



SALTA, 10 de marzo de 2016

EXP-EXA: 8016/2016

RESCD-EXA: 019/2016

VISTO:

La presentación realizada por la Dra. Ada Judith Franco, Directora de las carreras de Especialidad y Maestría en Energías Renovables, por la cual solicita autorización para el dictado de los Cursos de Posgrado “Ambiente y Energías Renovables” a cargo del Dr. Alejandro Luis Hernández e “Introducción a las Transformaciones Energéticas” a cargo de la Dra. Ester Sonia Esteban, en el marco del dictado de las carreras de Especialidad y Maestría en Energías Renovables de esta Facultad, correspondiente a la cohorte 2016.

CONSIDERANDO:

Que se cuenta con visto bueno del Departamento de Física y despacho favorable de la Comisión de Hacienda y de la Comisión de Docencia e Investigación.

Que los cursos en cuestión se encuadran en la Res. CS-640/08 (Reglamento para Cursos de Posgrado de la Universidad) y en la RESCD-EXA N° 481/12 (Normativa para el dictado de Cursos de Posgrado de la Facultad).

POR ELLO y en uso de las atribuciones que le son propias.

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
(en su sesión ordinaria del día 09/03/16)

R E S U E L V E:

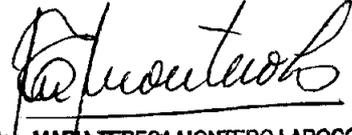
ARTICULO 1º: Tener por autorizado el dictado del Curso de Posgrado “Ambiente y Energías Renovables” a cargo del Dr. Alejandro Luis Hernández, en el marco del dictado de las carreras de Especialidad y Maestría en Energías Renovables de esta Facultad (cohorte 2016), con las características y requisitos que se explicitan en el Anexo I de la presente resolución, en función de lo establecido en la Res. CS-640/08 y la RESCD-EXA N° 481/12.

ARTICULO 2º: Tener por autorizado el dictado del Curso de Posgrado “Introducción a las Transformaciones Energéticas” a cargo de la Dra. Ester Sonia Esteban, en el marco del dictado de las carreras de Especialidad y Maestría en Energías Renovables de esta Facultad (cohorte 2016), con las características y requisitos que se explicitan en el Anexo II de la presente resolución, en función de lo establecido en la Res. CS-640/08 y la RESCD-EXA N° 481/12.

ARTICULO 3º: Disponer que una vez finalizado el dictado de los cursos, los directores responsables elevarán el listado de los promovidos para la confección de los certificados y/o constancias respectivos, los que serán emitidos por esta Unidad Académica de acuerdo a la reglamentación vigente.

ARTICULO 4º: Hágase saber con copia al Dr. Alejandro Luis Hernández, a la Dra. Ester Sonia Esteban, al plantel docente de cada uno de los cursos, al Comité Académico de Especialidad y Maestría en Energías Renovables, a la Dirección Adm. Económica y Financiera, a la Dirección General Adm. Económica, al Departamento Adm. de Posgrado. Cumplido, resérvese.

mxs  
rer

  
M<sup>te</sup>. MARIA TERESA MONTERO LAROCCA  
SECRETARIA ACADEMICA Y DE INVESTIGACION  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSA



  
Ing. CARLOS EUGENIO PUGA  
DECANO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSA



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta

Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449

Republica Argentina

Anexo I de la RESCD-EXA: 019/2016 - EXP-EXA: 8016/2016

**Curso de Posgrado: "Ambiente y Energías Renovables"**

**Director Responsable del Curso:** Dr. Alejandro Luis Hernández

**Dictado de los aspectos teóricos:** Dr. Alejandro Luis Hernández, Dr. Fernando Florentín Tilca, Dra. Silvina Manrique, Dr. José Viramonte, Dr. Miguel Condorí y Dra. Verónica Javi.

**Dictado de las clases prácticas:** Dr. Alejandro Hernández, Dr. Fernando Tilca, Dra. Verónica Javi, Dr. Carlos Cadena y Lic. José Quiñonez.

**Fines y objetivos:** El objetivo del presente curso es favorecer la puesta al día de los conocimientos científicos y técnicos de los egresados en las siguientes áreas: estudio de los recursos renovables solar, eólico, de biomasa, geotérmico y microhidráulico como así también de los problemas asociados al medioambiente tanto en la atmósfera como en la hidrósfera del planeta: efecto invernadero, cambio climático y contaminación por residuos de origen antropogénico.

**Distribución horaria:** El curso es de dictado intensivo y se dicta en una semana de clases, de lunes a viernes con una carga de 8 horas por día.

**Cantidad de horas:** 40 hs. (las cuatro horas de práctica de campo se repetirán según el número de comisiones).

Temas	Horas
Recurso solar *	10
Laboratorio de radiación solar	2
Recurso eólico *	6
Recurso de biomasa	5
Recurso geotérmico	5
Recurso microhidráulico	4
Problemas ambientales *	6
Laboratorio de Problemas ambientales	2
Total	40

\* Clases teóricas y de problemas

**Curso dirigido a las Carreras de Postgrado de:** Maestría y Especialidad en Energías Renovables, Doctorado en Ciencias – Áreas de Energías Renovables y Química.

**Dirigido a profesionales egresados de las siguientes carreras:** Ingeniería en general, Arquitectura, Lic. en Energías Renovables, Lic. en Física, Lic. en Química, Lic. en Recursos Naturales, Geología, Agronomía, Tecnicaturas Universitarias en Energía Solar y Electrónica.

No se aceptará la inscripción de alumnos avanzados de ninguna carrera de grado ni de las tecnicaturas.

///...



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta

Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449

Republica Argentina

...///-2-

Anexo I de la RESCD-EXA: 019/2016 - EXP-EXA: 8016/2016

**Metodología:** Se dictarán clases teóricas con técnicas multimedia comenzando con el estudio del recurso solar. Luego, y en simultáneo, el recurso eólico, geotérmico, de biomasa, microhidráulica y problemas ambientales. Se acompañará el dictado de las clases teóricas con clases prácticas de problemas, empleándose programas computacionales de simulación, y realizándose mediciones en ensayos de campo o de laboratorio. Se pretende que con dichos problemas, ensayos y simulaciones se profundice y logre una mejor aprehensión de las formulaciones teóricas planteadas y de conocimiento de los equipos. El grupo, que se espera sea numeroso, se distribuirá a estos efectos en comisiones.

**Contenidos mínimos:** Recursos: Solar, Eólico, Biomasa, Geotermia y Microhidráulica. Problemas ambientales.

**Conocimientos previos:** Matemática y física básicas.

**Evaluación:** Se realizará una evaluación final escrita y se deberá aprobar los informes de los trabajos de laboratorio o de campo.

**Arancel:** \$2000 (PESOS DOS MIL)

**Lugar y fecha de realización:** Aula Virtual de la Facultad de Ciencias Exactas, del 07 al 11 de marzo de 2016.

**Programa analítico:**

### 1.- Recurso Solar

Radiación solar extraterrestre. Aspectos geométricos. Radiación solar disponible en la superficie de la Tierra. Radiación directa y difusa, horaria, diaria, mensual. Métodos de evaluación, modelos y programas computacionales. Instrumentos de medida de radiación solar: piranómetros, pirheliómetros y heliofanógrafo de Campbell – Stokes.

### 2.- Recurso eólico

Unidades de energía y potencia. Resumen del uso de la energía en la historia. Consumo de energía primaria mundial. Uso racional según fuentes disponibles. Energía Eólica, antecedentes históricos y situación actual. Ventajas y desventajas de la energía eólica. Medición del recurso viento: ubicación de anemómetros, veletas, variables a medir, frecuencia de muestreo, tiempo de medición. Velocidad y potencia del viento. Energía disponible del viento, coeficiente de Betz. Densidad de potencia de un sitio.

### 3.- Biomasa

La biomasa como recurso energético. Concepto, tipos y clasificaciones. Posibilidades de transformación. Ventajas y desventajas del empleo de la biomasa. Participación mundial y nacional de la biomasa. Cuantificación de recursos de tipo seco y húmedo. Categorías de aprovechamiento. Métodos de estimación del potencial energético de los recursos: índices, ecuaciones alométricas, factores de expansión, modelos matemáticos y de simulación.

///...



#### 4.- Recurso geotérmico

Conceptos sobre Geología básica y su relación con la distribución del calor en el planeta. Conceptos básicos de hidrogeología. Origen, naturaleza y tipología de los sistemas geotermiales. Características físico-químicas de los fluidos asociados a los sistemas geotermiales. Métodos de prospección de los recursos geotérmicos. Aplicación de los recursos geotérmicos.

#### 5.- Microhidráulica

Centrales hidroeléctricas de pequeña potencia. Evolución histórica. Clasificación. Evaluación de la demanda de capacidad en MCH. Evaluación del recurso hídrico. Tecnología de conversión mediante MCH. Potencia y producción. Equipamiento Principal.

#### 6.- Problemas ambientales

Ambiente y ecosistema. Esferas ambientales y procesos de intercambio. La atmósfera como sistema físico: composición y ciclos de los elementos principales. Efecto invernadero natural: importancia del ozono y de otros constituyentes del aire atmosférico, Ley de Lambert y Beer. Procesos principales en la hidrosfera e intercambio con la atmósfera. Efectos de la acción humana. Crisis ambiental: efecto invernadero antropogénico y calentamiento global, cambio climático, contaminación, accidentes ambientales, agujero de ozono y lluvia ácida. Concepto, caracterización y tratamiento de residuos. Líneas de trabajo e informes del IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). Posición argentina en la reunión de París 2015. Las energías renovables y los problemas ambientales.

#### Laboratorios y prácticas de campo

1. Medida de radiación solar con distintos instrumentos.
2. Efecto del CO<sub>2</sub> en la temperatura de una superficie.

#### Bibliografía

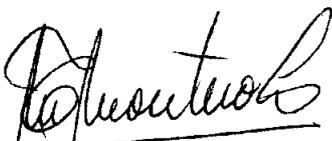
- Duffie, J. A. & Beckman, W. A., (2006). Solar Engineering of Thermal Processes, 3ª edición. Wiley Interscience, New York. ISBN: 13978-0-471-69867-8.
- Garg, H. P., (1982). Treatise on Solar Energy. Volume 1: Fundamentals of Solar Energy. John Wiley & Sons Ltd.
- [http://www.nrel.gov/solar\\_radiation/](http://www.nrel.gov/solar_radiation/), página web con información del recurso, modelos e instrumental. Fecha de acceso: 05 de Setiembre de 2011.
- Hernández, A., (2003). GEOSOL: Una Herramienta Computacional Para el Cálculo de Coordenadas Solares y la Estimación de Irradiación Solar Horaria, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente, Vol. 7 – N° 2, Sección 11, pág. 19 – 24. ISSN: 0329-5184, Argentina.
- Grossi Gallegos, H. y Righini, R., (2007). Atlas de Energía Solar de la República Argentina, 1ª edición, SECyT – Dirección Nacional de Programas y Proyectos Especiales. ISBN: 978-987-9285-36-7.
- Generación eléctrica mediante energía eólica. Hector Mattio, Fernando Tilca, Roberto Jones. ISBN: 978-987-33-1584-8. Editorial Milor. Salta. 2011.
- Recomendaciones para mediciones de velocidad y dirección de viento con fines de generación eléctrica, y medición de potencia eléctrica generada por aerogeneradores. Héctor Mattio, Fernando Tilca. Argentina, octubre de 2009. MINPLAN – CREE – INENCO. [www.cree.com.ar](http://www.cree.com.ar).



Anexo I de la RESCD-EXA: 019/2016 - EXP-EXA: 8016/2016

- European Wind Turbines Standards II. Netherlands Energy Research Foundation ECN; RISO National Laboratory; Technikgruppen AB; CRES
- International Standard. IEC 61400-1; IEC 61400-21. IEC 61400-12-1. IEC 61400-12. International Electrotechnical Commission. Web site: <http://www.iec.ch>
- Hakeem, K.R.; Jawaid, M.; Rashid, U. Eds. 2014. Biomass and Bioenergy. Processing and properties. Springer International Publishing. Suiza. 364 pg. ISBN 978331907641-6. Doi 10.1007/978-3-319-07641-6.
- Shaukat, S.S.Ed. 2014. Biomass and Bioenergy Production. Intech Open Ed. Croacia. 456 pg. ISBN 978-9-533-07491-7. Doi 10.5772/972.
- Dahiya, A. Ed. 2014. Bioenergy. Biomass to biofuels. Academic press. London. 670 pg. ISBN 978-0-12-407909-0.
- Khanal, S.K.; Surampalli, R.Y.; Zhang, T.C.; Lamsal, B.P.; Tyagi, R.D.; Kao, C.M. 2015. Bioenergy and Biofuels from biowastes and biomass. ASCE, New York. ISBN 978-0-784-47330-6.
- FAO (Food and Agricultural Organization) (2009). Análisis del Balance de Energía derivada de Biomasa en Argentina - WISDOM Argentina-Informe Final. Proyecto TCP/ARG/3103.
- IEA (International Energy Agency). (2015). Key World Energy Statistics. Paris (France), OECD/IEA.
- Atmospheric Physics. J. V. Iribarne. Editorial: D. Reidel Publishing Company. Año 1980. ISBN/ISSN/DL: 978-90-277-1033-8. Idioma: Inglés. Lugar de Publicacion: The Netherlands.
- Contaminación ambiental: Una visión desde la química. Autores: Carmen Orozco Barrenetxea, Antonio Perez Serrano, Maria Nieves Gonzalez Delgado. Editorial Thomson. Año 2003. Idioma Español. Lugar de Publicacion: México. ISBN/ISSN/DL: 978-84-9732-178-2.
- Meteorology for scientists and engineers. Autores: Roland B. Stull; Ahrens, C. Donald. 2a. edición. Año 2000. Editorial Pacific Grove, CA: Brooks/Cole. ISBN978-0-534-37214-9. Idioma Inglés.
- [https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/publications\\_and\\_data\\_reports.shtml](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.shtml).
- An introduction to atmospheric physics. Andrews D.G. Segunda Edición. Cambridge University Press. New York. Año 2010. ISBN – 13 978-0-511-72966-9.

\*\*\*\*\*

  
**Mtro. MARIA TERESA MONTERO LAROCCA**  
 SECRETARIA ACADEMICA Y DE INVESTIGACION  
 FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



  
**Ing. CARLOS EUGENIO PLUGA**  
 DECANO  
 FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS  
Av. Bolivia 5150 - 4400 - Salta  
Tel. (0387)425-5408 - Fax (0387)425-5449  
República Argentina

Anexo II de la RESCD-EXA: 019/2016 - EXP-EXA: 8016/2016

**Curso de Posgrado: "Introducción a las Transformaciones Energéticas"**

**Director responsable:** Dra. Ester Sonia Esteban.

**Cuerpo Docente:** Ing. Diego Saravia, Dra. Judith Franco, Dr. Miguel Condorí, Mag. Marcelo Daniel Gea, Dra. Sonia Esteban, Dr. Germán Salazar, Dr. Gonzalo Durán, Dr. Martín Altamirano, Lic. Marcos Hongn.

**Fines y Objetivos:** Introducir los fundamentos termodinámicos asociados al uso de las energías renovables y a la transferencia de calor y masa.

**Cantidad y distribución horaria:** El curso tendrá una duración de 40 horas y será dictado en una semana a razón de 8 horas diarias de lunes a viernes: 4 horas por la mañana y 4 horas por la tarde.

**Metodología:** El curso comprende el dictado de clases teóricas, clases de ejercicios de problema y la realización de prácticas de laboratorio.

**Sistema de evaluación:** La evaluación se realizará mediante un conjunto de preguntas a ser respondidas por escrito. La misma tendrá lugar a la terminación del curso.

**Lugar y fecha de realización:** Aula Virtual de la Facultad de Ciencias Exactas, del 14 al 18 de marzo de 2016.

**Conocimientos previos necesarios:** Elementos básicos de Transporte de Calor y Materia, elementos de computación (Excel).

**Profesionales a los que se dirige:** Profesionales de las carreras de Ciencias Exactas, Ciencias Naturales, Ingeniería y Arquitectura.

**Aceptación de alumnos avanzados:** Se aceptarán alumnos avanzados de las carreras de Ciencias Exactas, Ciencias Naturales, Ingeniería y Arquitectura teniendo en cuenta las resoluciones vigentes.

**Arancel:** \$2000 (PESOS DOS MIL)

**Contenidos mínimos:** Balance de energía, entropía. Ciclos termodinámicos. Transferencia de calor y masa. Generación convencional térmica a media y baja temperatura.

**Programa Detallado**

**Termodinámica**

Energía: Trabajo, energía cinética y potencial. Primer principio de la termodinámica. Función energía interna. Calor. Entalpía. Balance de energía en sistemas abiertos.

Entropía: Reversibilidad. Ciclo de Carnot. Conversión de energía térmica en mecánica. Segundo principio de la termodinámica. Entropía y temperatura. Procesos y balances en ciclos con gases ideales. Irreversibilidad. Generación de entropía. Sistemas Abiertos. Exergía. Teorema de Gouy-Stodola.

Generación térmica: Endoreversibilidad y potencia máxima. Propiedades de la mezcla agua-vapor. Ciclo Rankine. Centrales termoeléctricas convencionales. Generación en medias y bajas temperaturas.

///...



**Transferencia por conducción.**

Flujo de calor, conductividad térmica, unidades. Ecuación del Calor. Casos estacionarios, transferencia por una pared, resistencia térmica, analogía eléctrica. Pared compuesta, cilindro. Caso no estacionario. Resolución numérica. Caso de una barra. Caso de resistencia variable, Número de Biot y Fourier.

**Transferencia por convección**

Flujo de calor, coeficiente convectivo. La capa de borde, viscosidad, perfiles de velocidad y temperatura. El teorema Pi. Números adimensionados, Nusselt, Prandtl, Reynolds. Flujo laminar y turbulento. Flujos internos y externos. Método experimental para h. Ecuaciones de h para flujo externo e interno, casos laminar y turbulento.

**Transferencia por radiación**

Radiación electromagnética de un cuerpo caliente. Espectro. Angulo sólido. Radiación emitida, intensidad espectral, su flujo. Potencia emisiva. Radiación incidente, irradiación. Radiación saliente, radiosidad, radiación emitida y reflejada. Cuerpo negro Emisión espectral de un cuerpo negro, fórmula de Planck, ley de Wien. Ley de Stephan-Boltzmann. Emisión en una banda, tablas, Emisión superficial real, emisividad, cuerpo gris, ejemplos. Absorción, reflexión, transmisión. Absorptividad, reflectividad, relaciones entre ellas. Intercambio entre cuerpos, factores de forma.

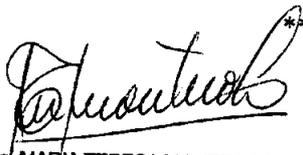
**Laboratorios**

1. Conducción en una barra
2. Convección en paredes
3. Convección en recintos
4. Radiación

**Bibliografía**

- Fundamentals of Heat and Mass Transfer, Frank P. Incropera & David P DeWitt, editorial Wiley, 6th Edition, en inglés y español. ISBN-13: 978-0471457282.
- An Introduction to Solar Energy for Scientists and Engineers, Sol Wieder, Krieger Publishing Company, 1992. ISBN-13: 978-0894644443.
- Solar Engineering of Thermal Processes, 4th Edition, (Capítulo 3 y 4) John A. Duffie & William A. Beckman, Wiley Interscience, 2013. ISBN: 978-0-470-87366-3.
- Entropy Generation Minimization, Adrian Bejan, CRC Press, 1995. ISBN 9780849396519
- Endoreversible Thermodynamics of Solar Energy Conversion, Alexis de Voos, Oxford University Press, 1992. ISBN-13: 978-0198513926.
- Thermodynamics. An Engineering Approach, Yunus A. Cengel & Michael Boles, 7th Edition, 2010, McGraw-Hill Education. ISBN-13: 978-0073529325
- Advanced Engineering Thermodynamics, Adrian Bejan, 3rd Edition, ISBN: 978-0-471-67763-5.
- Heat and Mass Transfer. Fundamentals & Applications, Yunus A. Cengel & Afshin J. Ghajar, 4th Edition, 2010, McGraw-Hill Science/Engineering/Math. ISBN-13: 978-0077366643.

\*\*\*\*\*

  
 Mg. MARIA TERESA MONTERO LAROCCA  
 SECRETARIA ACADEMICA Y DE INVESTIGACION  
 FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa



  
 Ing. CARLOS EUGENIO PUGA  
 DECANO  
 FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa