



Ministerio de Educación  
Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad Regional Rosario

Rosario, 7 de noviembre de 2017

VISTO el Expediente ID N° 8085296, relacionado con el programa analítico de la asignatura electiva *Sistemas de Generación de Energía Sustentables*, de la carrera Ingeniería Química, y

CONSIDERANDO

Que los objetivos y contenidos del mismo se ajustan a la reglamentación vigente.

Que dicho programa cuenta con el aval del respectivo Consejo Departamental.

Que la Comisión de Enseñanza evaluó la presentación y aconsejó su aprobación.

Por ello y atento a las atribuciones otorgadas por el artículo 85º del Estatuto Universitario.

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD REGIONAL ROSARIO  
DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Aprobar el programa analítico de la asignatura electiva *Sistemas de Generación de Energía Sustentables*, que se agrega como Anexo I de la presente resolución, de la carrera Ingeniería Química, a partir del Ciclo Lectivo 2018.

ARTÍCULO 2º.- Establecer que la misma tendrá validez durante cuatro ciclos lectivos consecutivos, según la Ordenanza N° 1383 – Lineamientos para la implementación de asignaturas electivas para las carreras de grado en el ámbito de la Universidad.

ARTÍCULO 3º.- Regístrate. Comuníquese. Cumplido, archívese.

RESOLUCIÓN N° 725/2017



Ing. Rubén F. CICCARELLI  
Decano

Dra. Sonia J. BENZ  
Secretaría Académica

**I. DATOS GENERALES DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR**

ASIGNATURA			
SISTEMAS DE GENERACIÓN DE ENERGÍA SUSTENTABLES			
NOMBRE REDUCIDO DE LA ASIGNATURA			
Haga clic aquí para escribir texto.			
CARRERA	DEPARTAMENTO	PLAN DE ESTUDIOS	CARÁCTER
Ingeniería Química	Ingeniería Química	2004	Electiva
BLOQUE	ÁREA DE CONOCIMIENTO		
Tecnologías aplicadas	Informática Aplicada a la Ingeniería		
CARGA HORARIA ANUAL (hs.catedra)	RÉGIMEN DE DICTADO		
64	Cuatrimestral		
CORRELATIVIDADES			
Aprobadas	Regulares		
Para cursar:	Fenómenos de transporte – Físico-química	Economía	
Para rendir:	Integración IV	--	

**II. FUNDAMENTACIÓN DE LA MATERIA DENTRO DEL PLAN DE ESTUDIOS**

A nivel mundial, las principales acciones que se están desarrollando en materia de política ambiental son el estudio de la diversificación de las fuentes de energía y la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles, con el fin de hacer frente a las crecientes necesidades energéticas en forma sustentable con el medio ambiente. En este aspecto, la incorporación de energías renovables no hidráulicas (solar, eólica, geotérmica, bioenergía) en la matriz energética ha adquirido mayor relevancia en los últimos años.

Esta asignatura introduce al alumno a la problemática de la creciente demanda de energía y a la necesidad de mitigar el efecto de los contaminantes gaseosos, brindándole las bases que le permitan desenvolverse frente a los requerimientos futuros y la transformación de procesos industriales sustentables con el medio ambiente. La asignatura se orienta al diseño de procesos utilizando energías renovables y/o sistemas de reducción de emisiones utilizando diferentes herramientas informáticas como medio para el análisis de factibilidad de procesos industriales sustentables.

**III. ARTICULACIÓN HORIZONTAL Y VERTICAL CON OTRAS MATERIAS**

La asignatura forma parte del área “Informática Aplicada a la Ingeniería”, la cual, en conjunto con el resto de las materias que componen el área, tiene por objeto lograr una orientación en



la carrera del ingeniero químico enfatizando la utilización de métodos informáticos en la ingeniería de procesos y las ventajas y limitaciones de las mismas en el ejercicio integral de su profesión. Además, se relaciona vertical y horizontalmente con las asignaturas específicas que versan sobre los balances de materia, energía y cantidad de movimiento, las operaciones unitarias, la termodinámica, la físico-química y economía, entre otras.

#### IV. OBJETIVOS

El objetivo general de la asignatura es proveer las bases necesarias para la implementación de herramientas y estrategias orientadas a mejorar la eficiencia en el uso de las distintas fuentes de energía, renovables y convencionales, tendiendo a alcanzar un uso racional y sustentable de los recursos energéticos en la industria de procesos.

Al concluir el curso el alumno deberá ser capaz de:

- ✓ Identificar el contexto y las motivaciones que llevan a la industria de procesos a buscar la mejora del aprovechamiento de los recursos energéticos.
- ✓ Incorporar la problemática del cambio climático en el análisis de viabilidad de fuentes energéticas sustentables, caracterizando elementos que permitan la toma de decisiones.
- ✓ Implementar diferentes herramientas y estrategias tendientes a incrementar la eficiencia energética y el uso racional de los recursos en el ámbito de procesos industriales.
- ✓ Conocer los principios para realizar análisis de factibilidad para el uso racional de diferentes fuentes de energía sustentables.

#### V. CONTENIDOS

**Unidad 1: Introducción a los Sistemas de Generación de Energía.** Demanda energética versus cambio climático. El paradigma de las sociedades en desarrollo. Acciones a mediano y largo plazo. Disponibilidad de recursos energéticos. Pronósticos. Fuentes de generación de energía. Estado actual y perspectivas de la generación eléctrica. El calentamiento global. Análisis de diferentes visiones relacionadas al calentamiento global. Características del mercado eléctrico argentino. Incorporación de energías renovables a la matriz energética nacional. Perspectivas.

**Unidad 2: Sistemas Convencionales de Generación de Energía.** Principios de funcionamiento, niveles de emisión, flexibilidad operativa, costos de inversión y operación. Turbinas de gas, turbinas de vapor, centrales de carbón, ciclos combinados, centrales hidroeléctricas, centrales nucleares. Aprovechamiento energético. El potencial de la cogeneración en la industria.



**Unidad 3:** *Tecnologías de Captura de CO<sub>2</sub>. Descripción y Aplicaciones.* Las fuentes de emisión. Características. Captura, transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub>. Descripción de las diferentes opciones tecnológicas para la captura. Pre-combustión, oxi-combustión y post-combustión. Descripción de procesos de captura: absorción química con solventes, adsorción física, sistemas con cambio de presión o temperatura (PSA, TSA), separación con membranas. Modelado y simulación de procesos de captura/ generación utilizando diferentes herramientas informáticas. Caracterización de los sistemas desde un punto de vista tecno-económico.

**Unidad 4:** *Utilización de Recursos Energéticos Sustentables.* Generación de energía eólica. Introducción. Definiciones. Descripción general, el generador eólico (curva de potencia, distribuciones de viento, energía generada), emplazamiento de un parque eólico. Características de la radiación solar. Componentes. Generación de energía solar fotovoltaica. Definiciones. Descripción general del panel fotovoltaico. Esquema de instalaciones FV autónomas y conectadas a la red. Generación de energía solar térmica. Descripción y principio de funcionamiento. Captadores de baja, media y alta temperatura. Características de funcionamiento. Tecnologías de foco lineal y foco puntual. Concentradores solares. Centrales solares térmicas. Centrales de torre, centrales cilíndrico parabólicas.

**Unidad 5:** *Proyecto de inversión de un proceso a pequeña/mediana escala considerando el diseño de sistemas de generación renovables.* Enfoque sistémico. Descripción del proceso. Diagrama de flujo. Capacidad de producción. Requerimiento de materias primas y servicios auxiliares. Análisis de impacto ambiental. Programación de mantenimiento. Determinación de la configuración del sistema de generación renovable según diferentes opciones: solar térmica, solar fotovoltaica, eólica. Costo de inversión. Costo de materias primas y servicios auxiliares. Gastos en sueldos y seguridad e higiene. Indicadores económico-financieros: TIR, VPN, Período de recupero de capital.

#### **VI. DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS**

La actividad curricular de la asignatura se desarrollará en clases que aborden la formación teórico-práctica, resolución de problemas de aplicación en la práctica ingenieril, y el desarrollo (áulico y extra-áulico) de un proyecto integrador entre alumnos de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química.

Considerando la elevada carga de nuevos contenidos que será necesario que los alumnos incorporen, se pondrá a disposición de los mismos material adicional a través del aula virtual, incentivando a que los alumnos profundicen por cuenta propia dichos conocimientos, utilizándose las clases presenciales para evacuar las dudas, consultas e inquietudes que



pudieran surgir. A través de la misma, los alumnos tendrán acceso a distintos recursos digitales que los asistirán en el proceso de enseñanza-aprendizaje tales como: presentaciones de clase; guías de actividades; material bibliográfico de acceso libre; ejemplos resueltos de problemas y otro material de ayuda; links a recursos externos incluyendo videos, etc.

Asimismo, considerando que la asignatura está focalizada en tecnologías en permanente desarrollo, muchas de las cuales se encuentran en su fase incipiente, se empleará la Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología ([www.biblioteca.mincyt.gob.ar](http://www.biblioteca.mincyt.gob.ar)) para la búsqueda de publicaciones científicas.

Se utilizarán diferentes herramientas computacionales para la implementación de modelos de cálculo complejos. Se utilizarán simuladores de procesos y documentos/ planillas de cálculo on-line. Se aprovecharán las características que ofrecen estas herramientas, en particular, el versionado automático del trabajo realizado por cada usuario así como las aplicaciones de comunicación sincrónicas y asincrónicas, con el objeto de facilitar el trabajo colaborativo.

Las actividades de formación teórico-práctica se centrarán en introducir conceptos que sentarán las bases para avanzar sobre el resto de las temáticas que abarca la asignatura. Las mismas abarcarán aspectos relacionados a la Optimización de Sistemas, y la Integración Energética de Procesos.

Mediante la discusión de problemas de aplicación en la práctica ingenieril orientados al Análisis de Performance de Procesos Convencionales y Renovables, incluyendo la Captura de Gases de Efecto Invernadero, se buscará afrontar distintos aspectos tendientes a lograr el uso racional de la energía en el ámbito de procesos industriales, y la comprensión de los fundamentos, objetivos y beneficios esperados asociados a la aplicación de herramientas específicas que permitan el diseño, simulación y optimización de los mismos.

En lo referente a la realización del proyecto "Estudio de Factibilidad e Impacto de un Proyecto de Inversión incluyendo Tecnologías de Gestión Energética", se propone una serie de clases interdisciplinarias entre la presente asignatura y la electiva "Herramientas de optimización para el uso racional de la energía" (4º año de Ingeniería Mecánica). Con el trabajo interdisciplinario se busca lograr un efectivo intercambio de ideas entre los docentes y alumnos de ambas carreras, generando un espacio de discusión que pueda resultar beneficioso para el desarrollo de las actividades.

#### VIII. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA

Para cada tema/ unidad y mediante una exposición multimedia, se realizará una corta introducción expositiva de los objetivos y la ubicación de los mismos en el contexto de la materia, seguida de la discusión abierta de los conceptos a tratar.



Para cada actividad/ clase, se planteará un problema de aplicación que actuará como hilo conductor para el desarrollo de los aspectos teórico-prácticos. Simultáneamente, cada grupo de trabajo aplicará los conceptos desarrollados en un caso de estudio particular, que permita explorar un aspecto diferenciado del caso testigo utilizando el software específico que corresponda.

De esta manera, cada grupo de trabajo deberá centrar sus esfuerzos en comprender, conocer y analizar el contexto y las variables que intervienen en un problema real para un caso de estudio específico. Así mismo se busca la discusión abierta de dudas y dificultades, apuntando al crecimiento colectivo de conocimientos y capacidades.

Basados en sus experiencias y conocimientos disciplinares previos, se incentivará a que cada integrante de los distintos grupos actúe como responsable para la gestión de las actividades necesarias para la concreción de los distintos puntos de la actividad/ proyecto.

Al finalizar, cada grupo de trabajo expondrá las particularidades de la solución a la que hubieren arribado, incentivándose la discusión y el diálogo entre pares con el objeto de arribar a un consenso sobre las decisiones que conllevan a la resolución exitosa de la problemática abordada.

Todas las actividades serán grupales y cuando corresponda se conformaran grupos de trabajo interdisciplinarios (alumnos de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Química de 4º/5º nivel) con el objeto de fomentar el trabajo en grupo y la responsabilidad del mismo sobre su propio aprendizaje.

#### VIII. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

La evaluación continua durante el cursado de la asignatura se basará en la presentación, defensa y discusión de los resultados de cada actividad práctica en forma oral.

Para alcanzar la instancia de Aprobación No Directa, los alumnos deberán demostrar que han alcanzado satisfactoriamente o superado los siguientes requisitos mínimos:

- ✓ Dadas las características de la metodología de enseñanza y el sistema de evaluación continuo, asistencia al 75% de las clases.
- ✓ Manejo apropiado de las herramientas informáticas como facilitadoras del cálculo y para la interpretación de resultados.
- ✓ Participación activa en las actividades grupales, aporte de experiencias y conocimientos disciplinares, y desarrollo de tareas de gestión/ liderazgo.
- ✓ Deliberación, intercambio y crítica de las alternativas presentadas por los distintos grupos.



# RESOLUCION N° 725

ANEXO N°

1

Para alcanzar la instancia de Aprobación Directa, adicionalmente los alumnos deberán demostrar que han alcanzado satisfactoriamente o superado los siguientes requisitos:

- ✓ Presentación oral grupal concisa, defensa y discusión en la que se describan y justifiquen correctamente las conclusiones del estudio de factibilidad e impacto del proyecto de inversión seleccionado, incluyendo las propuestas de implementación de estrategias de gestión energética.

## IX BIBLIOGRAFIA

Biblioteca Electrónica de Ciencia y Tecnología, <http://www.biblioteca.mincyt.gov.ar>

CAMMESA, <http://www.cammesa.com>

Castells X. E., "Tratamiento y Valorización Energética de Residuos", Díaz de Santos, 2005

CEPAL – División de Recursos Naturales e Infraestructura, <http://www.cepal.org>

Fernández Salgado J. M., "Tecnología de las energías renovables", Mundi-Prensa, 2009

González Velasco J., "Energías renovables", Reverte, 2009

Jiménez Gutiérrez A., "Diseño de procesos en ingeniería química", Reverté, 2003

Madrid A., "Energías renovables: fundamentos, tecnologías y aplicaciones", Mundi-Prensa, 2009

Martin S. A., "Fuentes alternas de energía", Amazon Digital Services, 2012

McLeod R., "Sistemas de Información Gerencial", Pearson Education, 2000

ONU - Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático,  
[http://unfccc.int/portal\\_espanol/informacion\\_basica/items/6168.php](http://unfccc.int/portal_espanol/informacion_basica/items/6168.php)

Sabugal García S., Gomez Moñux F., "Centrales térmicas de ciclos combinados. Teoría y proyecto". Díaz de Santos, 2006

## X EQUIVALENCIA

La presente asignatura electiva "Sistemas de generación de energía sustentables" es equivalente a la asignatura "Sistemas de generación de energía considerando la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Industrias Relacionadas" avalada por el Consejo Directivo de la Facultad Regional Rosario, según Res. CD FRRo 827/2013.