



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

**MODIFICACIÓN DE LA CARRERA DE MAESTRIA EN ENERGÍAS RENOVABLES  
MENCIÓN EÓLICA, MENCIÓN SOLAR, MENCIÓN BIOMASA - ORDENANZA N° 1472 -**

Buenos Aires, 24 de agosto de 2023

VISTO la convocatoria a las direcciones de carrera realizada por la Subsecretaría de Posgrado, en cumplimiento a lo establecido por la Ordenanza N° 1924, a fin de analizar los planes de estudio y evaluar su vigencia y la actualidad de sus contenidos, y

**CONSIDERANDO:**

Que el Consejo Superior aprobó por Ordenanza N° 1472 la actualización curricular de la Maestría en Energías Renovables. Mención Eólica, Mención Solar, Mención Biomasa, en el año 2015.

Que, en el tiempo transcurrido desde la mencionada actualización, la experiencia de cursada ha evidenciado que resulta necesario realizar una adaptación de contenidos de acuerdo con la realidad sectorial global y sus permanentes cambios.

Que la presente modificación no afecta el cumplimiento de los estándares vigentes de la carrera y será notificada a la Dirección Nacional de Gestión Universitaria a fin de que tome conocimiento de la misma, de acuerdo con lo establecido por la normativa vigente.

Que la Comisión de Posgrado de la Universidad ha analizado los antecedentes que acompañan la solicitud y avala la presentación, y la Comisión de Ciencia, Tecnología y Posgrado recomienda su aprobación.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Que el dictado de la medida se efectúa en uso de las atribuciones otorgadas por el Estatuto Universitario.

Por ello,

EL CONSEJO SUPERIOR DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

ORDENA:

ARTÍCULO 1°. - Aprobar la modificación de los puntos “Fundamentación”; “Justificación”; “Antecedentes”; “Estructura Curricular”; “Plan de Estudios” y “Objetivos y Contenidos Mínimos” de la Ordenanza N° 1472 que aprueba la actualización curricular la carrera de Maestría en Energías Renovables. Mención Eólica, Mención Solar, Mención Biomasa, según lo establecido en el Anexo I de la presente Ordenanza.

ARTICULO 2°. - Establecer que se mantiene la vigencia de la Ordenanza N° 1472, salvo los puntos modificados por el artículo precedente.

ARTICULO 3°. - Establecer que las Facultades Regionales que cuenten con autorización del Consejo Superior para implementar la carrera aprobada por Ordenanza N° 1472 deberán solicitar su adecuación a la presente modificatoria.

ARTICULO 4°. - Establecer que las Facultades Regionales que en adelante soliciten autorización del Consejo Superior para implementar la carrera de Maestría en Energías Renovables. Mención Eólica, Mención Solar, Mención Biomasa, deberán atender a lo aprobado en la Ordenanza N° 1472 y la presente modificatoria.

ARTICULO 5°. - Establecer que para todas las inscripciones a la carrera de Maestría en Energías Renovables. Mención Eólica, Mención Solar, Mención Biomasa que se realicen a partir del año 2024 regirá la modificatoria aprobada por la presente Ordenanza.



*Ministerio de Educación*  
*Universidad Tecnológica Nacional*  
*Rectorado*

ARTICULO 6°. - Establecer que, en el caso que el cursante hubiera iniciado la carrera en el marco del diseño curricular aprobado por Ordenanza N° 1472, se le aplicará el régimen de equivalencias que se indica en el Anexo II de la presente Ordenanza, en un todo de acuerdo con el Reglamento de Posgrado de la Universidad.

ARTICULO 7°. - Quedarán exceptuados de la aplicación del artículo precedente a los alumnos que únicamente adeuden la aprobación del plan de tesis y/o la tesis.

ARTÍCULO 8°. - Regístrese. Comuníquese y archívese.

ORDENANZA N° 1972

UTN
l.p.
p.f.d.
m.m.m.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

**ORDENANZA N° 1972**

**ANEXO I**

**MODIFICACIÓN DE LA CARRERA DE MAESTRIA EN ENERGÍAS RENOVABLES  
MENCIÓN EÓLICA, MENCIÓN SOLAR, MENCIÓN BIOMASA - ORDENANZA N° 1472 –**

**FUNDAMENTACIÓN**

La creciente demanda de energía, impulsada por el desarrollo social y poblacional y fuertemente ligada al desarrollo económico del país, intensifica el uso de hidrocarburos (no renovables) en la generación de energía eléctrica y en el transporte. Combustibles costosos y en gran parte importados, atados a valores internacionales con alta volatilidad de precios que propician una creciente dependencia y juegan en detrimento, tanto de inversiones en la materia, como de la balanza comercial. Por otro lado, la elevada dependencia del gas natural en conjunto con las reservas probadas deja lugar al desarrollo de fuentes alternativas de energía. Las energías renovables demuestran ser parte importante en el abordaje de esta problemática al mismo tiempo que favorecen la diversificación de la matriz nacional con mínimo impacto en el ambiente y juegan a favor de la sustentabilidad como eje central de una política energética racional. La industria de las energías renovables se ubica hoy en el plano económico-competitivo y favorece al desarrollo de cuestiones clave en la agenda política nacional. Esta industria ha demostrado atraer inversiones multimillonarias en el mundo, del mismo orden de magnitud que otros sectores del rubro energético mucho más establecidos, como la ya mencionada industria del petróleo y gas.

La Argentina tiene como política de estado el desarrollo de una matriz energética diversificada con fuentes renovables de energía, apoyada por leyes que promueven y marcan objetivos a alcanzar en el corto plazo. Esta energía, por otra parte, constituirá el sustento de la actividad



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

económica y el funcionamiento cotidiano a nivel nacional.

La Argentina es un país de grandes recursos naturales, propicio para el desarrollo de fuentes alternativas de energía que permitirían abastecer tanto a la propia nación como a la región. La generación de este tipo de energía resulta fundamental para el crecimiento económico y social de la región, al promover su independencia política y económica. Otros países del cono sur han iniciado, con anterioridad a la Argentina, la inclusión de las energías renovables, tanto en el campo industrial como en el académico.

## **JUSTIFICACIÓN**

La necesidad de contar en forma inminente con recursos humanos capacitados para cumplir con la demanda actual de la industria y más aun con los objetivos estratégicos nacionales, nos mueve a ofrecer una carrera de posgrado de nivel internacional que nos permitirá ubicarnos dentro del grupo de países líderes en la materia.

La formación de posgrado de un profesional capacitado para gestionar la implementación concreta de políticas energéticas amplias es, sin duda, una de las responsabilidades que le atañen a la Universidad. En este marco cobra sentido la aparición de una especialidad en el campo de la ingeniería que se ocupe de la formación académica, la investigación, el desarrollo y la transferencia tecnológica.

En esta maestría se utiliza el espacio académico para desarrollar los conceptos de las energías renovables que promuevan el conocimiento científico, técnico y económico. La creación de este programa favorece el desarrollo de trabajos de investigación, que presten atención a las complejidades propias de los contextos socioculturales y energéticos actuales, tanto internacionales como de la región en particular y también promueve la formación de profesionales sólidos en la materia, capaces de llevar a cabo los desafíos que se presentan en este campo con vistas al futuro.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

## ANTECEDENTES

La Argentina cuenta con innumerables recursos naturales aprovechables tanto para la generación de energía eléctrica como química y calórica. Por dar un ejemplo, la Patagonia de nuestro país cuenta con condiciones de viento que posibilitarían factores de capacidad (FC, energía generada por unidad de potencia nominal) que duplican los promedios mundiales. Los últimos parques eólicos instalados en la zona, habilitados para operación comercial en los años 2019 y 2020, arrojan un FC de más del 60%, valor que se ubica entre los más altos del mundo. En materia de energía solar, al igual que en el caso eólico, Argentina cuenta con vastas regiones cuya radiación solar supera ampliamente los promedios mundiales. Zonas como el NOA y Cuyo han sido desde 2017 a la actualidad escenarios de instalación de grandes parques solares que hoy se encuentran en operación comercial, incluyendo el parque solar Cauchari en la puna jujeña, siendo el mayor parque solar de Sudamérica con 300MW de capacidad nominal en operación comercial y con FC que supera el 30%.

Los casi 300MW instalados y ya operando comercialmente a base de aprovechamientos bioenergéticos (biogás y biomasa) en la región pampeana, litoral y norte del país, sumado a un enorme potencial de desarrollo de la industria en la región núcleo argentina con fuertes sinergias con el sector agropecuario, nos hace pensar en estas tres industrias emergentes y desarrollar un programa que las incluya en su currículo diseñando tres Menciones como orientaciones específicas.

Se ha trabajado fuertemente en los últimos años en este sector para que la Argentina se convierta en un destino seguro y atractivo para la inversión, al mismo tiempo que favoreciendo la competitividad y la baja de los precios de la energía generada, llevándolos a niveles internacionales que sólo suceden en los mercados más desarrollados del mundo.

Esta verdadera revolución también se manifiesta en la creación de más de 11.000 nuevos puestos de trabajo tanto en la construcción y operación de los parques, como en la producción



*Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado*

de aerogeneradores y diversos componentes para la industria renovable en general. De esta forma, hemos sumado a la Argentina al selecto club de países con capacidad para la fabricación de equipamiento, tanto para abastecer al mercado local como para la exportación. En materia de Generación Distribuida, y en línea con un fenómeno mundial, se tomó la decisión de empoderar a los usuarios eléctricos como protagonistas del cambio en la matriz energética generando su propia energía y “democratizando” su acceso. En ese sentido, Argentina dio un paso fundamental al impulsar en tiempo récord la moderna Ley Nacional de Generación Distribuida, aprobada por unanimidad en el Congreso de la Nación, así como todo el marco regulatorio. Actualmente se encuentra ya implementado en 14 provincias, con beneficios promocionales establecidos y con usuarios conectados en CABA, GBA, Córdoba, Mendoza y el resto de las provincias adheridas, generando su propia energía y entregando excedentes a la red desde mayo de 2019.

La energía renovable es confiable, segura, conlleva un mínimo impacto en el ambiente y se trata de generación económicamente más conveniente sin subsidios que aquella que desplaza en la generación de energía eléctrica convencional. Este programa de Maestría pretende aportar desde lo académico y de forma inmediata, al desarrollo de una industria noble, pujante y tan necesaria.

## **ESTRUCTURA CURRICULAR**

El currículo de la Maestría en Energías Renovables. Mención Eólica, Mención Solar, Mención Biomasa está organizado en torno a dos ciclos: un ciclo de Fundamento y un ciclo de Especialización. El plan de estudios presenta un conjunto de contenidos mínimos integrados, relativos al estudio del campo general de la energía y al campo específico.

El primer ciclo “de fundamento” se organiza en torno a Cursos que abordan las distintas tecnologías de energías renovables, su gestión e implementación. Las actividades



Ministerio de Educación  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Rectorado

académicas de este ciclo son comunes para todos los maestrandos, en tanto se consideran básicos para la comprensión de los conceptos aplicados que corresponden a cada una de las menciones a que da lugar esta maestría.

El segundo ciclo “de especialización” gira en torno a cada una de las tres tecnologías energéticas renovables y contempla un importante componente de formación aplicada. Incluye “Mención Eólica”, “Mención Solar” y “Mención Biomasa” según la elección del alumno. El espacio denominado “Tesis”, contiene un curso destinado a la formación y orientación del alumno en la elaboración de su proyecto de tesis de Maestría.

El tesista deberá acreditar no menos de CIENTOSESENTA (160) horas que podrán ser asignadas al trabajo de tesis y otras actividades complementarias.

## PLAN DE ESTUDIOS

### Ciclo de Fundamento

Cursos	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Horas Totales
Gestión, Financiamiento y Evaluación de Proyectos Energéticos	15	5	20
Mercado eléctrico mayorista	15	5	20
Meteorología aplicada y Cambio Climático	15	5	20
Máquinas eléctricas y redes de transmisión	15	5	20
Energía Eólica	15	5	20
Energía Solar	15	5	20
Energía de la Biomasa	15	5	20
Probabilidad Aplicada	15	5	20
Termodinámica Térmica	15	5	20
Empresa, sociedad y legislación	15	5	20
Tecnología del hidrógeno	15	5	20
Sistema de Almacenamiento de Energía	15	5	20



Ministerio de Educación  
 Universidad Tecnológica Nacional  
 Rectorado

Impacto Ambiental	15	5	20
Eficiencia Energética	15	5	20
Otras Energías Renovables	15	5	20
<b>Ciclo de Fundamento – Total de horas</b>	<b>225</b>	<b>75</b>	<b>300</b>

### Ciclo de Especialización Mención Eólica

Cursos	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Horas Totales
Recurso eólico	15	5	20
Diseño de parques eólicos	22	8	30
Aerodinámica y aeroelasticidad	38	12	50
Sistemas de control y conversión de la energía eólica	30	10	40
Sistemas híbridos y microredes	30	10	40
Integración en redes	30	10	40
Operación y mantenimiento de sistemas de generación eólica	22	8	30
<b>Ciclo de Especialización Mención Eólica - Total de horas</b>	<b>187</b>	<b>63</b>	<b>250</b>

### Ciclo de Especialización Mención Solar

Cursos	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Horas Totales
Radiación Solar	15	5	20
Arquitectura solar bio-climática	22	8	30
Energía solar térmica	38	12	50
Energía solar fotovoltaica	22	8	30
Silicio y tecnología de fabricación de celdas solares	22	8	30
Diseño de sistemas solares integrados	45	15	60
Operación y mantenimiento de sistemas de generación solar	22	8	30
<b>Ciclo de Especialización Mención Solar - Total de horas</b>	<b>186</b>	<b>64</b>	<b>250</b>



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

### Ciclo de Especialización Mención Biomasa

Cursos	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Horas Totales
Cultivos energéticos	30	10	40
Planificación, gestión y regulación de las fuentes de biomasa	21	7	28
Biodiesel	20	6	26
Bioetanol	20	6	26
Biogás y residuos sólidos urbanos	30	10	40
Biomasa sólida	15	5	20
Gasificación de biomasa	15	5	20
Pirólisis	15	5	20
Operación y mantenimiento de sistemas de generación de biomasa	22	8	30
<b>Ciclo de Especialización Mención Biomasa - Total de horas</b>	<b>188</b>	<b>62</b>	<b>250</b>

### Tesis

Cursos	Horas Teóricas	Horas Prácticas	Horas Totales
Seminario de tesis	10	20	30

### Maestría en Energías Renovables. Mención Eólica, Mención Solar o Mención Biomasa

Ciclo de Fundamento	300
Ciclo de Especialización Mención	250
Tesis	30
Trabajo de tesis y otras actividades complementarias	160
<b>Carga horaria total</b>	<b>740</b>



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

## **OBJETIVOS Y CONTENIDOS MÍNIMOS DEL PLAN DE ESTUDIOS**

### **Ciclo de Fundamento**

- *GESTIÓN, FINANCIAMIENTO Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS ENERGÉTICOS*

#### **Objetivos**

- Profundizar sobre los conceptos fundamentales de los modelos de negocio de las empresas de servicios energéticos (ESE's) y de los mercados energéticos.
- Adquirir las capacidades básicas para la gestión y evaluación económico-financiera de un proyecto de inversión en energías renovables.
- Brindar las herramientas que permitan tomar decisiones óptimas de financiamiento entre las diversas alternativas disponibles considerando el entorno de cambio constante.

#### **Contenidos mínimos**

Herramientas: Diagramas de flujo de inversión. Estadísticas. Cadena de valor.

Tecnologías de energías renovables. Cálculo de indicadores económicos y sensibilidades.

Análisis de riesgos y upsides. Sistema energético argentino. Políticas energéticas a nivel mundial y su comparación con el caso argentino.

Modelos de negocios. Project Finance: definición, características, estructura.

Proyectos de financiamiento y sus riesgos asociados. Estudio de factibilidad. Estudios de viabilidad. Plan de inversión. Estudio de mercado. Evaluación de costos.

Amortización de la tecnología. Casos de éxito de proyectos a nivel mundial y nacional.

Gestión de proyectos. Etapas y criterios para la planificación de proyectos.

Clasificación de proyecto en pequeña, mediana y gran envergadura. Financiamiento.

Seguimiento y control de la gestión. Evaluación de proyectos: Técnicas y recursos.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

○ *MERCADO ELÉCTRICO MAYORISTA*

**Objetivos**

- Estudiar el funcionamiento del Mercado Eléctrico Mayorista argentino.
- Identificar las diferencias y conveniencias de los distintos tipos de agentes de mercado.
- Analizar las distintas reglamentaciones y contratos vigentes.
- Caracterizar en perspectiva histórica el sistema eléctrico nacional y su estado actual.

**Contenidos mínimos**

Instituciones del Sector Eléctrico, funciones Agentes del MEM. No Agentes: comercializadores  
Funcionamiento del MEM. Declaración de CVP. Precio spot, Factor de nodo, Precios locales.  
Programación Estacional. Precios Estacionales, Fondo de Estabilización Indicadores del  
MEM: precio “Monómico”, potencia instalada, requerimiento máximo. Contratos Base.  
Cambios en el marco regulatorio.

Respaldo físico. Demanda base y excedente. Cálculo. Servicio Energía Plus. Contratos contra  
el Fondo de Estabilización. Cargos de transporte AT y DISTRO. Ampliación de transporte.

Prestación adicional de la Función Técnica de Transporte (PEAJE). Normativa, tarifas y  
calidad de suministro. Cargos que abona el GUMA.

○ *METEOROLOGÍA APLICADA Y CAMBIO CLIMÁTICO*

**Objetivo**

- Adquirir los conocimientos básicos de la meteorología, tomando en cuenta las leyes de movimiento, fuentes y transmisión de energía, balances de energía, masa e impulso, variaciones del clima y el cambio climático.

**Contenidos mínimos**

Descripción del sistema climático mundial: componentes. La atmósfera: composición y origen.  
Estructura vertical de la atmósfera. Componente astronómica del clima. Diferencia entre



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

tiempo y clima. Instrumentos de medición de las variables meteorológicas.

Transferencia de calor en la atmósfera: conducción, convección, y radiación. Flujo de calor sensible y latente. Radiación neta.

Presión atmosférica y viento. Comportamiento de los gases. Factores que afectan el viento. Efecto de Coriolis. Viento geostrófico. Viento gradiente. Ondas. Frente frío y frente cálido.

Circulación general de la atmósfera. Circulación global idealizada. Distribución observada de la presión y vientos en superficie. La circulación de los oestes. Corrientes en chorro. Campos medios de radiación, temperatura, presión, viento y precipitación.

Distintas fuentes de información meteorológica. Satélites y radares. Modelado numérico del tiempo y del clima.

Calentamiento global y cambio climático. Gases de efecto invernadero. Principales fuentes de emisión: energía, transporte, agricultura, industria, etc. Acuerdos internacionales y políticas de reducción de emisiones.

#### ○ MÁQUINAS ELÉCTRICAS Y REDES DE TRANSMISIÓN

##### **Objetivos**

- Comprender las principales leyes de la electrotecnia aplicadas a la transmisión, transformación y conversión de energía; particularmente su aplicación en líneas de transmisión, máquinas eléctricas rotantes y estáticas.
- Analizar los aspectos constructivos, principios de funcionamiento y principales aplicaciones enfocados a la definición de proyectos de generación de energía.

##### **Contenidos mínimos**

Transformadores: Leyes circuitos magnéticos. Flujos concatenados e inductancias. Funcionamiento del transformador en conexión con la red eléctrica. Ensayos principales – parámetros del modelo equivalente-.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Máquinas Rotantes: Principio de conversión de energía electromecánica. Energía y Coenergía. La forma de onda de la f.e.m. Ecuaciones de tensión y de corrientes. Circuitos equivalentes.

Maquinas Síncronas Y Asíncronas: Diagrama y Métodos de arranque de regulación y control de velocidad. Descripción de disposiciones constructivas Conexión con red infinita. Conexión a la red eléctrica. Paralelo de generadores.

Líneas De Transmisión – Estaciones Transformadoras: Descripción de los sistemas de transmisión de energía. Niveles de tensiones. Distancias de transmisión.

#### ○ *ENERGÍA EÓLICA*

##### **Objetivos**

- Comparar distintos escenarios energéticos y analizar desde un punto de vista general la inserción de la energía eólica en la matriz global.
- Conocer las principales tecnologías disponibles para aerogeneradores de potencia y las leyes físicas asociadas a su funcionamiento.
- Adquirir los conocimientos básicos para el diseño de sistemas de generación eólica y su inserción en diferentes escenarios de producción energética.

##### **Contenidos mínimos**

Evolución de la energía eólica, principios tecnológicos: Tecnologías aplicadas en la generación eólica. Reseña histórica. Evolución de la energía eólica. Principio básico de funcionamiento. Clasificación según características tecnológicas.

El Recurso Eólico: La importancia de la caracterización y predicción del recurso eólico como herramienta fundamental en el despacho de la energía eólica. Concepto estocástico del viento, rugosidad y turbulencia. Perfiles de viento (Wind Shear). El proceso de medición.

Generación eólica: Conversión de la energía cinética del viento. Los principios físicos



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

asociados a la teoría del disco actuador. Coeficiente de potencia y límite de Betz. Los conceptos básicos aerodinámicos de las turbinas de viento. Descripción del perfil alar. Curvas relacionadas. Concepto de elemento de pala, BEM. Cálculo de CP (Coeficiente de Potencia, Torque y Empuje). El control de potencia en la generación eólica. Granjas eólicas, introducción al concepto de efecto estela.

Integración a la red e Introducción a los sistemas híbridos: Conceptos tecnológicos de los diferentes “Tipos” de turbinas eólicas (A, B, C, D), introducción a los WECS (Wind Energy Conversion Systems). Sus desempeños respecto a la integración a la red en la generación eléctrica actual.

#### ○ *ENERGÍA SOLAR*

##### **Objetivos:**

- Comprender los conceptos fundamentales sobre el recurso solar, la generación y uso de la energía solar.
- Adquirir conocimientos sólidos sobre las tecnologías de paneles fotovoltaicos, sistemas fotovoltaicos y térmicos, incluyendo los de baja temperatura y concentrados.
- Desarrollar habilidades para diseñar e implementar estos sistemas en diferentes aplicaciones y comprender las innovaciones y desafíos actuales en la industria de la energía solar a nivel mundial.

##### **Contenidos mínimos:**

Radiación Solar: El espectro electromagnético y su relación con la conversión de energía solar.  
Tecnología Fotovoltaica: Paneles y módulos fotovoltaicos. Silicio y capas delgadas. Técnicas de dopaje, interconexión de celdas y tecnología de concentración solar. Control de calidad en la fabricación de paneles.

Implementación de Sistemas Fotovoltaicos: Diseño y cálculo de sistemas. Innovaciones en



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

sistemas concentrados de células fotovoltaicas (CPC).

Energía Solar Térmica: Desarrollo y aplicaciones de sistemas térmicos de baja temperatura. Colectores solares planos y de tubos de vacío, calentadores solares de aire. Avances en la producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS).

Energía Solar Térmica Concentrada: Componentes, tipos y diseño de colectores solares concentrados. Almacenamiento de la energía térmica y su integración.

Plantas de Generación Solar a Gran Escala: Desafíos, oportunidades y mejores prácticas.

- **ENERGÍA DE LA BIOMASA**

**Objetivos**

- Adquirir los conocimientos básicos para evaluar y planificar el uso de las diferentes fuentes de biomasa para la producción de vectores energéticos sólidos, líquidos y gaseosos considerando el conjunto de variables requeridas para una producción sustentable desde criterios sociales, económicos y medioambientales.
- Ser capaces de seleccionar la tecnología más conveniente en función de las características de la biomasa para su transformación con fines energéticos.

**Contenidos mínimos**

Biomasa: Tipos de biomasa según su estado. Proceso de fotosíntesis. Clasificación de la biomasa. Potencialidad energética de la biomasa. Accesibilidad de la materia prima. Problemáticas en torno a la utilización del recurso suelo, aspectos sociales y medioambientales

Bioenergía: Eficiencia de conversión. Pérdidas energéticas. Distintas tecnologías para el aprovechamiento de la biomasa. Eficiencias de empleo. Balances energéticos. Metodologías de integración en territorio. Proyecciones en Argentina y el mundo.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

○ **PROBABILIDAD APLICADA**

**Objetivos**

- Conocer los fundamentos y aplicaciones de la teoría de las probabilidades y poder reconocer distribuciones de probabilidad, operar con ellas e interpretar los resultados.
- Comprender los principios de la estadística descriptiva e inferencial y adquirir las habilidades necesarias para reconocer las herramientas apropiadas en las diferentes situaciones.
- Elaborar modelos predictivos utilizando modelos de regresión. Seleccionar y evaluar el modelo más apropiado para resolver una determinada situación problemática.

**Contenidos mínimos**

Nociones de probabilidad: Principio de estabilidad de las frecuencias relativas. Probabilidad Condicional. Teorema de la multiplicación. Sucesos independientes. Teorema de la Probabilidad Total y de Bayes.

Variables discretas y continuas. Esperanza matemática, desvío estándar. Funciones de probabilidad, de densidad y de distribución. Aplicaciones.

Nociones de estadística: Datos cuantitativos y cualitativos. Distribuciones de frecuencia. Gráficos. Población y muestra. Técnicas de muestreo. Medidas de tendencia central y variabilidad. Estimación de parámetros. Test de hipótesis. Aplicaciones.

Nociones de modelado: Modelo de regresión lineal. Fundamentos. Método de los mínimos cuadrados. Regresión múltiple. Modelos de regresión no lineal. Evaluación y selección de modelos. Principales estrategias de modelado. Aplicaciones.

○ **TERMODINÁMICA TÉRMICA**

**Objetivos**

- Comprender los postulados y principios de la Termodinámica.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- Conocer los procesos de conversión energética en el área de las máquinas térmicas y los procesos termomecánicos y su aplicación en la investigación y/o desarrollo de nuevas fuentes de energías renovables.

### **Contenidos mínimos**

Nociones básicas de termodinámica técnica: Parámetros y funciones de estado. Primer principio. Trabajo y calor. Energía interna. Entalpía. Gases ideales y reales. Mezcla de gases ideales. Sus leyes. Coeficiente de compresibilidad. Transformaciones con gases ideales. Segundo principio. Concepto de Máquinas térmicas. Enunciados. Reversibilidad e irreversibilidad. Teorema de Carnot.

Entropía: Propiedades. Exergía. Anergía. Concepto. Exergía de sistemas cerrados y abiertos. Concepto de rendimiento exergético. Vapores. Regla de las fases. Vapor y líquido saturado, vapor húmedo y sobrecalentado. Parámetros termodinámicos. Calor de vaporización.

Combustión: Estequiometría. Tipos de combustión. Triángulo de Ostwald. Emisiones y control. Introducción a la combustión dinámica.

Transmisión del Calor: Formas. Conductibilidad térmica. Ley de Fourier. Convección. Coeficiente de transmisión combinado. Intercambio de calor en el curso de cambios de estado. Valores de coeficientes. Intercambiadores de calor. Coeficiente de transmisión total. Radiación. Cuerpos negros. Leyes de la energía radiante

- *EMPRESA, SOCIEDAD Y LEGISLACIÓN*

### **Objetivos**

- Analizar la empresa como un sistema que se desarrolla junto con las mejoras que aporta a la sociedad civil desde la integración entre la diversidad de objetivos económicos, sociales y políticos de las empresas, considerando la naturaleza de sus prestaciones.
- Conocer los aspectos legislativos y legales de energías renovables presentadas y



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

sancionadas en argentina, sus orígenes y el impacto de estas en el desarrollo de inversiones en el sector.

### **Contenidos mínimos**

Empresa, organización e institución. Modelo de empresa y contexto socio-cultural. La empresa socialmente inteligente.

Legislación Argentina: Marco general sobre la legislación en el sector energético argentino. Legislación argentina sobre las energías renovables. Resoluciones de aplicabilidad al sector de las energías renovables. Las energías renovables y su proyección en la legislación vigente. Legislación comparada en ER.

#### ○ *TECNOLOGÍAS DEL HIDRÓGENO*

### **Objetivos**

- Conocer los conceptos asociados al uso del hidrógeno en el campo de la energía y las posibilidades futuras de su uso como vector y las fortalezas y las debilidades asociadas al balance energético que surge de su producción y uso final.
- Analizar desde su producción al uso final las dificultades del almacenamiento, transporte y distribución. La economía del hidrógeno y sus posibilidades futuras. La cuestión ambiental.

### **Contenidos mínimos**

Fundamentos del uso del hidrógeno como vector energético. Producción a partir de diversas energías primarias. Métodos de producción y precursores, actuales y en desarrollo. Seguridad. Materiales. Sensores. Transporte, distribución y uso. Técnicas de almacenamiento. Celdas de combustible.

Usos en el transporte y en la producción de energía eléctrica. Purificación y venenos en las pilas. El concepto de la economía del hidrógeno. Situación actual y proyecciones. Plantas piloto y plantas demostrativas. Cuestiones ambientales asociadas al uso del hidrógeno como



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

vector energético.

○ *SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA*

**Objetivos**

- Conocer la implicancia del almacenamiento en el escenario actual y futuro de los servicios eléctricos con elevada participación de las energías renovables.
- Comprender los procesos electroquímicos aplicados al campo de las Energías Renovables.

**Contenidos mínimos**

Caracterización del almacenamiento según las tecnologías principales de la conversión de la energía.

Almacenamiento electroquímico. Tecnologías actuales. Potenciales y termodinámica de celdas electroquímicas. Cinética de las reacciones electroquímicas. Diseño de electrodos de alta tecnología. Procesos electroquímicos de interés industrial. Conversión electroquímica de la energía.

Otros tipos de almacenamiento: bombeo de agua, sales fundidas, aire comprimido, volante de inercia, baterías de flujo, y basados en la tecnología del hidrógeno.

○ *IMPACTO AMBIENTAL*

**Objetivos**

- Analizar los distintos componentes del impacto ambiental en relación con el desarrollo de proyectos de energías renovables.
- Evaluar los métodos que permiten caracterizar el impacto ambiental y su relación con el impacto social.

**Contenidos mínimos**

Situación actual y perspectivas de los estudios ambientales.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Estudio del medio ambiente en sus componentes científico, social, tecnológico, económico, cultural, ético. Componentes y dimensiones básicas de la problemática ambiental.

Modelos y técnicas en relación con la conservación, corrección o prevención de los problemas ambientales. Estudio del impacto ambiental, regulaciones actuales, marco normativo aplicado al desarrollo de los sistemas de generación renovables.

○ *EFICIENCIA ENERGÉTICA*

**Objetivos**

- Adquirir los conocimientos básicos en la gestión eficiente de la energía.
- Interpretar los nuevos escenarios de la energía y su uso de modo eficiente.
- Comprender las herramientas actuales para la gestión del uso racional y eficiente de los recursos energéticos

**Contenidos mínimos**

La matriz energética y los balances de energía. Demanda global de energía. Disponibilidad del recurso energético.

Eficiencia energética, y su efecto en la reducción del impacto ambiental

Marco normativo para la planificación, Implementación, seguimiento y control de un sistema de gestión energética. Políticas gubernamentales sobre la eficiencia energética

Tecnologías que mejoran la eficiencia energética en equipos y sistemas, su aplicación en los hogares, comercios e industrias.

Herramientas actuales aplicadas a la gestión de la eficiencia energética: aplicativos informáticos, sensores y controles.

○ *OTRAS ENERGÍAS RENOVABLES*

**Objetivos**

- Conocer el desarrollo, y la caracterización de otros sistemas de conversión de fuentes de



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

recurso renovable en energía eléctrica: marinas, pequeños aprovechamientos hídricos y geotérmicos.

- Comprender los mecanismos y herramientas que determinan su factibilidad sustentable.

### **Contenidos mínimos**

Energías Marinas: Undimotriz, mareomotriz, corrientes marinas, osmótica marina, térmica oceánica. Características. Comparación energética con otras energías renovables. Técnicas y tecnologías de aprovechamiento y conversión de las energías marinas a energía eléctrica. Proyecto de energías marinas en la Argentina. Calculo básico de un parque de energía: undimotriz, centrales mareomotrices y de corrientes marinas, impacto ambiental de las energías oceánicas.

Energía Geotérmica: El recurso hidrotermal, reservorios geotérmicos, sistemas de alta y baja entalpía. Principios de funcionamiento de generación eléctrica. Contexto mundial y nacional. Costos, financiamiento, riesgo y desafíos de inversión. Etapas de un proyecto: Exploración, perforación, desarrollo, explotación, abandono.

Aprovechamientos hídricos: caracterización del recurso hidráulico, parámetros básicos.

Turbinas: tipos, fundamentos de aplicación y sistemas de control. Micro-centrales hidráulicas: caracterización según el campo de aplicación, limitaciones e impacto ambiental.

### **Mención Eólica**

- o *RECURSO EÓLICO*

#### **Objetivo**

- Comprender el viento como fenómeno físico y las ecuaciones generales que gobiernan su dinámica y su aplicabilidad en el campo de la energía eólica.

### **Contenidos mínimos**

Capas atmosféricas. Movimientos del aire. Gradientes de presión. Desequilibrio térmico.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Estabilidad atmosférica. Circulación general. Flujo de masa de aire. Fuerzas de Coriolis.

Variación vertical de la dirección y de la intensidad del viento. Espiral de Ekman. Rugosidad del terreno y efecto sobre el viento. Perfiles de velocidad. Velocidad de fricción y constante de Von Karman. Simplificación de las ecuaciones del perfil de velocidad. Relación logarítmica y exponencial.

Diferencias en el perfil de velocidad entre terrenos planos y complejos. Efectos locales de origen térmico y orográfico. Vientos de valle y montaña. Brisa. Aceleración en pendientes. Pendientes máximas. Flujo turbulento. Vientos extremos y turbulencias aceptables.

#### ○ *DISEÑO DE PARQUE EÓLICO*

##### **Objetivos**

- Dominar las técnicas y metodologías para el desarrollo de cada una de las etapas necesarias para el desarrollo de un parque eólico de potencia.
- Comprender, a través del estudio de casos reales, el uso de herramientas para la estimación de la generación y el nivel de incertezas asociadas.

##### **Contenidos mínimos**

Medición del recurso eólico y su caracterización: Herramientas disponibles para la estimación del recurso. Planificación de la campaña de medición. Torres de medición. Instrumentación. Estándar IEC 61400-12-1. Validación de la información medida. Características del recurso a largo plazo (MCP). Modelos de extrapolación espacial.

Distribución de los aerogeneradores. Cálculo de pérdida por estela. Otras pérdidas. Estimación de incertezas, niveles de confiabilidad. Estimación de producción de energía anual de un parque eólico. Factor de capacidad. Clase del sitio: Estándar IEC 61400-1. Elección de la máquina.

Etapas y alcances requeridos en el proyecto de un parque de generación eólica. Análisis



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

técnico-económico de los resultados obtenidos en cada etapa del desarrollo, aplicación de índices de sensibilidad.

○ **AERODINÁMICA Y AEROELASTICIDAD**

**Objetivos**

- Comprender los elementos básicos de la aerodinámica y su aplicación al campo de la Energía Eólica
- Entender los conceptos de la física y de la mecánica de fluidos que llevan a un aerogenerador a convertir la energía del viento en potencia mecánica.
- Conocer los elementos básicos de la aeroelasticidad en sistemas estáticos y dinámicos.
- Comprender la interacción entre aire y estructuras sólidas y su aplicación al campo de la Energía Eólica.
- Comprender las fuerzas que gobiernan a los aerogeneradores, modelos y ecuaciones descriptivas fundamentales.

**Contenidos mínimos**

Aerodinámica clásica: perfil aerodinámico y teoría de alas. Capa límite y desempeño de perfiles. Pérdida aerodinámica y su modelado. Principio de aerodinámica del rotor. Modelado del disco actuador y teorías asociadas. Modelos de vórtices y evolución 3D de la estela.

Análisis estructural: desarrollo general de conceptos de elasticidad. Dinámica estructural: formulación de los conceptos de equilibrio dinámico y sus ecuaciones fundamentales. Teoría clásica Euler-Bernoulli. Modelos de aproximación por elementos finitos.

Aeroestabilidad: Interacción fluido estructura, modelos dinámicos lineales y no lineales. Análisis de la estabilidad lineal en rotores y su aplicación en aerogeneradores.

Interacción servo-aeroelástica: formulación de modelos y ecuaciones generales. Alivio de carga y aumento de la estabilidad mediante estrategias de control.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

○ **SISTEMAS DE CONTROL Y CONVERSIÓN DE LA ENERGÍA EÓLICA**

**Objetivos**

- Adquirir los conocimientos fundamentales sobre el análisis, diseño e implementación de sistemas de control y protección específicos para turbinas eólicas de escala industrial, conectadas a la red eléctrica.

**Contenidos mínimos**

Sistemas de conversión de energía eólica a eléctrica. Configuraciones típicas actuales. Principios básicos de funcionamiento y control.

Sistemas de control y protección de turbinas: funciones específicas de control; funciones de seguridad. Especificación de requerimientos de diseño. Normas de aplicación: IEC 61400 Parte 1; GL IV-1. Requerimientos básicos y distintos modos de operación. Estrategias globales de control. Modelado y diseño de controladores. Diseño básico o conceptual de sistemas de control. Mitigación de cargas mecánicas y estructurales. Métodos de validación por simulación. Sensores y actuadores. Hardware y software de control, comunicaciones, electrónica de potencia de conversión (WECS). Sistema de seguridad. Requerimientos prácticos y limitaciones. Diagnóstico de fallas. Sistemas de monitoreo y supervisión (SCADA). Ensayos y homologación de turbinas. Calidad de la energía eléctrica generada. Herramientas de optimización.

○ **SISTEMAS HÍBRIDOS Y MICRORREDES**

**Objetivos**

- Evaluar la sustentabilidad de la generación de energía eléctrica a través de los sistemas híbridos y microrredes.
- Analizar sistemas de generación basados en fuentes renovables de energía: fotovoltaica, eólica biomasa, u otras, en conjunto con las tecnologías de almacenamiento actuales y dispositivos convencionales.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

### **Contenidos mínimos**

Sistemas híbridos de energía, su derivación en las microrredes de energía con alto contenido de DERs con fuente o recurso energético renovable.

Definición y análisis de las microrredes eléctricas según la IEEE2030.7. Especificación y diseño, IEC TS 62898-3-1. Normativas locales e internacionales. Los protocolos de comunicación, IEC 61850.

Componentes principales. Interacción de las diferentes fuentes de energía. Definición de carga en sistemas aislados. Sistemas autónomos vinculados a la red, requisitos de la IEEE1547.8.

Planificación de un sistema híbrido de generación. Desempeño y articulación de la generación convencional (fósil) con la de origen renovable, factores condicionantes. Análisis de desempeño del almacenamiento, factibilidad de uso y dimensionamiento. Estudio técnico-económico de proyectos híbridos y microrredes. Uso de herramientas informáticas.

#### ○ *INTEGRACIÓN EN REDES*

### **Objetivos**

- Adquirir conocimientos y experiencia en la integración de la energía eólica en las redes eléctricas de potencia.
- Analizar y comparar las especificaciones de producción de energía eólica con la de centrales convencionales, con enfoque a las metodologías de un proyecto y los impactos en la red.
- Reconocer las herramientas necesarias para proyectar la integración de la producción de energía eólica al sector eléctrico de potencia.

### **Contenidos mínimos**

Centrales eólicas vs. Centrales convencionales. Condicionantes en la integración de las centrales eólicas en las redes eléctricas. Topologías de las redes eléctricas. Niveles y



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

estrategias de regulación de tensión y frecuencia. Factor de potencia y compensación de energía reactiva. Principios de dimensionamiento de equipos y servicios para el acceso a las redes de transmisión eléctrica. Modelos de integración. Comportamientos estacionarios, dinámicos y transitorios. Evaluación de la calidad de la energía, normas y recomendaciones, la IEC 61400-21. Efecto de alisamiento de fluctuaciones de potencia. Los códigos de redes actuales. Proyecto y operación de sistemas eléctricos con elevada participación de generación eólica. Impacto en la reserva de potencia y la seguridad eléctrica. Aplicación de herramientas informáticas, PSSE, ETAP u otra.

○ **OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE GENERACIÓN EÓLICA**

**Objetivos**

- Explicar y caracterizar la fase operación dentro del ciclo de vida de un activo de energía eólica a partir del análisis de la cadena de valor.
- Mostrar su importancia y factores claves que afectan el desempeño (eficiencia y performance).
- Ilustrar a partir de ejemplos las actividades a realizar y valorizar lecciones aprendidas.

**Contenidos mínimos**

La fase operativa dentro del ciclo de vida de los activos eólicos. Las 3 fases del ciclo de vida de activos y el mapa de procesos. Caracterización de la fase operativa y sus desafíos. La dimensión temporal y el análisis de costos.

Cadena de valor y estrategias operativas en los sistemas eólicos. Cadena de valor del O&M. Selección de la estrategia de O&M: balance entre costos vs riesgos.

Gestión de activos eólicos. Desempeño operativo. Mantenimientos programados. Monitoreo remoto. Extensión de vida útil y repotenciación.

Gestión de tareas de rutina. Mantenimientos preventivos y correctivos menores. Soporte



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

técnico. Logística de materiales. Gestión de tareas fuera de rutina. Mantenimientos correctivos mayores. Actualización de componentes; Inspecciones técnicas.

### **Mención Solar**

#### ○ *RADIACIÓN SOLAR*

- Adquirir conocimientos sobre la radiación solar y su relación con la generación de energía.
- Entender el papel del sol como fuente de emisión y comprender los procesos involucrados.
- Asimilar las leyes que rigen la radiación y los conceptos esenciales de emisividad, reflectividad y transmisividad.
- Analizar cómo la radiación solar interactúa con la Tierra y la atmósfera, incluyendo la medición y los efectos de la radiación global, directa e indirecta.
- Utilizar eficientemente atlas, software y bases de datos online de radiación solar.

#### **Contenidos mínimos:**

Fundamentos de la Radiación Solar: El Sol como Fuente de Emisión. Leyes de Planck, Stefan-Boltzmann y Wien. Emisividad, reflectividad y transmisividad. Radiancia espectral.

Interacción Radiación-Tierra-Atmósfera: Radiación global, directa e indirecta y su medición.

Variaciones latitudinales. Reflexión terrestre y su impacto en los sistemas de generación de energía solar. Uso de atlas, software y bases de datos online de radiación solar. Albedo y su variación estacional. Interacción atmosférica en los sistemas de generación de energía solar.

Balance Global de Energía: Balance de energía terrestre, efecto invernadero y balance de energía en el tope de la atmósfera. Variaciones diurnas y anuales de la temperatura en superficies terrestres y marinas.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

○ *ARQUITECTURA BIO-CLIMÁTICA*

**Objetivos**

- Promover la comprensión y uso de estrategias de diseño de bajo carbono en arquitectura, integrando conceptos de física para edificios eficientes y confortables.
- Aplicar la implementación de sistemas de calefacción, refrigeración de alto rendimiento y energías renovables.
- Realizar evaluaciones de post-ocupación, y en el uso de estrategias de diseño pasivas y solares, almacenamiento térmico, y en fomentar la eficiencia energética.

**Contenidos mínimos**

Diseño de edificios de bajo carbono: Conceptos estratégicos, roles en diseño ambiental  
Física de la construcción: Diseño de edificios eficientes. Confort térmico y modelo adaptativo.  
Establecimiento de parámetros de desempeño y evaluación. Impacto y mitigación de la isla de calor urbana. Estudio de las propiedades térmicas, albedo, emisividad y la influencia de la vegetación.

Calefacción y refrigeración eficientes: Calderas de condensación. Tecnologías de refrigeración de bajo consumo. Almacenamiento térmico

Estrategias pasivas y solares: Acceso a luz natural y ventilación. Técnicas de aprovechamiento solar.

Utilización y ahorro energético: Factores de utilización. Metodos de balance térmico.

○ *ENERGÍA SOLAR TÉRMICA*

**Objetivos**

- Conocer los fundamentos de la energía solar térmica, abarcando los conceptos físicos hasta sus aplicaciones prácticas.
- Estudiar las tecnologías de agua caliente sanitaria y calefacción solar, así como de



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

diferentes tipos de colectores solares concentrados.

- Reconocer los métodos de almacenamiento térmico y la utilización de bloques de potencia, y explorar las aplicaciones industriales de la energía solar térmica.

### **Contenidos mínimos**

Mecanismos de transmisión de calor. Aplicaciones de baja, media y alta temperatura.

Principios de concentración solar y sus límites.

Tecnología de Agua Caliente Sanitaria Solar: Captadores planos, de tubo de vacío. Sistemas de acumulación y estratificación de temperatura.

Dispositivos de Calefacción Solar: Dispositivos de tratamiento de agua y generación de calor para calefacción de ambientes.

Colectores Solares Concentrados: Colectores cilindro-parabólicos, sistemas de Fresnel, discos parabólicos, sistema de torre central y hornos solares.

Almacenamiento Térmico: Almacenamiento activo y pasivo, incluyendo almacenamiento por calor sensible, termoquímico y calor latente.

Bloques de Potencia: Ciclos Rankine, Brayton, combinado y orgánico. Conversores termoeléctricos y gestión de recurso solar.

Aplicaciones Industriales: Uso de energía solar concentrada en procesos industriales, calor de procesos y generación de vapor.

- **ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA**

### **Objetivos**

- Analizar la tecnología solar fotovoltaica, desde sus fundamentos físicos y ecuaciones que rigen su conversión, hasta las tecnologías avanzadas que marcan el camino del sector.
- Conocer los parámetros que influyen en la eficiencia y la optimización de la conversión solar-eléctrica, abordando las tecnologías industriales actuales y emergentes.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- Adquirir una comprensión sólida de las instalaciones fotovoltaicas y las potenciales aplicaciones disruptivas en el campo.

### **Contenidos mínimos**

Recurso energético, contexto energético actual y futuro. Evolución histórica de la energía solar fotovoltaica. Aplicaciones de sistemas solar fotovoltaicos. Sistemas off-grid y on-grid.

Efecto fotoeléctrico. Efecto fotovoltaico. Módulo fotovoltaico. Parámetros críticos en celdas de juntura P-N.

Tipos de Celdas Fotovoltaicas: Celdas de Silicio cristalino y amorfo, dispositivos de Silicio y Capas Delgadas. Celdas solares de multijuntura.

Instalaciones Fotovoltaicas: Características, tipos de instalaciones, efectos de temperatura, ángulo de incidencia y suciedad. Interconexión de paneles y seguimiento solar. Diseño y dimensionado de instalaciones.

Nanotecnología y Tecnologías Disruptivas en FV: Celdas solares sensibilizadas con colorantes (DSSCs), celdas solares de perovskitas y orgánicas. Energía solar FV de concentración.

#### ○ *SILICIO Y TECNOLOGÍA DE FABRICACIÓN DE CELDAS SOLARES*

### **Objetivos**

- Comprender los procesos y técnicas industriales utilizados en la fabricación de celdas y módulos fotovoltaicos de silicio cristalino y capas delgadas.
- Reconocer las implicaciones económicas y comerciales relacionadas con la obtención de materias primas y los costos de producción,
- Aprender a evaluar la eficiencia y calidad de los productos en base a los estándares de la industria y conozcan a los principales actores y tendencias en la industria fotovoltaica global.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

### **Contenidos mínimos**

La Industria Fotovoltaica: Identificación de los actores principales, mundial y análisis de la 'Hoja de Ruta' para lograr un equilibrio óptimo entre costo y rendimiento.

Procesos industriales de manufactura de celdas y módulos de silicio y capas delgadas.

Métodos de producción de lingotes, obleas, celdas y módulos solares.

Tecnologías de Capas Delgadas: Materiales y técnicas de deposición.

Eficiencia y Costos: Métricas de eficiencia en la producción industrial de celdas y módulos solares. Costos de inversión y producto.

Control de Calidad y Normativa: Condiciones Estándar de Prueba. Requerimientos estándar de durabilidad y seguridad en la fabricación de celdas y módulos solares.

#### ○ *DISEÑO DE SISTEMAS SOLARES INTEGRADOS*

### **Objetivos**

- Adquirir los conceptos fundamentales para el diseño de sistemas solares fotovoltaicos y térmicos de alta potencia integrados a redes eléctricas.
- Conocer los conceptos generales de diseño e interconexión sanitaria para sistemas solares térmicos de baja y media temperatura tanto industriales como residenciales.
- Analizar diferentes posibilidades de desarrollo de proyectos concretos en la Argentina, enfocando su análisis desde una óptica técnico-económica.

### **Contenidos mínimos**

Solar FV: Componentes de sistemas FV: módulos, estructuras de montaje, almacenamiento, seguidores, inversores. Tipos de sistemas FV. Potencia y energía entregada como formas de evaluar rendimiento de sistemas. Productos en la industria de sistemas. Estructura de costos de la electricidad FV.

Concepto de 'Paridad con la Red eléctrica. Mapa de penetración mundial e instrumentos de



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

promoción de la industria FV. Análisis de la distribución de capacidad instalada y la capacidad de manufactura. Financiamiento. Actores principales mundiales industriales y de tecnología. Solar térmica: Componentes de Sistemas solares térmicos de baja, media y alta temperatura, tipos de plantas solares y sus variantes. Estructuras de montaje. Circuitos de potencia de baja y media temperatura. Solarización e hibridación de sistemas. Efectos climatológicos sobre sistemas solares térmicos. Industria de fabricación, mercado. Potencia entregada y sistemas de interconexión. Intercambiadores de calor, evaporadores y turbinas de vapor aplicadas a sistemas solares. Dimensionamiento. Estructura de costos en proyectos solares.

#### ○ OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE GENERACIÓN SOLAR

##### **Objetivos**

- Comprender las prácticas y procedimientos de operación y mantenimiento que garantizan la funcionalidad óptima y la eficiencia de los sistemas de generación solar a lo largo de su vida útil.
- Identificar los problemas más comunes en la operación y el mantenimiento de los sistemas de generación solar y aprender cómo resolverlos de manera efectiva.
- Familiarizarse con las herramientas, tecnologías y software utilizados en la supervisión, el diagnóstico y la gestión del mantenimiento de estos sistemas.
- Analizar el impacto económico y de rendimiento de diferentes estrategias de mantenimiento y operación, y evaluar los criterios para su elección.

##### **Contenidos mínimos**

Gestión y operación de sistemas de generación solar. Mantenimiento preventivo y correctivo.

Aspectos de seguridad en la operación y el mantenimiento.

Procedimientos de Operación: Arranque y parada de sistemas, monitorización de rendimiento, optimización de la producción energética, y manejo de condiciones anormales y situaciones de emergencia.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Procedimientos de Mantenimiento: Cobertura de inspecciones rutinarias, pruebas de funcionamiento, mantenimiento de módulos fotovoltaicos, seguidores, inversores, baterías y sistemas de balance. Técnicas de diagnóstico de fallas

Normativas y Seguridad: Revisión de regulaciones y normas de seguridad relevantes en la operación y mantenimiento de sistemas solares. Consideración de aspectos de seguridad en el lugar de trabajo y cumplimiento regulatorio.

Análisis de Impacto de Estrategias de Operación y Mantenimiento: Evaluación económica de diferentes estrategias de mantenimiento. Análisis de retorno de inversión y su relación con los esquemas de operación y mantenimiento.

Casos de Estudio: Análisis de operación y mantenimiento de sistemas de generación solar en escenarios reales. Uso de software y herramientas de diagnóstico en la monitorización y mantenimiento de sistemas.

### **Mención Biomasa**

- *CULTIVOS ENERGÉTICOS*

#### **Objetivos**

- Comprender los factores de producción de los principales recursos vegetales que se destinan a la producción de biocombustibles e integrar dichos conocimientos en sistemas de información y decisión a fin de ser empleados en la selección de lugares donde localizar la producción y el aprovechamiento integral de los recursos de biomasa generados.
- Adquirir las herramientas necesarias para un adecuado dimensionamiento del potencial de producción en las diferentes regiones agro-ecológicas.

#### **Contenidos Mínimos**

Cultivos energéticos: Características de cada cultivo. Balance energético y análisis de ciclo de vida. Requerimientos agro-climáticos. Definición de áreas posibles de cultivo. Aspectos



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

agronómicos generales de cada cultivo. Mejoramiento genético y proyecciones. Cultivos para la producción biodiesel. Cultivos para la producción de bioetanol.

Recurso forestal: Plantaciones y sus residuos. Balance energético y análisis de ciclo de vida. Bosques plantados y nativos. Actividades silviculturales. Importancia actual y tendencia. Descripción de la cadena forestal. Factores socioeconómicos y ecológicos que permiten el desarrollo del sector. Impactos ambientales. Secuestro de Carbono. Tecnología de cosecha y logística. Nuevos productos forestales.

○ *PLANIFICACIÓN, GESTIÓN Y REGULACIÓN DE LAS FUENTES DE BIOMASA*

**Objetivos**

- Aplicar los conocimientos de cultivos energéticos en la planificación, localización, producción y aprovechamiento integral de los recursos biomásicos.
- Adquirir las herramientas necesarias para un adecuado dimensionamiento del potencial de producción en las diferentes regiones.
- Analizar la legislación en lo referente a biomasa y, en particular, a producción y comercialización de biocombustibles.

**Contenidos mínimos**

Sistemas de información geográfica. Análisis y relevamiento geográfico y climatológico de ubicación de cultivos con potencial uso energético. Metodología Wisdom y su aplicación a nivel nacional. Mapas de oferta.

Gestión y Regulación: Aspectos legislativos y promocionales ligados a la producción de biocombustibles en la Argentina y el mundo. Aspectos económicos. Evaluación de proyectos. Proyectos para la promoción de la energía derivada de biomasa.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

○ **BIODIESEL**

**Objetivos**

- Conocer la química del sistema y los procesos productivos.
- Relacionar las propiedades fisicoquímicas del biodiesel con las materias primas usadas.
- Valorar el impacto ambiental generado en el uso de este biocombustible.

**Contenidos mínimos**

Procesos de producción: Procesos convencionales y alternativos. Secuencias de procesos y su relación con la materia prima. Tratamiento de materias primas de alta acidez. Esterificación. Uso de metanol y de otros alcoholes. Selección de catalizadores homogéneos y heterogéneos. Influencia de las variables operativas. Cinética de la reacción. Tecnologías de purificación. Medidas de seguridad

Propiedades fisicoquímicas: Características de las materias primas. Propiedades del biocombustible y su relación con la materia prima. Uso de biocombustibles en motores y sus efectos. Empleo de aditivos.

Control de calidad: Técnicas analíticas. Análisis cromatográficos. Método volumétrico para determinar glicerina libre y total. Las normas EN y ASTM. Otros métodos analíticos. Purificación de la glicerina.

Impacto ambiental: Ciclo del carbono. Efluentes. Valorización de subproductos. Emisiones producidas durante su generación y uso.

○ **BIOETANOL**

**Objetivos**

- Adquirir conocimientos básicos sobre los aspectos microbiológicos, químicos y físicos ligados a la producción de bioetanol.
- Evaluar los diferentes tipos de tecnologías de producción de bioetanol.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- Comprender la relación entre proceso y tecnologías con respecto a las características de las diferentes materias primas.
- Valorar el impacto ambiental generado en el uso de este biocombustible.

### **Contenidos mínimos**

Materia prima y producción de bioetanol: Composición y propiedades del alcohol. Producción microbiológica. Materias primas. Microorganismos productores. Reacciones químicas involucradas. Etapas de la producción en función del tipo de materia prima. Características de los procesos fermentativos industriales. Variables fisicoquímicas de interés. Controles del proceso. Cálculos de rendimientos. Criterios de calidad del producto final. Recuperación del bioetanol (destilación y sistemas de deshidratación). Características y posibles usos según el tipo de materia prima utilizada. Efluentes.

Bioetanol como combustible. Balances de energía. Consideraciones ambientales, económicas y sociales. Criterios de sustentabilidad. Huella de carbono.

#### ○ *BIOGAS Y RSU*

### **Objetivos**

- Conocer las características y sistemas de tratamientos con fines energéticos de los Residuos Sólidos Urbanos -RSU-.
- Conocer los aspectos microbiológicos y físicos ligados a la producción de biogás.
- Comprender las implicancias y beneficios medioambientales ligados a la producción de biogás.
- Identificar entre los diferentes tipos de tecnología de producción de biogás la más adecuada en función de las características de las materias primas.

### **Contenidos mínimos**

RSU: Tipos. Características fisicoquímicas. Clasificación. Efecto sobre el medio ambiente.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Gestión de RSU. Sistemas de tratamiento de RSU.

Valorización de RSU con fines energéticos: Incineración. Aprovechamiento de los gases de los vertederos. Biogás. Ventajas y desventajas de cada tratamiento.

Tratamiento anaeróbico de residuos: Antecedentes. Estado de la tecnología en diferentes países. Materias primas. Parámetros del proceso.

Biomasa residual húmeda: Aguas residuales urbanas, residuos ganaderos, residuos industriales biodegradables. Tecnologías de aprovechamiento (digestión anaeróbica). Tipos de reactores.

Tipos de plantas: Parámetros de funcionamiento. Caracterización de materiales de entrada y salida de un bio-reactor. Aislación y calefacción. Purificación del producto. Aspectos ligados a la seguridad y empleo del gas.

Características del biogás: Composición. Poder calorífico. Manejo del biogás. Equipamiento específico para su uso en quemadores, motores, calderas, calefactores, generadores. Inversión, costos e ingresos del sistema. Aspectos energéticos. Métodos de cálculo y análisis técnico-económico de los sistemas. Huella de carbono. Valorización de subproductos.

○ *BIOMASA SÓLIDA*

**Objetivos**

- Adquirir los fundamentos del aprovechamiento de esta fuente de bioenergía e indicadores de su demanda en términos globales.
- Introducir las tecnologías de procesamiento de materiales lignocelulósicos y sus aplicaciones más relevantes.
- Comprender la potencialidad y los límites del empleo de esta fuente de bioenergía.

**Contenidos mínimos**

Biomasa sólida: Clasificación. Composición. Propiedades (densidad, granulometría,



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

humedad, poder calorífico). Ventajas de su empleo. Proceso fotosintético (fundamentos, ciclos, requerimientos, eficiencias). Silvicultura (especies, productividades, requerimientos). Residuos agrícolas, forestales, industriales y urbanos. Restricciones.

Tecnologías dendroenergéticas: Pre-procesamiento (reducción, secado, densificación), combustión directa (sistemas residenciales e industriales, producción de carbón vegetal), gasificación y pirólisis. Generación de energía eléctrica a partir de biomasa sólida.

Impacto ambiental: Huella de carbono. Análisis comparativo del impacto ambiental de las distintas tecnologías evaluadas.

#### ○ GASIFICACIÓN DE BIOMASA

##### **Objetivos**

- Adquirir una visión general de la tecnología de gasificación de biomasa.
- Conocer las bases de la valorización energética de recursos biomásicos, abordando todas las instancias del ciclo de vida del proceso hasta el aprovechamiento en plantas de gasificación de biomasa tipo Downdraft.

##### **Contenidos mínimos**

Gasificación: Tecnología. Conceptos teóricos. Medición de los alquitranes. Sistemas de limpieza, enfriado y filtrado del gas de síntesis. Aplicaciones del gas de síntesis. Gasificación vs Combustión. Sistemas de transporte de gas a baja presión. Sistema de control y automatismo.

Caracterización de la biomasa: Importancia de la composición de la biomasa. Incidencia de factores tales como humedad, densidad aparente, composición química y temperatura de fusión de sus cenizas en las tecnologías de aprovechamiento energético.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

○ *PIROLISIS*

**Objetivos**

- Adquirir conocimiento en relación a la tecnología de pirólisis de residuos de distinta índole.
- Analizar la factibilidad de aplicación de la tecnología en distintos contextos en función de las características de las alimentaciones; desde una perspectiva nacional e internacional.

**Contenidos mínimos**

Tecnología: Clasificación de los distintos tipos de pirólisis. Tipos de sistemas de reacción. Variables experimentales (temperatura, tiempos de reacción, flujos de gas inerte, entre otros). Contexto internacional y nacional de la aplicación de pirólisis. Ventajas y desventajas. Requerimiento para la instalación de plantas de pirólisis.

Caracterización de la alimentación: Parámetros de caracterización de las alimentaciones (residuos biomásicos). Pretratamientos de las alimentaciones. Selección de la tecnología más conveniente en función de las características de los residuos.

Productos de reacción: Productos de la pirólisis (líquidos, gases y sólidos). Análisis de las propiedades fisicoquímicas de los productos (perfil cromatográfico, poder calorífico, densidad, viscosidad, entre otros). Aplicaciones de los productos. Regulación y control de los gases producidos. Certificación de los productos.

○ *OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE SISTEMAS DE GENERACIÓN DE BIOMASA*

**Objetivos**

- Reconocer los sistemas de biomasa para la generación de energía.
- Conocer y comprender la operación y el mantenimiento básico de sistemas de sistemas de energía renovable a partir de esta tecnología.
- Entender la importancia de la operación y el mantenimiento de la generación para la empresa generadora y para compañía administradora del mercado eléctrico mayorista



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

(CAMMESA).

### **Contenidos mínimos**

Procesos de operación de una central de energía renovable con biomasa como combustible: Monitoreo y análisis del funcionamiento de una central. Control de generación de potencia activa y reactiva. Reportes de generación.

Maniobras de energización, puesta en servicio y parada de la instalación: Protocolos para la puesta en tensión de instalaciones. Procesos y procedimientos básicos de operación entre la central de generación y la compañía administradora del mercado eléctrico mayorista (CAMMESA).

Instalaciones conectadas a la red eléctrica: Gestión de las instalaciones. Funcionamiento de la red eléctrica. Requisitos técnicos de sistemas conectados a red. Aplicaciones informáticas específicas de comunicación y control. Sistemas de telecontrol y telemedida.

Gestión del mantenimiento: Herramientas básicas para planificación, programación y organización del mantenimiento de una planta y sus componentes principales. Relevamiento de información histórica para gestión de los procesos de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo. Análisis de fallas y organización de métodos para prevención de estas. Interpretación de índices e historial de equipos para mitigación de riesgos. Aspectos de seguridad en el mantenimiento de plantas de generación a biomasa.

### **Tesis**

- *SEMINARIO DE TESIS*

### **Objetivos**

- Conocer los diversos diseños de protocolos de investigación y de las estrategias de investigación más adecuadas para abordar la complejidad de la problemática de las energías renovables.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

- Comprender las características y pautas fundamentales para el desarrollo de planes de trabajo de tesis en el ámbito de la Universidad Tecnológica Nacional.
- Integrar conocimientos y procedimientos pertenecientes a Metodología de la Investigación con problemáticas concretas de la especialidad.
- Diseñar y organizar el plan de tesis.

### **Contenidos mínimos**

El conocimiento científico. Exigencias de universalidad y constatación empírica. Investigación científica e innovación tecnológica.

Diseño y organización de un proyecto de investigación: problema, marco teórico, hipótesis de trabajo, metodología. Variables, dimensiones, parámetros o indicadores. Instrumentos de recolección de datos.

Comunicaciones y presentaciones, orales y escritas, de los resultados de la investigación.

El contexto regulatorio del trabajo de tesis.

Selección de la problemática de trabajo: su formulación y recorte.

Diferentes tipos de trabajos científicos: monografías, informes de investigación, tesis, tesinas.

Partes de una tesis. La introducción. El cuerpo central. Las conclusiones. Los anexos. La bibliografía.

Normas estándares para efectuar citas bibliográficas. Diferentes tipos de citas: conceptual, literal, mixta. Precisiones técnicas. El sistema de citas americano. El sistema europeo.

Semejanzas y diferencias.

Introducción, antecedentes y fundamentación. Formulación de los objetivos. Los métodos e instrumentos de indagación.

Metodología de desarrollo. Cronograma del plan de trabajo. Infraestructura y equipamiento.

Los procedimientos académico – administrativos para la presentación del plan de trabajo de tesis.



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

**ORDENANZA N° 1972**

**ANEXO II**

**EQUIVALENCIAS ENTRE LOS CURSOS DEL PLAN DE ESTUDIO DE LA CARRERA DE MAESTRÍA EN ENERGÍAS RENOVABLES. MENCIÓN EÓLICA, MENCIÓN SOLAR Y MENCIÓN BIOMASA APROBADO POR ORDENANZA N° 1472 Y SU MODIFICATORIA, LA ORDENANZA N° 1972**

<b>ORDENANZA N° 1472</b>	<b>ORDENANZA N° 1972</b>
Evaluación de proyectos energéticos	Gestión, Financiamiento y Evaluación de proyectos Energéticos
Mercado eléctrico mayorista y mercado de carbono	Mercado eléctrico mayorista
Meteorología Aplicada	Meteorología aplicada y cambio climático
Máquinas eléctricas y redes de transmisión	Máquinas eléctricas y redes de transmisión
Energía renovable para el desarrollo sustentable	Otras Energías Renovables
Física aplicada y energía solar	Energía Solar
Termodinámica técnica y energía de la biomasa	Energía de la Biomasa
	Termodinámica Técnica
Energía eólica y probabilidad aplicada	Energía Eólica
	Probabilidad Aplicada
Empresa, Sociedad y Legislación	Empresa, Sociedad y Legislación
Tecnología del hidrógeno	Tecnología del hidrógeno
Procesos Físico-Químicos Aplicado	Sistema de Almacenamiento de la Energía
Impacto Ambiental	Impacto Ambiental
SIN EQUIVALENCIA	Eficiencia Energética
<b>Mención Eólica</b>	
Recurso eólico	Recurso eólico
Diseño de parques eólicos	Diseño de parques eólicos
Aerodinámica y aeroelasticidad	Aerodinámica y aeroelasticidad
Sistemas de control de aerogeneradores	Sistemas de control y conversión de la energía eólica



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Rectorado

Sistemas híbridos	Sistemas híbridos y microredes
Integración en Redes	Integración en Redes
SIN EQUIVALENCIA	Operación y mantenimiento de sistemas de generación eólica
Práctica Eólica	SIN EQUIVALENCIA
<b>Mención Solar</b>	
Radiación Solar	Radiación Solar
Arquitectura solar bioclimática	Arquitectura Bioclimática
Energía solar térmica	Energía solar térmica
Energía solar fotovoltaica	Energía solar fotovoltaica
Silicio y Tecnología de Fabricación de celdas solares	Silicio y Tecnología de Fabricación de celdas solares
Diseño de sistemas solares integrados	Diseño de sistemas solares integrados
SIN EQUIVALENCIA	Operación y Mantenimiento de Sistemas de Generación Solar
Práctica Solar	SIN EQUIVALENCIA
<b>Mención Biomasa</b>	
Cultivos energéticos	Cultivos energéticos
Planificación, gestión y regulación de fuentes de biomasa	Planificación, gestión y regulación de fuentes de biomasa
Biodiesel	Biodiesel
Bioetanol y procesos lignocelulósicos	Bioetanol
Biogás y residuos sólidos urbanos	Biogás y residuos sólidos urbanos
Biomasa sólida	Biomasa sólida
Gasificación de biomasa	Gasificación de biomasa
SIN EQUIVALENCIAS	Pirolisis
SIN EQUIVALENCIA	Operación y mantenimiento de sistemas de generación de la biomasa
Prácticas de la Biomasa	SIN EQUIVALENCIA
<b>Tesis</b>	
Seminario de Tesis	Seminario de Tesis

-----