25-26

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA

ENERGÍA EÓLICA

CÓDIGO 2880134-

UNED

25-26

ENERGÍA EÓLICA

CÓDIGO 2880134-

ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA
EQUIPO DOCENTE
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE
RESULTADOS DE APRENDIZAJE
CONTENIDOS
METODOLOGÍA
SISTEMA DE EVALUACIÓN
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA
PRÁCTICAS DE LABORATORIO
IGUALDAD DE GÉNERO

Nombre de la asignatura	ENERGÍA EÓLICA
Código	2880134-
Curso académico	2025/2026
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES
Tipo	TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
Nº ETCS	15
Horas	375
Periodo	ANUAL
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

A partir de la crisis de la energía de 1973 se iniciaron programas de investigación para el desarrollo de tecnologías que permitieran el aprovechamiento de energías renovables. Inicialmente pocos esperaban que los sistemas para aprovechar la energía del viento se fueran a convertir en una de las alternativas más prometedoras. Actualmente, la energía de origen eólico representa una contribución sustancial y económicamente competitiva a las presentes y futuras necesidades de consumo de energía eléctrica en muchos países. Se prevé que en unos años en numerosos países con diferente grado de desarrollo, los sistemas de conversión de energía eólica generen entre el 10 y el 20% de la energía eléctrica consumida. La tecnología de los sistemas de conversión de energía eólica se ha ido desarrollando en las últimas décadas con el impulso de numerosos programas de investigación y desarrollo, con la creación de empresas que han construido y comercializado aerogeneradores, y con la experiencia conseguida a lo largo de tiempos de operación ya muy elevados. En España el esfuerzo realizado en los últimos años ha sido muy importante. El desarrollo de tecnología propia, con la existencia de varias empresas nacionales fabricantes de aerogeneradores, y la existencia de áreas geográficas con gran potencial eólico, hace que nuestro país haya llegado a consolidarse como una de las primeras potencias mundiales. El sector eólico español, por capacidad productiva, ritmo inversor y potencial energético disponible, ha llegado a cubrir en 2020 más del 20% de la demanda eléctrica del país, siendo la energía eólica la segunda tecnología en el sistema eléctrico español, solo superada por la energía nuclear. España tiene actualmente una potencia instalada superior a los 23.000 MW y un potencial eólico suficiente para superar los 30.000 MW instalados, a lo que habría que añadir el potencial asociado a parques marinos y la repotenciación de parques obsoletos.

La línea de investigación *Energía Eólica* en la que se encuadra el Trabajo Fin de Máster está centrada en el estudio del proceso de conversión de la energía eólica en energía mecánica, concretamente en dos aspectos: el estudio del movimiento del aire en un determinado emplazamiento y el estudio de la aerodinámica de aerogeneradores y de parque eólicos.

Esta línea de investigación es una de las que lleva a cabo el grupo de investigación de Mecánica de Fluidos Computacional del Departamento de Mecánica. A título de ejemplo, a continuación se presentan algunos de los proyectos de investigación y publicaciones en las que ha participado el grupo de investigación en esta línea:

Proyectos:

•*Título*: Emplazamiento de parques eólicos en terrenos complejos.
Entidad financiadora: Fundación para el Fomento de la Innovación Industrial; GAMESA.
Duración: 2000-2001.
•*Título:* Cost optimization of large scale offshore wind farms.
Entidad financiadora: Comunidad Económica Europea (programa JOULE III, contrato JOR3-CT-95-0089).
Duración: 1995-1999.
Contratos I+D con empresas:
•*Título: Coeficientes hidrodinámicos de estructuras eólicas offshore (Azimut: Energía Eólica Offshore 2020).*
Entidad financiadora: INGECIBER, S.A.
Duración: Septiembre 2013 - enero 2014.
Publicaciones:
•R. Gómez-Elvira, A. Crespo, E. Migoya, F. Manuel, J. Hernández, "Anisotropy of turbulence in wind turbine wakes", *Journal of Wind Engineering &Industrial Aerodynamics*, **93**, pp 797-814, 2005.
•Crespo, J. Hernández, S. Frandsen, "Survey of Modelling Methods for Wind-Turbine Wakes and Wind Farms", *Wind Energy*, **2**, 1-24, 1999.
•Crespo, J. Hernández, "Turbulence characteristics in wind-turbine wakes", *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, **61**, 71-85, 1996.
La línea de investigación Energía Eólica, dentro de la que se puede realizar el Trabajo Fin de Máster, es una de las cinco líneas ofertadas desde el Departamento de Mecánica dentro del Máster Universitario en Investigación en Tecnologías Industriales. La realización del Trabajo Fin de Máster en esta línea permitirá consolidar los conocimientos adquiridos por los alumnos en el estudio de las asignaturas del itinerario en Ingeniería Mecánica. También permitirá a los estudiantes profundizar en los conocimientos más específicos relacionados con la energía eólica aprendidos en la asignatura Sistemas de Aprovechamiento de Energía Eólica. Por otro lado, la elaboración de este trabajo permitirá al alumno desarrollar las habilidades y adquirir los conocimientos necesarios para alcanzar la suficiencia investigadora.

REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

Para poder realizar el Trabajo Fin de Máster en la línea de investigación *Energía Eólica*, el estudiante ha de seleccionar las asignaturas que debe cursar de acuerdo a las siguientes directrices:
1. MÓDULO I (4 asignaturas).
   OBLIGATORIAS: Las 4 asignaturas del Módulo.

2. MÓDULO II del Itinerario en Ingeniería Mecánica (3 asignaturas).
   OBLIGATORIAS: Las 3 asignaturas del Módulo.
3. MÓDULO III del Itinerario en Ingeniería Mecánica (10 asignaturas)
   OBLIGATORIAS: Biodinámica y biomateriales.
   Sistemas de aprovechamiento de la energía eólica.
   OPTATIVAS: Una de las 8 asignaturas restantes.

Para iniciar el Trabajo no es condición necesaria aprobar previamente ninguna de las asignaturas del Máster, pero sí es necesario en la práctica que se dominen diferentes conceptos impartidos en algunas de las asignaturas asignadas a la línea de investigación, y fundamentalmente de la asignatura *Sistemas de Aprovechamiento de Energía Eólica* del MÓDULO II del Itinerario en Ingeniería Mecánica. Además, es necesario tener conocimientos suficientes para poder leer documentación técnica en inglés.

EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	CLAUDIO ZANZI
Correo Electrónico	czanzi@ind.uned.es
Teléfono	91398-8913
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	MECÁNICA

Nombre y Apellidos	JULIO HERNANDEZ RODRIGUEZ
Correo Electrónico	jhernandez@ind.uned.es
Teléfono	91398-6424
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	MECÁNICA

Nombre y Apellidos	PABLO JOAQUIN GOMEZ DEL PINO (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	pgomez@ind.uned.es
Teléfono	91398-7987
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	MECÁNICA

HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

La tutorización y el seguimiento de los aprendizajes se realizarán a través del curso virtual. También se pueden realizar consultas presenciales a los profesores del Equipo Docente en el siguiente horario:

D. Julio Hernández Rodríguez
Lunes, de 16 a 20 h.
Depto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales, despacho 1.45
Tel.: 91 398 64 24
Correo electrónico: jhernandez@ind.uned.es

D. Pablo Gómez del Pino
Miércoles, de 10 a 14 h.

Dpto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales. Despacho 1.38
Tel.: 91 398 79 87
Correo electrónico: pgomez@ind.uned.es
D. Claudio Zanzi
Lunes, de 16 a 20 h.
Dpto. de Mecánica, ETS de Ingenieros Industriales. Despacho 1.36
Tel.: 91 398 89 13
Correo electrónico: czanzi@ind.uned.es

COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

Competencias Básicas:
CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación
CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio
CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios
CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades
CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Competencias Generales:
CG01 - Desarrollar capacidad de análisis y síntesis de la información científico-técnica
CG02 - Adquirir el conocimiento de los métodos y técnicas de investigación
CG03 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental
CG04 - Desarrollar capacidad de razonamiento crítico
CG05 - Desarrollar habilidades técnicas, de análisis y síntesis: resolución de problemas, toma de decisiones y comunicación de avances científicos.
CG06 - Desarrollar habilidades sistémicas (metodológicas): aplicación de conocimientos; habilidades en investigación; y creatividad

Competencias Específicas:
CE3 - Elaborar y tratar modelos matemáticos que representen el comportamiento de los sistemas industriales
CE4 - Planificar las actividades de investigación
CE5 - Adquirir destrezas en la aplicación de técnicas de simulación computacional

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Con la realización del trabajo de investigación se persiguen los siguientes objetivos:

- Consolidar los conocimientos adquiridos y profundizar en el estudio de los sistemas de aprovechamiento de la energía eólica.
- Conocer y aplicar las metodologías de investigación tecnológica en este campo de la ingeniería.
- Familiarizarse con las técnicas de simulación y experimentación empleadas en la investigación dentro del campo de la energía eólica.
- Conocer y aplicar las técnicas de interpretación y validación de los resultados de la actividad investigadora.

CONTENIDOS

Desarrollo del Trabajo Fin de Máster

En el desarrollo del trabajo fin de máster en la línea de investigación en "Energía eólica" se abordarán los siguientes aspectos:

1. Selección del tema y alcance del trabajo que se pretende realizar.
2. Estudio del estado del arte correspondiente al campo de investigación elegido, mediante el análisis de la bibliografía científica relacionada.
3. Elección de la metodología de trabajo.
4. Aplicación de la metodología. Obtención y análisis de los resultados. Elaboración de conclusiones.
5. Elaboración de la memoria del trabajo.
6. Defensa del trabajo en sesión pública.

METODOLOGÍA

El marco en el que se desarrollará el curso será el Curso Virtual, que constituirá la herramienta principal de comunicación entre los estudiantes y el equipo docente y de los estudiantes entre sí. A través de la plataforma virtual, el alumno tendrá acceso a los diferentes elementos de apoyo habituales. No obstante, dado el carácter de la presente asignatura, para fijar el tema del TFM y los distintos aspectos que habrán de abordarse, y recibir las orientaciones iniciales concretas sobre su desarrollo, se programarán una serie de sesiones telemáticas con cada alumno, y se podrá acordar con el equipo docente la realización de seminarios y tutorías en línea o presenciales. Posteriormente, se llevará a cabo el seguimiento del trabajo de cada alumno de forma individualizada por uno de los miembros del equipo docente, mediante correo electrónico, consultas telefónicas u otros medios telemáticos (o, en su caso, presencialmente).

SISTEMA DE EVALUACIÓN

TIPO DE PRIMERA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen: No hay prueba presencial

TIPO DE SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen2: No hay prueba presencial

CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS

Requiere Presencialidad: Si

Descripción

La evaluación del TFM se realizará mediante defensa pública, tal y como se recoge en la normativa de la UNED relativa al trabajo fin de máster.

Como paso previo a la defensa del TFM, y una vez entregado el trabajo a través de la plataforma informática, el tutor lo evaluará y dará, si procede, el visto bueno para que pueda ser defendido.

La defensa del TFM será realizada por el estudiante en sesión pública, mediante la exposición de su contenido y de sus líneas principales, durante el tiempo máximo especificado en la citación para la defensa. A continuación, el estudiante contestará a las preguntas y aclaraciones que planteen los miembros de la comisión evaluadora.

Criterios de evaluación

La comisión evaluadora calificará el TFM teniendo en cuenta la calidad académica, científica y técnica del trabajo, la presentación del material entregado y la claridad expositiva. También se valorará la capacidad de debate y defensa argumental.

En la calificación final la comisión tendrá en cuenta la valoración realizada previamente por el tutor.

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC?: No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación de la PEC en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La nota final será asignada por la comisión evaluadora teniendo en cuenta los criterios arriba indicados.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Cualquiera de estos tres libros:

•Rodríguez Amenedo, J.L., Burgos Díaz, J. C., Arnalte Gómez, S., Sistemas eólicos de producción de energía eléctrica, Rueda S. L., 2003.

•Burton, T., Sharpe, D., Jenkins, N., Bossanyi, E., Wind Energy Handbook, John Wiley &Sons, 2001.

•Manwell, J.F., McGowan, J.G., Rogers, A.L., Wind Energy Explained. Theory, Design and Application, John Wiley &Sons, 2002.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

•Harrison, R., Hau, E., Snel, H., Large Wind Turbines. Design and Economics, John Wiley &Sons, 2000.

•Hau. E., Windturbines: Fundamentals, Technologies, Application and Economics, Springer, 2006.

•Spera, D.A. (Editor), Wind Turbine Technology: Fundamental Concepts of Wind Turbine Engineering, American Society of Mechanical Engineers, 1994.

•Troen, I., Petersen, E.L., European Wind Atlas, Risoe National Laboratory, Risoe, Dinamarca, 1991.

•Hansen, M.O.L., Aerodynamics of Wind Turbines, Rotors, Loads and Structure, James &James Ltd., Londres, 2000.

•Abott, I.H., von Doenhoff, A.E., Theory of Wing Sections, Dover Publications, Inc., Nueva York, 1959.

•Katz, J., Plotkin, A., Low-Speed Aerodynamics, Segunda Edición, Cambridge University Press, Nueva York, 2001.

•Bertin, J.J., Aerodynamics for Engineers, Cuarta Edición, Prentice Hall, 2002.

•Wind Energy Department of Risoe National Laboratory and Det Norske Veritas, Guidelines for Design of Wind Turbines, Copenhague, 2001.

A continuación se presenta un listado de revistas científicas, dentro de las que se puede acceder desde la UNED, que el estudiante puede consultar:

•Renewable and Sustainable Energy Reviews.
•Wind Energy.
•Journal of wind engineering and industrial aerodynamics.
•Renewable Energy.
•Annual review of fluid mechanics.
•Journal of fluid Mechanics.
•International journal for numerical methods in fluids.
•Journal of fluids and structures.
•Journal of fluids engineering.

RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

En el caso de que se opte por la realización de una simulación numérica, la realización del Trabajo requiere el uso de un software de simulación adecuado. El Departamento dispone de códigos de propósito general y ordenadores de cálculo a los que el alumno puede acceder durante el curso.

PRÁCTICAS DE LABORATORIO

¿Hay prácticas en esta asignatura de cualquier tipo (en el Centro Asociado de la Uned, en la Sede Central, Remotas, Online,..)?

Si/No

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Presencial:

Obligatoria:

Es necesario aprobar el examen para realizarlas:

Fechas aproximadas de realización:

Se guarda la nota en cursos posteriores si no se aprueba el examen:
(Si es así, durante cuántos cursos)

Cómo se determina la nota de las prácticas:

REALIZACIÓN

Lugar de realización (Centro Asociado/ Sede central/ Remotas/ Online):

N.º de sesiones:

Actividades a realizar:

OTRAS INDICACIONES:

IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.