Universidad de Navarra

Energías Renovables (Ing.Gr.)

Guía docente 2026-27

PRESENTACIÓN

Breve descripción:

La asignatura tiene por objetivo el conocimiento actualizado y riguroso de las diferentes tecnologías de generación de energía eléctrica obtenida de fuentes renovables. Se estudian tanto las tecnologías maduras (eólica, solar, hidroeléctrica) como otras en proceso de evolución tecnológica (geotérmica, energía de los mares, etc). También se presentan, como íntimamente ligados a la penetración de las energías renovables, diversas técnicas de almacenamiento energético y los principios de las redes eléctricas inteligentes.

Exchange students wishing to take this course must provide official documentation of a B2 level in Spanish and English. No exceptions will be accepted.

Titulación (Módulo/Materia):

- Ingeniería Eléctrica (Bloque Especializado de electricidad/Energía)

Detalles:

- **ECTS**: 4 ECTS
- **Curso, semestre**: 3.º curso, 1.º semestre
- **Carácter**: Obligatorio
- **Idioma**: Bilingüe (2 ECTS Castellano /2 ECTS English)

Profesores de la asignatura:

- de Nó Lengaran, Joaquín Juan/Profesor titular
- Echeverria Ormaechea, José Martín/Profesor colaborador
- Galarza Rodríguez, Ainhoa/Profesor colaborador
- Martínez de Guereñu Elorza, Ane/Profesor colaborador
- Prieto Rocandio, Borja/Profesor colaborador
- Sancho Seuma, Juan Ignacio/Profesor titular

RESULTADOS DE APRENDIZAJE (Competencias)

INGENIERÍA ELÉCTRICA

CG10 - Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

CE27 - Capacidad para el diseño de centrales eléctricas.

CE24 - Conocimiento sobre sistemas eléctricos de potencia y sus aplicaciones.

CE28 - Conocimiento aplicado sobre energías renovables.

PROGRAMA

0. Introducción: los sistemas eléctricos de potencia

- Introducción: recorrido histórico.
- Conceptos técnicos: generación, transporte, distribución, comercialización, consumo.

- Conceptos económicos: situación de las empresas del sector, gestión económica de los sistemas eléctricos, mercado regulado, mercado liberalizado.
- Elementos básicos en los sistemas de potencia: líneas eléctricas, transformadores de potencia, máquinas síncronas, máquinas asíncronas, consumos energéticos.
- Ley del Sector Eléctrico: motivación, implantación, separación de actividades, situación actual.
- Estadísticas en torno a la generación, transmisión, distribución y consumo: curvas de demanda, precios de la energía, etc.
- Metodologías de generación eléctrica.
- El papel de la red mallada de interconexión.

0. Introducción: tecnologías no convencionales de producción de energía eléctrica

- Evolución histórica.
- Importancia actual dentro del Sector Eléctrico.
- Las fuentes de Energías Renovables como parte de las tecnologías no convencionales: cuota de producción, evolución histórica, estimaciones a corto y medio plazo.
- Aspectos tecnológicos inherentes a la consolidación de las Energías Renovables: almacenamiento y redes inteligentes.

1. Integration of distributed renewable generation into the electrical network and smart grids *(in English)*

- Current electrical grid paradigm.
- Issues related to saturation of the grid and integration of distributed renewable energy sources.
- New paradigm for the optimization of the electrical network: Smart grids.
- Introduction of concepts related to smart grids and energy efficiency: microgrid, VPP, factories of the future, etc.
- One further step into the future: Smart cities.
- Smart grids around the world.

2. Energy storage systems

- Sistemas de almacenamiento en la Red Eléctrica (Generación, Transporte, Distribución, Consumo).
- Sistemas de almacenamiento basados en energía mecánica (Hidroeléctrica, CAES, sistemas cinéticos).
- Sistemas de almacenamiento basados en campos magnéticos (SMES).
- Almacenamiento basado en campos eléctricos (supercondensadores).
- Almacenamiento químico (Baterías electroquímicas)
- Almacenamiento térmico.
- Fuel-Cells

3. Solar radiation *(in English)*

- Electromagnetic radiation. Solar spectrum. Effect of the movement sun-earth.
- World map distribution of radiation.
- Solar energy components. Solar radiation measurements.
- Collecting solar radiation.

4. Solar thermoelectric energy *(in English)*

- Electric energy generation from high temperature thermal solar energy. Solar thermal power plants.
- Technologies of concentrated solar thermal power transformation: Parabolic trough; Central receiver or solar tower; Parabolic dish; Linear Fresnel Reflector (LFR); Classification of technologies; Level of development; PSA. World Wide Reference Research Centre; Locations in Spain.

5. Photovoltaics energy *(in English)*

- Physical principles.
- Solar or Photovoltaic cells. Solar Panels. Photovoltaic Systems: Isolated or connected to the grid.

6. Energía eólica

- Introducción.
- Revisión histórica.
- El viento.
- Energía del viento.
- Tipos de turbinas eólicas.
- Componentes de las turbinas eólicas.
- Parques eólicos
- Producciòn de energía en tiempo real.

7. Energías de los mares

- Energía mareomotriz: características, tecnología, tendencias.
- Energía a partir del oleaje: características, tecnologías, tendencias.
- Conversión de energía térmica oceánica.
- Energía osmótica.

8. Energía geotérmica

- Origen y características de la energía geotérmica. Recursos disponibles.
- Tecnología y recursos disponibles.
- Futuro de la energía geotérmica.

9. Energía de la biomasa

- La biomasa como fuente de energía. El ciclo del carbón. Tipos de Biomasa.
- La biomasa agrícola y forestal: residuos forestales y de cultivos. Tecnologías de mejora del calor específico. Calderas.
- La biomasa agrícola y forestal: Cultivos intensivos.
- Biocarburantes y Biogas.
- Futuro

10. Cogeneración

- Introducción. Ventajas de la cogeneración.
- Tecnología. Ciclo de gas y ciclo combinado.
- Evolución.

11. Energía hidroeléctrica

- Principios físicos de funcionamiento, tipos de centrales hidroeléctricas.
- Captación y almacenamiento del agua: embalses, tipos de presas, aliviaderos, regulación de nivel.
- Conducción del agua: galerías de conducción, tuberías forzadas, compuertas, válvulas, sistemas de control.
- Transformación de la energía hidráulica: concepto de turbina hidráulica, tipos, y funcionamiento, regulación de la potencia, sistemas de control, elementos auxiliares.
- Sistema eléctrico: generador eléctrico, transformador, líneas de evacuación de la energía eléctrica.

PROGRAM (ENGLISH)

0. Introduction: electrical power systems

- *Introduction: historical overview.*

- *Technical concepts: generation, transportation, distribution, commercialization, consumption.*
- *Economic concepts: situation of the companies in the sector, economic management of electricity systems, regulated market, deregulated market.*
- *Basic elements in power systems: power lines, power transformers, synchronous machines, asynchronous machines, energy consumption .*
- *Electricity Sector Law: motivation, implementation, separation of activities, current situation .*
- *Statistics on generation, transmission, distribution and consumption: demand curves, energy prices, etc.*
- *Electricity generation methodologies.*
- *The role of the interconnection mesh network.*

0. Introduction: non-conventional electric power generation technologies

- *Historical evolution.*
- *Current importance within the Electricity Sector.*
- *Renewable energy sources as part of non-conventional technologies: share of production, historical evolution, short and medium term estimates.*
- *Technological aspects inherent to the consolidation of Renewable Energies: storage and smart grids.*

1. Integration of distributed renewable generation into the electrical network and smart grids (in English)

- *Current electrical grid paradigm.*
- *Issues related to saturation of the grid and integration of distributed renewable energy sources.*
- *New paradigm for the optimization of the electrical network: Smart grids.*
- *Introduction of concepts related to smart grids and energy efficiency: microgrid, VPP, factories of the future, etc.*
- *One further step into the future: Smart cities.*
- *Smart grids around the world.*

2. Energy storage systems (in English)

- *Biological storage.*
- *Chemical storage systems.*
- *Accumulators.*
- *Fuel cells.*
- *Mechanical energy storage.*
- *Compressed air energy storage.*
- *Thermal energy storage.*
- *Supercapacitors.*
- *Supercapacitors and energy storage*

3. Solar radiation (in English)

- *Electromagnetic radiation. Solar spectrum. Effect of the movement sun-earth.*
- *World map distribution of radiation.*
- *Solar energy components. Solar radiation measurements.*
- *Collecting solar radiation.*

4. Solar thermoelectric energy (in English)

- *Electric energy generation from high temperature thermal solar energy. Solar thermal power plants.*
- *Technologies of concentrated solar thermal power transformation: Parabolic trough; Central receiver or solar tower; Parabolic dish; Linear Fresnel Reflector (LFR); Classification of technologies; Level of development; PSA. World Wide Reference Research Centre; Locations in Spain.*

5. Photovoltaics energy (in English)

- *Physical principles.*
- *Solar or Photovoltaic cells. Solar Panels. Photovoltaic Systems: Isolated or connected to the grid.*

6. Wind energy

- *Introduction.*
- *Historical review.*
- *Wind energy.*
- *Wind technology: types of wind turbines.*
- *Components of wind turbines.*
- *Wind farms.*
- *Real-time energy production.*

7. Energies of the seas

- *Tidal energy: characteristics, technology, trends.*
- *Wave energy: characteristics, technologies, trends.*
- *Ocean thermal energy conversion.*
- *Osmotic energy.*

8. Geothermal energy

- *Origin and characteristics of geothermal energy.*
- *Available technology and resources.*
- *Future of geothermal energy.*

9. Biomass energy

- *Biomass as an energy source. The carbon cycle. Types of Biomass.*
- *Agricultural and forestry biomass: forest and crop residues. Specific heat improvement technologies. Boilers.*
- *Agricultural and forestry biomass: Intensive crops.*
- *Biofuels and Biogas.*
- *Future.*

10. Cogeneration

- *Introduction. Advantages of cogeneration.*
- *Technology. Gas cycle and combined cycle.*
- *Evolution.*

11. Hydroelectric power

- *Physical principles of operation, types of hydroelectric power plants.*
- *Water catchment and storage: reservoirs, types of dams, spillways, level regulation.*
- *Water conduction: conduction galleries, penstocks, gates, valves, control systems.*
- *Hydraulic energy transformation: hydraulic turbine concept, types and operation, power regulation, control systems, auxiliary elements.*
- *Electric system: electric generator, transformer, electric power evacuation lines.*

ACTIVIDADES FORMATIVAS

La dedicación de 100 a 120 horas (4 ECTS) de la asignatura Energías Renovables se reparte en las siguientes actividades formativas:

- Clases presenciales teóricas: 29 horas
- Clases presenciales prácticas, laboratorios o talleres: 7 horas

- Trabajos dirigidos: 15 a 21 horas
- Tutorías: 0 a 4 horas
- Estudio personal: 45 a 55 horas
- Evaluación: 4 horas
- Elaboración y defensa del PFG: 0 horas

METODOLOGÍAS DOCENTES

- Clases expositivas
- Clases de laboratorio
- Trabajo individual o en grupo, resolución de problemas e informes de laboratorio
- Entrevista personal con el profesor de una asignatura
- Estudio del alumno basado en diferentes fuentes de información
- Realización de pruebas evaluadas
- Sesiones con profesionales de empresa
- Visitas técnicas a empresas

El las clases se expondrán los aspectos teóricos más relevantes de cada tema, con gran apoyo en sistemas audiovisuales: proyección de vídeos, fotografías de instalaciones, esquemas de operaciones, etc.

En algunos de los temas se incluirá el planteamiento y resolución de problemas asociados a los temas explicados, para afianzar las competencias adquiridas.

Se realizará una jornada de presentaciones, debate y puesta en común alumnado/profesorado relacionada con el trabajo de la asignatura.

También se contemplan sesiones específicas con profesionales de reconocido prestigio en los distintos ámbitos temáticos, así como posibles visitas a instalaciones y empresas, como puede ser la micro-red iSare microgrid Gipuzkoa:

http://www.fomentosansebastian.eus/es/donostia-smart/proyectos-smart/i-sare

La asistencia a clase es obligatoria. Sólo se permitirán dos ausencias debidamente justificadas durante el curso. Class attendance is mandatory. Are only allowed two absences duly justified during the course

Los alumnos deben estudiar la teoría de los temas presentados a partir de las notas de clase y de la bibliografía recomendada. Resolverán ejercicios y problemas relaciones con algunos de los sistemas explicados y realizarán las prácticas de laboratorio según la planificación que se explicará al comienzo del curso. Las prácticas se realizarán en el edificio de Miramón.

Los alumnos realizarán un trabajo en equipo, conducente a la organización de una Jornada sobre Energías Renovables y el Sistema Eléctrico abierta al resto de estudiantes de la Escuela, en un formato de presentación de pósteres.

Para finalizar, tendrán que superar un examen al terminar el curso.

Information in English:

Exchange students wishing to take this course must provide official documentation of a B2 level in Spanish and English. No exceptions will be accepted.

Half of the subject (2ECTS) is explained in English. The topics taught in English are indicated in the "Programa" (Syllabus) section.

Homework, presentations and exams can be realized in English.

Universidad de Navarra

Class documentation and slides are in English.

Class attendance is mandatory. Are only allowed two absences duly justified during the course.

EVALUACIÓN

Se recuerda que cualquier intento de fraude, copia, plagio u otro comportamiento irregular supone una infracción grave tal y como está contemplado en el título IV "Normas de disciplina académica de los estudiantes" dentro del Sistema de normas sobre la convivencia en la Universidad de Navarra.

CONVOCATORIA ORDINARIA

- Trabajo (25%). Se realizará un trabajo sobre un tema específico de alguna de las tecnologías expuestas en clase. Se desarrollará en grupos de 4 o 5 alumnos. Constará de una memoria y un póster resumen.
- Presentación oral del trabajo realizado, ante los profesores de la asignatura, resto de alumnos de la misma y público en general (10%).
- Examen final (65%) en el que entrará todo el programa de la asignatura. No es necesario aprobar el examen para aprobar la asignatura. El examen tendrá dos partes: la primera, un conjunto de preguntas conceptuales que no serán de desarrollar. La segunda, dos preguntas a desarrollar, con límite de espacio (2 caras), a elegir entre tres posibilidades. Peso entre las dos partes, 40%/60%.
- Prácticas de laboratorio (hasta un 5% extra en la calificación)

En el curso 2026/27 el examen será el viernes 4 de diciembre de 2026, por la tarde. No se adelantará la fecha del examen a ningún estudiante por fechas/horarios de desplazamientos (vuelos, trenes, etc.)

For the 2026/27 academic year, the exam will be held on Friday, December 4, 2026, in the afternoon. No students will be given an earlier exam date due to travel times (flights, trains, etc.)

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

- Se realizará un examen final de estructura análoga al de la convocatoria ordinaria.
- Se guardarán las calificaciones obtenidas en las prácticas y en los trabajos. Por tanto, no habrá opción a repetir las prácticas, los trabajos ni las presentaciones orales para mejorar la calificación de cara a esta convocatoria.
- Se aplicará el mismo criterio de calificación que en la convocatoria ordinaria.

HORARIOS DE ATENCIÓN

Miércoles de 12:00 a 13:00 (Despachos E-01 a E-05, O-201, Edificio Urdaneta)

De cara a la preparación del examen de la asignatura se publicarán horarios específicos

Otros horarios previa cita vía correo electrónico:

- de Nó Lengaran, Joaquín Juan (deno at tecnun.es)
- Echeverria Ormaechea, José Martín (jmecheverria at ceit.es)
- Galarza Rodríguez, Ainhoa (agalarza at ceit.es)
- Martínez de Guereñu Elorza, Ane (amartinez at ceit.es)
- Prieto Rocandio, Borja (bprieto at ceit.es)
- Sancho Seuma, Juan Ignacio (isancho at tecnun.es)

Universidad de Navarra

BIBLIOGRAFÍA

Básica

- Energías Renovables: Jaime González Velasco. Ed. Reverté. 2009. ISBN: 978-84-291-7912-5 Localízalo en la Biblioteca ;Localízalo en la Biblioteca (versión electrónica)
- Renewable Energy Engineering. Nick Jenkins, Janaka Ekanayake . Cambridge University Press, ISBN 978-1-107-68022-7 Localízalo en la Biblioteca
- Tecnología de las energías renovables. José María Fernández Salgado. EAMV Ediciones. 2009. ISBN: 978-84-8476-349-9. Localízalo en la Biblioteca
- Centrales hidroeléctricas I. Conceptos y componentes hidraulicos. Iberdrola, Endesa, etc. Editorial Paraninfo. 1994, ISBN 8428320691 Localízalo en la Biblioteca
- Aldeadávila. Iberduero. 1987 Localízalo en la Biblioteca
- Guía completa de la biomasa y de los combustibles. José maría Fernández Salgado. 2010. ISBN: 9788496709621 Localízalo en la Biblioteca

Complementaria

- Ingeniería de la Energía Eólica. Miguel Villarrubia López. Editorial Marcombo. 2012. ISBN: 9788426715807 Localízalo en la Biblioteca (online)
- Documentación sobre Ingeniería Energética. P. Fernández Díaz: http://es.pfernandezdiez.es/

Links de interés

GENERAL

Red Eléctrica de España

Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE**)**

SMART GRIDS

International Energy Agency - Smart Grids

European Comission - Smart Grids and Meters

State of the World's Cities 2008/2009

ENERGÍA EÓLICA

https://energy.sandia.gov/programs/renewable-energy/wind-power/wind-plant-data-science-artificial-intelligence/

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_wind_power Historia de la energía Eólica

https://www.bergey.com/ Turbinas pequeñas

https://enertic.org/optimizacion-del-mantenimiento-predictivo-en-turbinas-eolicas/ mantenimiento predictivo

ENERGÍA EÓLICA (EMPRESAS)

Vestas, *Denmark* https://www.vestas.com/

General Electric, *USA* https://www.gevernova.com/

Mingyang, China https://en.myse.com.cn/

Siemens Gamesa, Spain https://www.siemensgamesa.com/global/en/home.html

Suzlon, *India* http://www.suzlon.com/

Sinovel, *China* http://www.sinovel.com/en/productsandservices.aspx

Goldwind , *China* https://www.goldwind.com/en/

ENERGÍA HIDROELÉCTRICA

International Hydropower Association https://www.hydropower.org

International Forum on Pumped Storage Hydropower https://www.energy.gov/eere/water/pumped-storage-hydropower

Jornada sobre almacenamiento hidráulico 31 de marzo de 2025: https://www.spancold.org/news/jornada-sobre-almacenamiento-hidraulico-de-energia-celebrada-el-dia-31-de-marzo-de-2025/

Comité nacional español de grandes presas: https://www.spancold.org/#