Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Buenos Aires

PROGRAMA ANALÍTICO DE ASIGNATURA

DEPARTAMENTO: Ingeniería Mecánica

CARRERA: Ingeniería Mecánica

NOMBRE DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR: Energías Renovables
Año Académico: 2024
Área: Térmica y fluidos
Bloque: Tecnologías aplicadas
Nivel: 3
Tipo: Electiva
Modalidad: Anual

Cargas horarias totales:

Horas reloj	*Horas cátedra*	*Horas cátedra semanales*
96	128	4

COMPOSICIÓN DEL EQUIPO DE CÁTEDRA:
Profesor Adjunto: Mg. Ing. Alejandro Haim

FUNDAMENTACIÓN

Hace algunas décadas, la creciente demanda de energía intensificó el uso de hidrocarburos para su generación, lo que provocó un fuerte impacto ambiental y contaminación, que aún hoy en día siguen teniendo efecto a nivel global.
En ese sentido, esta asignatura apunta a que los y las alumnas se capaciten en el uso de tecnologías de energías alternativas para la generación de energía útil para la sociedad en general y la industria en particular.
Dentro del aspecto tecnológico, se buscará formar a los alumnos para que sean capaces de afrontar el desarrollo integral de proyectos energéticos de carácter renovable; atender con preparación y solvencia estudios de factibilidad, diseño, cálculo, dimensionamiento, construcción, instalación, puesta en marcha y operación de plantas de energía renovables, equipamiento, maquinaria y servicios complementarios; participar o liderar proyectos y actividades de investigación y desarrollo; e interactuar de manera eficiente con pares y dentro de equipos multi e interdisciplinarios.
Dentro de los aspectos socioeconómicos, se capacitará al estudiante para comprender las diferentes realidades sobre las demandas energéticas sociales, económicas y políticas del país y de la región que impactan en el ejercicio profesional; desarrollar principios éticos; y atender al uso de estos conocimientos con sumo respeto y cuidado del ambiente, con foco en las energías renovables.

Por todo ello, se consigue que los egresados de ingeniería mecánica que desarrollan proyectos de generación de energía tengan una fuerte formación en el conocimiento de las energías renovables, sus aplicaciones y beneficios para la sociedad y medio ambiente.

COMPETENCIAS DE EGRESO ESPECÍFICAS A LAS QUE CONTRIBUYE

Competencia	Competencias de Actividades reservadas			Competencias de Alcances
	Baja	Media	Alta	
C.E.1.1 Diseñar y desarrollar proyectos de máquinas, estructuras, instalaciones y sistemas mecánicos, térmicos y de fluidos mecánicos, sistemas de almacenaje de sólidos, líquidos y gases; dispositivos mecánicos en sistemas de generación de energía; y sistemas de automatización y control aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
C.E.1.2 Calcular e implementar tecnológicamente una alternativa de solución, aplicando metodologías asociadas a los principios de cálculo, diseño y simulaciones para valorar y optimizar, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
C.E.2.1 Planificar, dirigir y ejecutar proyectos de ingeniería mecánica, con sentido crítico e innovador, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
C.E.2.2 Realizar la gestión del mantenimiento con sentido crítico, responsabilidad profesional y compromiso social.		X		
C.E.2.3 Operar y controlar proyectos de ingeniería mecánica con sentido crítico, responsabilidad profesional y compromiso social.			X	
CE 5.1. Desarrollar y aplicar metodologías de proyecto, cálculo, diseño y planificación de laboratorios, relacionados con el ensayo, verificación y certificación de equipos de cualquier naturaleza vinculados a				X

sistemas mecánicos, térmicos y fluidos mecánicos o partes con estas características incluidos en otros sistemas, respetando los criterios y metodologías prescriptos por las normas de ensayo, tanto nacionales como internacionales.				
CE 7.1. Evaluar situaciones relacionadas con aspectos económicos, financieros y de inversiones, para la determinación de proyectos, bienes y servicios, relacionados con el ejercicio de la ingeniería, analizando variables micro y macro económicas e interpretando la realidad económica en el contexto nacional e internacional.				X
CE10.1 Realizar estudios de impacto ambiental vinculados al área de la ingeniería mecánica, respetando los marcos normativos vigentes tanto nacionales como internacionales.				X

COMPETENCIAS DE EGRESO GENÉRICAS A LAS QUE CONTRIBUYE:

Competencia	Baja	Media	Alta
CG1: Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería			X
CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería			X
CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería			X
CG5: Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas			X
CG7: Comunicarse con efectividad		X	
CG8: Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global			X
CG9: Aprender en forma continua y autónoma			X
CG10: Actuar con espíritu emprendedor			X

OBJETIVOS (APRENDIZAJE/LOGROS A ALCANZAR)

- Desarrollar competencias profesionales para la evaluación de alternativas energéticas, el diseño y la implementación de soluciones en materia de energías renovables.
- Implementar una instancia de formación integral en la temática de las energías renovables con especial foco en la realidad regional y local tanto en la generación como en la aplicación y uso de energías.
- Transmitir capacidades para la integración de grupos de trabajo y equipos interdisciplinarios en la realización de programas y proyectos, con el aporte de enfoques científico-tecnológicos de la ingeniería en la resolución de las problemáticas del campo de las energías renovables.

CONTENIDOS

Contenidos mínimos

- Matrices y Mercados Energéticos
- Meteorología Aplicada.
- Energía Solar
- Paneles Fotovoltaicos
- Energía Solar Térmica
- Energía Eólica
- Energía de la Biomasa
- Tecnología del Hidrógeno
- Energía Hidráulica
- Energía de los Océanos
- Energía Geotérmica

Contenidos analíticos

UNIDAD TEMÁTICA I: MATRICES Y MERCADOS ENERGÉTICOS.

Estudio y análisis de la matriz energética primaria y secundaria mundial. Análisis de casos: Alemania, Brasil y Argentina. Sistemas de mercados energéticos. Desarrollar competencias para la compresión del Sistema Energético Argentino y su relación con la Economía del cambio climático

UNIDAD TEMÁTICA II: METEOROLOGÍA APLICADA.

Estudio y análisis de la atmósfera, sistema climático, circulación atmosférica y clima. Comprensión sobre la disponibilidad de recursos renovables, específicamente la radiación solar, para generar conocimientos y capacidades sobre técnicas de optimización de aprovechamiento del recurso solar.

UNIDAD TEMÁTICA III: PANELES FOTOVOLTAICOS.

Estudio y análisis de los componentes de las celdas solares, su principio de funcionamiento de celdas, las tecnologías de fabricación, los tipos de celdas, módulos o paneles fotovoltaicos; para generar capacidades sobre las instalaciones de paneles fotovoltaicos, para generar conocimientos y capacidades para la realización de cálculo, dimensionamiento y análisis de costos, teniendo en cuenta su impacto ambiental

UNIDAD TEMÁTICA IV: ENERGÍA SOLAR TÉRMICA.

Estudio y análisis de los tipos de concentradores de energía solar de alta potencia, principio de funcionamiento, integración con sistemas híbridos, aspectos económicos de la electricidad solar, tecnologías y dispositivos de generación de agua caliente sanitaria y aplicación, dispositivos solares de generación de calor para calefacción de ambientes. Para generar conocimientos y capacidades para la realización de proyectos solares térmicos que implican la realización cálculo, dimensionamiento y análisis de costos., teniendo en cuenta su impacto Ambiental

UNIDAD TEMÁTICA V: ENERGÍA EÓLICA.

Estudio y análisis del recurso eólico mundial y argentino, principio de funcionamiento de generadores eólicos, tecnologías disponibles, comprensión de la Ley de Benz. Para generar conocimientos y capacidades técnicas para el diseño, cálculo y dimensionamiento de parques eólicos, teniendo en cuenta un análisis de costos e impacto ambiental

UNIDAD TEMÁTICA VI: ENERGÍA DE LA BIOMASA.

Estudio y análisis de las diversas fuentes de biomasa, recursos en Argentina, sistemas de obtención de biogás, obtención de biocombustibles, pirólisis de la biomasa, chips y pellets de biomasa, microalgas. Análisis de costos e impacto ambiental, generando capacidades y aptitudes para seleccionar las diversas fuentes de biomasa en proyectos de ingeniería energética.

UNIDAD TEMÁTICA VII: TECNOLOGÍA DEL HIDRÓGENO.

Estudio y análisis sobre la utilización de hidrógeno como vector energético para la obtención de hidrógeno a partir de diversas fuentes teniendo en cuenta su almacenamiento, producción de energía eléctrica, combustión del hidrógeno, celdas de combustible a hidrógeno. Generando aptitudes y capacidades para comprender el funcionamiento de la tecnología relacionado con la economía del hidrógeno y su impacto ambiental.

UNIDAD TEMÁTICA VIII: ENERGÍA HIDRÁULICA.

Estudio y análisis de los tipos de construcciones de aprovechamientos hidroeléctricos, según su denominación en función de la potencia instalada y salto, potencial aprovechable en el mundo y en Argentina, plantas en funcionamiento; generando capacidades y aptitudes para el cálculo de potencia hidráulica, tanto en grandes centrales hidroeléctricas como en pequeños aprovechamientos hidroeléctricos (mini-hidro). Impacto ambiental.

UNIDAD TEMÁTICA IX: ENERGÍA DE LOS OCÉANOS.

Estudio y análisis de energía mareomotriz, corrientes marinas, energía undimotriz, energía por gradiente térmico oceánico y energía osmótica, plantas en el mundo y potencial energético en Argentina; generando conocimiento sobre recurso disponible y capacidades sobre las técnicas y tecnologías de aprovechamiento energético, considerando su impacto ambiental.

UNIDAD TEMÁTICA X: ENERGÍA GEOTÉRMICA.

Estudio y análisis de los recursos geotérmicos disponibles y su principio de transformación de energía geotérmica a energía eléctrica, generando capacidad técnicas y tecnológicas para el desarrollo de proyectos geotérmicos, considerando su impacto ambiental.

DISTRIBUCIÓN DE CARGA HORARIA ENTRE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Modalidad organizativa de las clases	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj virtuales totales	**Horas totales**
Teórica	48	-	48
Formación práctica	48	-	48

Tipo de prácticas	Horas Reloj totales presenciales	Horas reloj totales virtuales	Lugar donde se desarrolla la práctica (si corresponde indicar laboratorio, ámbito externo)
Formación experimental	20	-	Laboratorio de Estudios Sobre Energía Solar – Laboratorio de Energías Alternativas
Problemas abiertos de Ingeniería (ABP)	20	-	Laboratorio de Estudios Sobre Energía Solar – Laboratorio de Energías Alternativas
Proyecto y diseño	8	-	Laboratorio de Ingeniería Mecánica
Otras:	-	-	-
Práctica supervisada	-	-	-
Total de horas	48	-	

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

Las clases serán dictadas en un marco teórico referenciado al desarrollo actual de las energías renovables en el mundo y enfocado en Argentina. La asignatura contará con clases teóricas y prácticas.
Los estudiantes abordarán los contenidos teóricos sobre el funcionamiento y descripción de las distintas tecnologías mediante el uso de presentaciones en Power Point, acompañados de apuntes generados por los docentes y bibliografía.

En las clases prácticas se realizarán ejercicios de cálculo y dimensionamiento, y prácticas de laboratorio, de distintas tecnologías de energías renovables. Para las clases prácticas se cuenta con un espacio privilegiado que es el Laboratorio de Estudio de Energía Solar (LESES), el cual se encuentra ubicado dentro del Laboratorio de Ingeniería Civil, en el Campus de la Facultad Regional Buenos Aires, de la Universidad Tecnológica Nacional (FRBA-UTN). El mismo cuenta con un espacio áulico y una plataforma solar que posee el equipamiento apropiado para realizar las clases de manera teórica y práctica. Las instalaciones del LESES cuentan con equipamiento especializado para realización de ensayos de colectores solares térmicos bajo normas y de paneles solares fotovoltaicos, y con equipamiento didáctico, como, por ejemplo: pack didáctico de hidrógeno, celda de combustible, aerogenerador y celda solar fotovoltaica, todos interconectados posibilitando la realización de mediciones y ensayos.
Por otro lado, los estudiantes realizarán visitas a los proyectos de investigación y laboratorios de Ingeniería Mecánica que estén trabajando en Energías renovables. De este modo, las prácticas de laboratorio son un aporte importante a la asignatura, que favorece la adquisición de capacidades del estudiante por medio de la experiencia directa.

Trabajos Prácticos

Las prácticas que realizarán los estudiantes se realizan en el Laboratorio de Estudios Sobre Energía Solar y en el Laboratorio de Ingeniería Mecánica, en la Sede Campus.

- **TP1 - Visita y relevamiento al Laboratorio de Estudios Sobre Energía Solar**: Los alumnos visitan por primera vez el laboratorio donde entran en contacto con los equipos de energías renovables, aprenden sobre su funcionamiento.
- **TP2 - Ensayo de celdas solar fotovoltaicas, determinación de curvas I-V**: Los alumnos deben determinar las curvas de rendimiento de un panel solar fotovoltaico utilizando un banco de ensayos diseñado para tal fin.
- **TP3 - Diseño de un parque solar fotovoltaico**: Los alumnos deben aplicar las capacidades y conocimientos adquiridos para realizar el diseño y dimensionamiento de un parque solar fotovoltaico.
- **TP4 - Determinación del rendimiento térmico de un colector solar**: los alumnos deben determinar el rendimiento de un colector solar con los datos obtenidos del banco de ensayos existente en la plataforma solar del LESES
- **TP5 - Diseño de un parque eólico**: Los alumnos deben aplicar las capacidades y conocimientos adquiridos para realizar el diseño y dimensionamiento de un parque eólico.
- **TP6 - Generación de hidrógeno mediante electrólisis y su utilización en una celda PEM**: los alumnos deben utilizar el equipamiento de hidrógeno disponible en el laboratorio para generar hidrógeno y luego generar energía eléctrica mediante una celda PEM, para determinar su rendimiento.

MODALIDAD DE EVALUACIÓN

Modalidad

Se realizarán dos exámenes parciales, cuya modalidad es escrita y presencial. Se tendrá en cuenta la aprobación de los trabajos prácticos de la asignatura.

Requisitos de regularidad

Para obtener la regularidad los alumnos deberán aprobar los 2 parciales con nota mínima de 6 (seis) y aprobar todos los trabajos prácticos.

Requisitos de aprobación directa

Para obtener la aprobación directa, deberán obtener una nota mayor o igual a 8 (ocho) en ambos parciales, con la posibilidad de una sola instancia de recuperación en alguno de los dos parciales, y tener todos los trabajos prácticos aprobados en tiempo y forma.

ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS

La asignatura Energías Renovables (tercer nivel), profundiza los conceptos y capacidades adquiridas sobre energías renovables de la materia *Ingeniería Mecánica II* (segundo nivel), agregando las capacidades específicas sobre cálculo, dimensionamiento y diseño de proyectos, aplicando los conceptos adquiridos en las asignaturas *Análisis Matemático I* (primer nivel) y *Física I* (primer nivel), sobre conceptos matemáticos básicos; *Análisis Matemático II* (segundo nivel) y *Física II* (segundo nivel) para conceptos matemáticos avanzados.
Articula con *Química General* (primer nivel), *Materiales Metálicos* (segundo nivel) y *Materiales no Metálicos* (segundo nivel) sobre conceptos de química y materiales usados en ingeniería.
Los conceptos y capacidades adquiridas en la asignatura *Termodinámica* (tercer nivel) son aplicadas en todas las unidades temáticas sobre tecnologías del calor como energía solar, geotermia, combustión de la biomasa e hidrógeno.
Los conceptos y capacidades adquiridas en la asignatura de Energía Renovables son la base de sustento para la comprensión de unidades de asignaturas de nivel superior como: *Tecnología del Calor* (cuarto nivel), sobre instalaciones térmicas, *Electrotecnia y Máquinas Eléctricas* (cuarto nivel), sobre energía eléctrica y generación, y *Máquinas Alternativas y Turbomáquinas* (quinto nivel), sobre turbomáquinas.
En la asignatura *Proyecto Final* (quinto nivel), los alumnos pueden optar por realizar su proyecto final de carrera o tesis sobre energías renovables, siendo estos tutorados por los docentes de las cátedras de *Proyecto Final* y *Energías Renovables*.
Para la articulación de las materias de diferentes niveles, se realizan reuniones de cátedras con los docentes y los jefes de laboratorios para coordinar las actividades de visitas y prácticas a los laboratorios para la utilización y experimentación de equipos de energías renovables.

CRONOGRAMA ESTIMADO DE CLASES

Clase	Tema	Modalidad de dictado (presencial/virtual)
1	Matrices y Mercados Energéticos	Presencial
2	Meteorología Aplicada	Virtual sincrónico
3	Solar Fotovoltaico – TP1	Presencial
4	Solar Fotovoltaico	Virtual sincrónico
5	Solar Fotovoltaico – TP2	Presencial
6	Solar Fotovoltaico – TP3	Presencial
7	Solar Fotovoltaico	Virtual sincrónico
8	Solar Térmica	Presencial
9	Solar Térmica	Presencial
10	Solar Térmica	Virtual sincrónico
11	Solar Térmica – TP4	Presencial
12	Solar Térmica	Presencial
13	Biomasa	Presencial
14	Biomasa - Biogás	Presencial
15	Clase de Consulta - Repaso	Presencial
16	**Examen 1er Parcial**	Presencial
17	Biomasa – biodiesel	Presencial
18	**Recuperatorio 1er parcial**	Presencial
19	Eólica	Presencial
20	Eólica	Virtual sincrónico
21	Eólica	Presencial
22	Eólica – TP5	Presencial
23	Hidrógeno – TP6	Presencial
24	Energías oceánicas	Presencial
25	Energías oceánicas	Presencial
26	Geotermia	Virtual sincrónico
27	Geotermia	Presencial
28	Hidráulica	Presencial
29	Clase consulta - repaso	Presencial
30	**Examen 2do parcial**	Presencial
31	**Recuperatorio 2do parcial**	Presencial
32	**Recuperatorio 1er y 2do parcial**	Presencial

BIBLIOGRAFÍA OBLIGATORIA

1. Peake, S. (2018). *Renewable Energy: Power for a Sustainable Future, 4th Edition*. Oxford: Oxford University Press.
2. Duffie, J. A.; Beckman, W. A. (2013). *Solar Engineering of Thermal Processes, 4th Edition*. John Wiley & Sons, Inc.
3. Grossi Gallegos, H. y Raichijk, C. (2018). *Radiación solar: medición y modelado*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: edUTecNe y ASADES.
4. Grossi Gallegos, H.; Righini, R. y Antelo, O. (2002). *Aprovechamiento energético de la radiación solar*. Luján: Editorial de la Universidad Nacional de Luján (Mapa de radiación solar de la Argentina).
5. Esteves Miramont, A. (2017). *Arquitectura Bioclimática y Sustentable - teoría y práctica de la conservación de energía - sistemas solares pasivos y enfriamiento natural de edificios*. Mendoza: Editorial de la Universidad de Mendoza.
6. Belmonte, S. y Franco, J. (2017). *Experiencias de energías renovables en Argentina: una mirada desde el territorio*. Salta: EUNSa.
7. Huggins, R.A. (2016). *Energy Storage. Fundamentals, Materials and Applications*. Springer International Publishing Switzerland.
8. Leyes de energías renovables Argentina para Gran Escala (N° 27.191, 2015) y para Generación Dustribuida (N° 27.424, 2017), reglamentación del Mercado a Término (MATER, Res. 281-E/2017).
9. Secretaría de Energía. Balance Energético Nacional 2019.
10. Secretaría de Energía (2018) *Generación de empleo en energías renovables*. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/empleorenovable.pdf
11. IRENA (International Renewable Energy Agency). (October 2017). Electricity Storage and Renewables: Costs and Markets to 2030.
12. IRENA. (2020). Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2020.
13. IRENA. (2020). Renewable Power Generation Costs in 2019
14. IRENA. (2020). Renewable Energy Statistics 2020.
15. Vieira de Carvalho, A. et al (2015). *Programas de normalización y etiquetado de eficiencia energética*. Washington, D.C.: Inter-American Development Bank.
16. Norma IRAM 11900 (2017). *Prestaciones energéticas en viviendas. Método de cálculo*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: IRAM.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

1. Aguer Hortal, M.; Miranda Barreras, L. (2005). *El Hidrógeno, fundamento de un futuro equilibrado*. España. Ed Díaz de Santos.
2. Centro Interamericano de documentación e información agrícola (1980). *Biomasa y otras fuentes no convencionales de energía*. Costa Rica, Ed Biblioteca del IICA.
3. Escudero López, J.M. (2008). *Manual de energía eólica*. Madrid, España. Ed Aedos, 2da edición.
4. Fernández Barrera, M (2007). *Energía Solar: sistemas térmicos para acs*. Madrid, España, Ed. Liberfactory.
5. Gonzáles Velasco, J. (2009). *Energías Renovables*. Barcelona, España. Ed Reverté.

6. Lemvigh-Muller, R. (1999). *Instalaciones de energía solar térmica*. España, Ed. Sociedad Anónima de Publicaciones Técnicas.
7. Lluis Jutglar (2004). *Energía Solar*. Barcelona, Ediciones Ceac.
8. Méndez Muñiz, J; Cuervo García, R. (2006). *Energía Solar Térmica*. Madrid, Ed. Fundación Confemental.
9. López Martínez, C. (2008). *Fuentes de Energías para el futuro*. España, Ed. Secretaría General Técnica.
10. Menéndez Pérez, E. (1997). *Las Energías Renovables, En enfoque político-ecológico*. Madrid, España. Ed. Los libros de la Catarata.
11. Menéndez Pérez, E. (2001). E*nergías Renovables, Sustentabilidad y creación de empleo.* Madrid, España. Ed Los Libros de la Catarata.
12. Ministerio de Educación, Política Social y Deporte, Secretaría de Estado de Educación y Formación. (2008). *Fuentes de Energía para el futuro*. España 2008, Ed. Secretaría General Técnica.
13. Ortega Rodríguez (2008). *Energía Renovable*. Madrid Ed. Thomson.
14. Perales Benito, T. (2010). *Guía del instalador de Energías Renovables, Energía Fotovoltaica, Pous, Energía Térmica, Energía eólica, Climatización*. España. Ed. Creaciones Copyright.
15. Jutglar, L. (2004). *Energía Geotérmica*. Barcelona, España. Ed. Ceac.
16. Ramos Castellanos, P. (2008). *Energía y Cambio Climático*. Salamanca, España. Ed Aquilafunente
17. Rey Martínez, F.; Velasco Gómez (2005). *Bombas de Calor y Energías Renovables en Edificios*. España. Ed Thomson.
18. Rifkin, J. (2000). *The Hydrogen Economy*. Nueva York, U.S.A. Ed Paidos Ibérica.
19. Romero Tous, M. (2009). *Energía Solar Térmica*. Barcelona, Ediciones Ceac.
20. Tolosana, E. (2009). *Manual Técnico para el aprovechamiento y elaboración de Biomasa Forestal*. Madrid, España, Ediciones Mundi-Prensa.