3Button_14 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
        app.Ao3Button_14.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_14Pushed, true);
        app.Ao3Button_14.Position = [1072 388 49 22];
        app.Ao3Button_14.Text = 'Año 3';

        % Create Ao4Button_14
        app.Ao4Button_14 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
        app.Ao4Button_14.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_14Pushed, true);
        app.Ao4Button_14.Position = [1121 388 49 22];
        app.Ao4Button_14.Text = 'Año 4';

        % Create Ao5Button_14
        app.Ao5Button_14 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
        app.Ao5Button_14.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_14Pushed, true);
        app.Ao5Button_14.Position = [1169 388 49 22];
        app.Ao5Button_14.Text = 'Año 5';

        % Create Ao1Button_15
        app.Ao1Button_15 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
        app.Ao1Button_15.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_15Pushed, true);
        app.Ao1Button_15.Position = [971 155 49 23];
        app.Ao1Button_15.Text = 'Año 1';

```



```

% Create Ao2Button_15
app.Ao2Button_15 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao2Button_15.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_15Pushed, true);
app.Ao2Button_15.Position = [1020 155 49 22];
app.Ao2Button_15.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button_15
app.Ao3Button_15 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao3Button_15.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_15Pushed, true);
app.Ao3Button_15.Position = [1069 155 49 22];
app.Ao3Button_15.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button_15
app.Ao4Button_15 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao4Button_15.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_15Pushed, true);
app.Ao4Button_15.Position = [1118 155 49 22];
app.Ao4Button_15.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button_15
app.Ao5Button_15 = uibutton(app.DireccindelVientoSimuladoTab,
'push');
app.Ao5Button_15.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_15Pushed, true);
app.Ao5Button_15.Position = [1166 155 49 22];
app.Ao5Button_15.Text = 'Año 5';

% Create Panel_3
app.Panel_3 = uipanel(app.DireccindelVientoSimuladoTab);
app.Panel_3.Position = [526 35 498 44];

% Create INICIARButton_5
app.INICIARButton_5 = uibutton(app.Panel_3, 'push');
app.INICIARButton_5.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@INICIARButton_5Pushed, true);
app.INICIARButton_5.FontSize = 14;
app.INICIARButton_5.FontWeight = 'bold';
app.INICIARButton_5.Position = [25 10 100 25];
app.INICIARButton_5.Text = 'INICIAR';

% Create TextArea_3
app.TextArea_3 = uitextarea(app.Panel_3);
app.TextArea_3.Position = [129 11 92 23];
app.TextArea_3.Value = {'Seleccione: '};

% Create Ao1Button_16
app.Ao1Button_16 = uibutton(app.Panel_3, 'push');

```



```

app.Ao1Button_16.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_16Pushed, true);
app.Ao1Button_16.Position = [237 11 49 23];
app.Ao1Button_16.Text = 'Año 1';

% Create Ao2Button_16
app.Ao2Button_16 = uibutton(app.Panel_3, 'push');
app.Ao2Button_16.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_16Pushed, true);
app.Ao2Button_16.Position = [286 11 49 22];
app.Ao2Button_16.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button_16
app.Ao3Button_16 = uibutton(app.Panel_3, 'push');
app.Ao3Button_16.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_16Pushed, true);
app.Ao3Button_16.Position = [335 11 49 22];
app.Ao3Button_16.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button_16
app.Ao4Button_16 = uibutton(app.Panel_3, 'push');
app.Ao4Button_16.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_16Pushed, true);
app.Ao4Button_16.Position = [384 11 49 22];
app.Ao4Button_16.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button_16
app.Ao5Button_16 = uibutton(app.Panel_3, 'push');
app.Ao5Button_16.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_16Pushed, true);
app.Ao5Button_16.Position = [432 11 49 22];
app.Ao5Button_16.Text = 'Año 5';

% Create ParmetrosdelaCentralElicaTab
app.ParmetrosdelaCentralElicaTab = uitab(app.TabGroup);
app.ParmetrosdelaCentralElicaTab.Title = 'Parámetros de la
Central Eólica';

% Create VariablesElicasPanel
app.VariablesElicasPanel =
uipanel(app.ParmetrosdelaCentralElicaTab);
app.VariablesElicasPanel.TitlePosition = 'centertop';
app.VariablesElicasPanel.Title = 'Variables Eólicas';
app.VariablesElicasPanel.FontWeight = 'bold';
app.VariablesElicasPanel.Position = [3 58 643 628];

% Create Image4
app.Image4 = uiimage(app.VariablesElicasPanel);
app.Image4.Position = [44 263 554 340];
app.Image4.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP, 'presion-
atmosferica-vs-altura.jpg');

% Create DensidaddelaireyvariablesPanel

```



```

app.DensidaddelaireyvariablesPanel =
uipanel(app.VariablesElicasPanel);
app.DensidaddelaireyvariablesPanel.Title = 'Densidad del aire y
variables';
app.DensidaddelaireyvariablesPanel.FontWeight = 'bold';
app.DensidaddelaireyvariablesPanel.Position = [5 -1 317 264];

% Create PresinatmosfricaLabel
app.PresinatmosfricaLabel =
uilabel(app.DensidaddelaireyvariablesPanel);
app.PresinatmosfricaLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.PresinatmosfricaLabel.Position = [39 207 144 22];
app.PresinatmosfricaLabel.Text = 'Presión atmosférica (hPa)';

% Create PresinatmosfricahPaEditField
app.PresinatmosfricahPaEditField =
uieditfield(app.DensidaddelaireyvariablesPanel, 'numeric');
app.PresinatmosfricahPaEditField.Position = [197 207 59 22];

% Create TemperaturaCSpinnerLabel
app.TemperaturaCSpinnerLabel =
uilabel(app.DensidaddelaireyvariablesPanel);
app.TemperaturaCSpinnerLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.TemperaturaCSpinnerLabel.Position = [76 168 92 22];
app.TemperaturaCSpinnerLabel.Text = 'Temperatura (C)';

% Create TemperaturaCSpinner
app.TemperaturaCSpinner =
uispinner(app.DensidaddelaireyvariablesPanel);
app.TemperaturaCSpinner.Position = [197 168 79 22];

% Create
Masadeaire002896kgmolConstantesdegases831447Pam3molkLabel
app.Masadeaire002896kgmolConstantesdegases831447Pam3molkLabel =
uilabel(app.DensidaddelaireyvariablesPanel);

app.Masadeaire002896kgmolConstantesdegases831447Pam3molkLabel.Position = [14
-5 286 129];

app.Masadeaire002896kgmolConstantesdegases831447Pam3molkLabel.Text = {'Nota:
La rugosidad debe seleccionarse '; 'según donde se midió la velocidad del
viento'};

% Create RugosidadDropDownLabel
app.RugosidadDropDownLabel =
uilabel(app.DensidaddelaireyvariablesPanel);
app.RugosidadDropDownLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.RugosidadDropDownLabel.Position = [81 114 62 22];
app.RugosidadDropDownLabel.Text = 'Rugosidad';

% Create RugosidadDropDown
app.RugosidadDropDown =
uidropdown(app.DensidaddelaireyvariablesPanel);

```




```

app.RugosidadDropDown.Items = {'Terreno marítimo', 'Superficie
lisa', 'Campo Plano', 'Area rural', 'Area Urbana'};
app.RugosidadDropDown.ItemsData = {'0.11', '0.14', '0.20',
'0.30', '0.40'};
app.RugosidadDropDown.DropDownOpeningFcn = createCallbackFcn(app,
@RugosidadDropDownOpening, true);
app.RugosidadDropDown.ValueChangedFcn = createCallbackFcn(app,
@RugosidadDropDownValueChanged, true);
app.RugosidadDropDown.Position = [157 114 100 22];
app.RugosidadDropDown.Value = '0.11';

% Create RendimientoPanel
app.RendimientoPanel = uipanel(app.VariablesElicasPanel);
app.RendimientoPanel.Title = 'Rendimiento';
app.RendimientoPanel.FontWeight = 'bold';
app.RendimientoPanel.Position = [321 -1 330 264];

% Create EficienciadeturbinaSpinnerLabel
app.EficienciadeturbinaSpinnerLabel =
uicontrol(app.RendimientoPanel);
app.EficienciadeturbinaSpinnerLabel.HorizontalAlignment =
'right';
app.EficienciadeturbinaSpinnerLabel.Position = [37 196 113 22];
app.EficienciadeturbinaSpinnerLabel.Text = 'Eficiencia de
turbina';

% Create EficienciadeturbinaSpinner
app.EficienciadeturbinaSpinner = uispinner(app.RendimientoPanel);
app.EficienciadeturbinaSpinner.Limits = [0 0.9999999];
app.EficienciadeturbinaSpinner.Position = [165 196 83 22];
app.EficienciadeturbinaSpinner.Value = 0.9999999;

% Create RadiodelrotorSpinnerLabel
app.RadiodelrotorSpinnerLabel = uicontrol(app.RendimientoPanel);
app.RadiodelrotorSpinnerLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.RadiodelrotorSpinnerLabel.Position = [67 146 84 22];
app.RadiodelrotorSpinnerLabel.Text = 'Radio del rotor';

% Create RadiodelrotorSpinner
app.RadiodelrotorSpinner = uispinner(app.RendimientoPanel);
app.RadiodelrotorSpinner.Limits = [0 Inf];
app.RadiodelrotorSpinner.Position = [166 146 83 22];

% Create SeleccindelAerogeneradorPanel
app.SeleccindelAerogeneradorPanel =
uipanel(app.ParmetrosdeCentralElicaTab);
app.SeleccindelAerogeneradorPanel.TitlePosition = 'centertop';
app.SeleccindelAerogeneradorPanel.Title = 'Selección del
Aerogenerador';
app.SeleccindelAerogeneradorPanel.FontWeight = 'bold';
app.SeleccindelAerogeneradorPanel.Position = [645 253 609 433];

% Create Image3

```



```

app.Image3 = uiimage(app.SeleccindelAerogeneradorPanel);
app.Image3.Position = [57 61 504 341];
app.Image3.ImageSource = fullfile(pathToMLAPP,
'Potencia_diametrorotor.png');

% Create Label_2
app.Label_2 = uilabel(app.SeleccindelAerogeneradorPanel);
app.Label_2.Position = [63 19 527 23];
app.Label_2.Text = 'Nota: Se debe seleccionar la potencia del
Aerogenerador de acuerdo al diametro de su rotor';

% Create ParmetrosPanel
app.ParmetrosPanel = uipanel(app.ParmetrosdelaCentralElicaTab);
app.ParmetrosPanel.TitlePosition = 'centertop';
app.ParmetrosPanel.Title = 'Parámetros';
app.ParmetrosPanel.FontWeight = 'bold';
app.ParmetrosPanel.Position = [645 58 609 199];

% Create AlturadelagndolamEditFieldLabel
app.AlturadelagndolamEditFieldLabel =
uilabel(app.ParmetrosPanel);
app.AlturadelagndolamEditFieldLabel.HorizontalAlignment =
'right';
app.AlturadelagndolamEditFieldLabel.FontWeight = 'bold';
app.AlturadelagndolamEditFieldLabel.Position = [27 93 142 22];
app.AlturadelagndolamEditFieldLabel.Text = 'Altura de la góndola
(m)';

% Create AlturadelagndolamEditField
app.AlturadelagndolamEditField = uieditfield(app.ParmetrosPanel,
'numeric');
app.AlturadelagndolamEditField.Limits = [0 Inf];
app.AlturadelagndolamEditField.Position = [184 93 58 22];

% Create NmerodeAerogeneradoresSpinnerLabel
app.NmerodeAerogeneradoresSpinnerLabel =
uilabel(app.ParmetrosPanel);
app.NmerodeAerogeneradoresSpinnerLabel.HorizontalAlignment =
'right';
app.NmerodeAerogeneradoresSpinnerLabel.FontWeight = 'bold';
app.NmerodeAerogeneradoresSpinnerLabel.Position = [4 137 170 22];
app.NmerodeAerogeneradoresSpinnerLabel.Text = 'Número de
Aerogeneradores';

% Create NmerodeAerogeneradoresSpinner
app.NmerodeAerogeneradoresSpinner =
uispinner(app.ParmetrosPanel);
app.NmerodeAerogeneradoresSpinner.Limits = [0 Inf];
app.NmerodeAerogeneradoresSpinner.Position = [185 137 81 22];

% Create DimetromEditFieldLabel
app.DimetromEditFieldLabel = uilabel(app.ParmetrosPanel);
app.DimetromEditFieldLabel.HorizontalAlignment = 'right';

```




```

app.DimetromEditFieldLabel.FontWeight = 'bold';
app.DimetromEditFieldLabel.Position = [92 53 79 22];
app.DimetromEditFieldLabel.Text = 'Diámetro (m)';

% Create DimetromEditField
app.DimetromEditField = uieditfield(app.ParmetrosPanel,
'numeric');
app.DimetromEditField.Limits = [0 Inf];
app.DimetromEditField.Position = [186 53 58 22];

% Create PotenciaNominalkWDropDownLabel
app.PotenciaNominalkWDropDownLabel = uilabel(app.ParmetrosPanel);
app.PotenciaNominalkWDropDownLabel.HorizontalAlignment = 'right';
app.PotenciaNominalkWDropDownLabel.FontWeight = 'bold';
app.PotenciaNominalkWDropDownLabel.Position = [316 137 135 22];
app.PotenciaNominalkWDropDownLabel.Text = 'Potencia Nominal
(kW)';

% Create PotenciaNominalkWDropDown
app.PotenciaNominalkWDropDown = uidropdown(app.ParmetrosPanel);
app.PotenciaNominalkWDropDown.Items = {'225 ', '300 ', '500 ',
'600 ', '750 ', '1000 ', '1500 ', '2000 ', '2500 '};
app.PotenciaNominalkWDropDown.ItemsData = {'225', '300', '500',
'600', '750', '1000', '1500', '2000', '2500'};
app.PotenciaNominalkWDropDown.DropDownOpeningFcn =
createCallbackFcn(app, @PotenciaNominalkWDropDownOpening, true);
app.PotenciaNominalkWDropDown.ValueChangedFcn =
createCallbackFcn(app, @PotenciaNominalkWDropDownValueChanged, true);
app.PotenciaNominalkWDropDown.FontWeight = 'bold';
app.PotenciaNominalkWDropDown.Position = [466 137 100 22];
app.PotenciaNominalkWDropDown.Value = '225';

% Create CalcularButton
app.CalcularButton = uibutton(app.ParmetrosdelaCentralElicaTab,
'push');
app.CalcularButton.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@CalcularButtonPushed, true);
app.CalcularButton.FontSize = 18;
app.CalcularButton.FontWeight = 'bold';
app.CalcularButton.Position = [603 16 100 30];
app.CalcularButton.Text = 'Calcular';

% Create GeneracinElicasimuladaTab
app.GeneracinElicasimuladaTab = uitab(app.TabGroup);
app.GeneracinElicasimuladaTab.Title = 'Generación Eólica
simulada';

% Create UIAxes7
app.UIAxes7 = uiaxes(app.GeneracinElicasimuladaTab);
title(app.UIAxes7, 'Generación Estimada')
xlabel(app.UIAxes7, 'Número de simulaciones')
ylabel(app.UIAxes7, 'Potencia(kW)')
zlabel(app.UIAxes7, 'Z')

```



```

app.UIAxes7.Position = [21 124 725 304];

% Create UIAxes8
app.UIAxes8 = uiaxes(app.GeneracinElicasimuladaTab);
title(app.UIAxes8, 'Histograma')
xlabel(app.UIAxes8, 'Potencia(kW)')
ylabel(app.UIAxes8, 'Frecuencia')
zlabel(app.UIAxes8, 'Z')
app.UIAxes8.Position = [789 124 377 307];

% Create Panel_2
app.Panel_2 = uipanel(app.GeneracinElicasimuladaTab);
app.Panel_2.Position = [379 16 498 44];

% Create INICIARButton_3
app.INICIARButton_3 = uibutton(app.Panel_2, 'push');
app.INICIARButton_3.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@INICIARButton_3Pushed, true);
app.INICIARButton_3.FontSize = 14;
app.INICIARButton_3.FontWeight = 'bold';
app.INICIARButton_3.Position = [25 10 100 25];
app.INICIARButton_3.Text = 'INICIAR';

% Create TextArea_2
app.TextArea_2 = uitextarea(app.Panel_2);
app.TextArea_2.Position = [129 11 92 23];
app.TextArea_2.Value = {'Seleccione: '};

% Create Ao1Button_8
app.Ao1Button_8 = uibutton(app.Panel_2, 'push');
app.Ao1Button_8.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_8Pushed, true);
app.Ao1Button_8.Position = [237 11 49 23];
app.Ao1Button_8.Text = 'Año 1';

% Create Ao2Button_8
app.Ao2Button_8 = uibutton(app.Panel_2, 'push');
app.Ao2Button_8.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_8Pushed, true);
app.Ao2Button_8.Position = [286 11 49 22];
app.Ao2Button_8.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button_8
app.Ao3Button_8 = uibutton(app.Panel_2, 'push');
app.Ao3Button_8.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_8Pushed, true);
app.Ao3Button_8.Position = [335 11 49 22];
app.Ao3Button_8.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button_8
app.Ao4Button_8 = uibutton(app.Panel_2, 'push');
app.Ao4Button_8.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_8Pushed, true);

```



```

app.Ao4Button_8.Position = [384 11 49 22];
app.Ao4Button_8.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button_8
app.Ao5Button_8 = uibutton(app.Panel_2, 'push');
app.Ao5Button_8.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_8Pushed, true);
app.Ao5Button_8.Position = [432 11 49 22];
app.Ao5Button_8.Text = 'Año 5';

% Create ProbabilidaddeGeneracinElicaPanel
app.ProbabilidaddeGeneracinElicaPanel =
uipanel(app.GeneracinElicasimuladaTab);
app.ProbabilidaddeGeneracinElicaPanel.TitlePosition =
'centertop';
app.ProbabilidaddeGeneracinElicaPanel.Title = 'Probabilidad de
Generación Eólica';
app.ProbabilidaddeGeneracinElicaPanel.FontWeight = 'bold';
app.ProbabilidaddeGeneracinElicaPanel.Position = [8 446 393 230];

% Create UITable_6
app.UITable_6 = uitable(app.ProbabilidaddeGeneracinElicaPanel);
app.UITable_6.ColumnName = {'Generación Eólica'; 'Frec.
Absoluta'; 'Frec. Relativa(%)'};
app.UITable_6.RowName = {};
app.UITable_6.FontWeight = 'bold';
app.UITable_6.Position = [0 -2 392 211];

% Create EstimacindeGeneracinElicaPanel
app.EstimacindeGeneracinElicaPanel =
uipanel(app.GeneracinElicasimuladaTab);
app.EstimacindeGeneracinElicaPanel.TitlePosition = 'centertop';
app.EstimacindeGeneracinElicaPanel.Title = 'Estimación de
Generación Eólica';
app.EstimacindeGeneracinElicaPanel.FontWeight = 'bold';
app.EstimacindeGeneracinElicaPanel.Position = [429 447 496 227];

% Create UITable_7
app.UITable_7 = uitable(app.EstimacindeGeneracinElicaPanel);
app.UITable_7.ColumnName = {'Simulación'; 'Velocidad (m/s)';
'Generación (kW)'};
app.UITable_7.RowName = {};
app.UITable_7.FontWeight = 'bold';
app.UITable_7.Position = [0 -2 496 208];

% Create Ao1Button_9
app.Ao1Button_9 = uibutton(app.GeneracinElicasimuladaTab,
'push');
app.Ao1Button_9.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_9Pushed, true);
app.Ao1Button_9.Position = [250 84 49 23];
app.Ao1Button_9.Text = 'Año 1';

```



```

% Create Ao2Button_9
app.Ao2Button_9 = uibutton(app.GeneracinElicasimuladaTab,
'push');
    app.Ao2Button_9.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_9Pushed, true);
    app.Ao2Button_9.Position = [299 84 49 22];
    app.Ao2Button_9.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button_9
app.Ao3Button_9 = uibutton(app.GeneracinElicasimuladaTab,
'push');
    app.Ao3Button_9.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_9Pushed, true);
    app.Ao3Button_9.Position = [348 84 49 22];
    app.Ao3Button_9.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button_9
app.Ao4Button_9 = uibutton(app.GeneracinElicasimuladaTab,
'push');
    app.Ao4Button_9.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_9Pushed, true);
    app.Ao4Button_9.Position = [397 84 49 22];
    app.Ao4Button_9.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button_9
app.Ao5Button_9 = uibutton(app.GeneracinElicasimuladaTab,
'push');
    app.Ao5Button_9.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_9Pushed, true);
    app.Ao5Button_9.Position = [445 84 49 22];
    app.Ao5Button_9.Text = 'Año 5';

% Create Ao1Button_10
app.Ao1Button_10 = uibutton(app.GeneracinElicasimuladaTab,
'push');
    app.Ao1Button_10.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao1Button_10Pushed, true);
    app.Ao1Button_10.Position = [840 78 49 23];
    app.Ao1Button_10.Text = 'Año 1';

% Create Ao2Button_10
app.Ao2Button_10 = uibutton(app.GeneracinElicasimuladaTab,
'push');
    app.Ao2Button_10.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao2Button_10Pushed, true);
    app.Ao2Button_10.Position = [889 78 49 22];
    app.Ao2Button_10.Text = 'Año 2';

% Create Ao3Button_10
app.Ao3Button_10 = uibutton(app.GeneracinElicasimuladaTab,
'push');
    app.Ao3Button_10.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao3Button_10Pushed, true);

```



```

app.Ao3Button_10.Position = [938 78 49 22];
app.Ao3Button_10.Text = 'Año 3';

% Create Ao4Button_10
app.Ao4Button_10 = uibutton(app.GeneracinElicasimuladaTab,
'push');
app.Ao4Button_10.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao4Button_10Pushed, true);
app.Ao4Button_10.Position = [987 78 49 22];
app.Ao4Button_10.Text = 'Año 4';

% Create Ao5Button_10
app.Ao5Button_10 = uibutton(app.GeneracinElicasimuladaTab,
'push');
app.Ao5Button_10.ButtonPushedFcn = createCallbackFcn(app,
@Ao5Button_10Pushed, true);
app.Ao5Button_10.Position = [1035 78 49 22];
app.Ao5Button_10.Text = 'Año 5';

% Create ResutadosPanel_3
app.ResutadosPanel_3 = uipanel(app.GeneracinElicasimuladaTab);
app.ResutadosPanel_3.TitlePosition = 'centertop';
app.ResutadosPanel_3.Title = 'Resutados';
app.ResutadosPanel_3.FontWeight = 'bold';
app.ResutadosPanel_3.Position = [938 444 309 230];

% Create MedianaEditField_3Label
app.MedianaEditField_3Label = uilabel(app.ResutadosPanel_3);
app.MedianaEditField_3Label.Position = [27 157 65 22];
app.MedianaEditField_3Label.Text = 'Mediana: ';

% Create MedianaEditField_3
app.MedianaEditField_3 = uieditfield(app.ResutadosPanel_3,
'numeric');
app.MedianaEditField_3.Position = [80 157 39 22];

% Create ModaEditField_3Label
app.ModaEditField_3Label = uilabel(app.ResutadosPanel_3);
app.ModaEditField_3Label.Position = [36 100 45 22];
app.ModaEditField_3Label.Text = 'Moda: ';

% Create ModaEditField_3
app.ModaEditField_3 = uieditfield(app.ResutadosPanel_3,
'numeric');
app.ModaEditField_3.Position = [80 100 39 22];

% Create RangoEditField_3Label
app.RangoEditField_3Label = uilabel(app.ResutadosPanel_3);
app.RangoEditField_3Label.Position = [171 100 40 22];
app.RangoEditField_3Label.Text = 'Rango: ';

% Create RangoEditField_3

```



```

app.RangoEditField_3 = uieditfield(app.ResutadosPanel_3,
'numeric');
app.RangoEditField_3.Position = [210 99 45 22];

% Create MediaEditField_3Label
app.MediaEditField_3Label = uilabel(app.ResutadosPanel_3);
app.MediaEditField_3Label.Position = [40 40 41 22];
app.MediaEditField_3Label.Text = 'Media: ';

% Create MediaEditField_3
app.MediaEditField_3 = uieditfield(app.ResutadosPanel_3,
'numeric');
app.MediaEditField_3.Position = [80 40 39 22];

% Create DesviacinEstandarEditField_3Label
app.DesviacinEstandarEditField_3Label =
uilabel(app.ResutadosPanel_3);
app.DesviacinEstandarEditField_3Label.Position = [164 153 67 30];
app.DesviacinEstandarEditField_3Label.Text = {'Desviación: ';
'Estandar'};

% Create DesviacinEstandarEditField_3
app.DesviacinEstandarEditField_3 =
uieditfield(app.ResutadosPanel_3, 'numeric');
app.DesviacinEstandarEditField_3.Position = [229 157 39 22];

% Create VarianzaEditField_3Label
app.VarianzaEditField_3Label = uilabel(app.ResutadosPanel_3);
app.VarianzaEditField_3Label.Position = [164 41 54 22];
app.VarianzaEditField_3Label.Text = 'Varianza: ';

% Create VarianzaEditField_3
app.VarianzaEditField_3 = uieditfield(app.ResutadosPanel_3,
'numeric');
app.VarianzaEditField_3.Position = [217 41 38 22];

% Show the figure after all components are created
app.UIFigure.Visible = 'on';
end
end

% App creation and deletion
methods (Access = public)

% Construct app
function app = app1

% Create UIFigure and components
createComponents(app)

% Register the app with App Designer
registerApp(app, app.UIFigure)

```



```
if nargin == 0
    clear app
end
end

% Code that executes before app deletion
function delete(app)

    % Delete UIFigure when app is deleted
    delete(app.UIFigure)
end
end
end
```