



Universidad Nacional de Salta

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

Avda. Bolivia 5150- 4400 SALTA

REPUBLICA ARGENTINA

SALTA, 23 de diciembre de 2004

Expediente N° 8.468/04

RES. C.D. Cs. Ex. N° 364/04

VISTO:

Las presentes actuaciones mediante las cuales la Comisión de Carrera de la Licenciatura en Energías Renovables, eleva el nuevo del Plan de Estudios de la Carrera antes mencionada;

CONSIDERANDO:

El dictamen de la Comisión de Docencia e Investigación que rola a fs. 27 vta. aconsejando aprobar el Plan de Estudio de la carrera antes citada;

El dictamen de la Comisión de Planes de Estudios de fs. 29;

Que corresponde elevar el Proyecto del Plan de Estudios de la Licenciatura en Energías Renovables - Plan 2005, conforme a lo dispuesto en el inc. 6) del Art. 113° del Estatuto de la Universidad, a consideración del Consejo Superior;

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

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

(En se sesión ordinaria del día 15/12/04)


R E S U E L V E:

ARTICULO 1°: Aprobar el Proyecto de Plan de Estudios para la carrera de LICENCIATURA EN ENERGÍAS RENOVABLES PLAN 2005, cuyos detalles se agregan como Anexo I de la presente, dejándose aclarado que su instrumentación debe efectuarse a partir del periodo lectivo 2.006.

ARTICULO 2°: Disponer, en función de lo normado en el inc. 3) del Art. 100° del Estatuto de la Universidad, la elevación de las presentes actuaciones al Consejo Superior para su ratificación, previo informe y dictamen de Secretaría Académica.

ARTICULO 3°: Hágase saber con copia al Departamento de Alumnos, al Departamento de Física, a la Comisión de Carrera respectiva, a la Comisión de Planes de Estudios, a la Dirección de Control Curricular y siga al Consejo Superior a los efectos previstos en el artículo precedente.

NV

  
Prof. MARIA ELENA HIGA  
SECRETARIA ACADÉMICA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS



  
Profr. JUAN FRANCISCO RAMOS  
DECANO  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS





## 1.- Identificación del proyecto

LICENCIATURA EN ENERGÍAS RENOVABLES

## 2.- Responsable del proyecto

### 2.1.- Organismo Responsable

Comisión Curricular para nuevos planes de estudio del Departamento de Física

### 2.2.- Unidad Académica Responsable

Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de Salta

## 3.- Fundamentación

### 3.1.- Evolución de la utilización de las Energías Renovables a nivel nacional e internacional.

El agotamiento paulatino de las fuentes de energía tradicionales, que se puso en evidencia en forma dramática con la crisis del petróleo en 1973, dio lugar a un renovado interés en el desarrollo de las Energías Renovables, tanto en lo que tiene que ver con las etapas de investigación y desarrollo como en sus aplicaciones. Las distintas fuentes renovables tales como la energía solar, la eólica, la bioenergía, la geotermia y otras se muestran como un posible reemplazo de las energías no renovables con capacidad para la paulatina sustitución de éstas y la ventaja de su renovabilidad, lo que implica brindar una solución a largo plazo para la provisión de energía a nivel mundial. Estas fuentes son también de particular interés en el ámbito nacional, dado que el país presenta una situación de baja densidad demográfica en las zonas rurales, lo que dificulta la provisión energética mediante la distribución a partir de centrales de producción. Este problema cobra especial importancia en la región NOA donde se encuentra esta Universidad. Las Energías Renovables tienen la ventaja de poder ser producidas en el ámbito local en forma descentralizada, lo que elimina la necesidad de distribución.

Al problema del agotamiento de las fuentes tradicionales de energía, intensificado actualmente por razones geopolíticas, se ha agregado otro tema: la contaminación ambiental. El mismo ha comenzado a tomar importancia durante los últimos años con el crecimiento demográfico y el aumento del nivel de vida. Las Energías Renovables pueden brindar soluciones de relevancia, debido a que la mayoría de ellas se caracteriza por la muy baja contaminación que producen. El consumo de las energías convencionales ha dado lugar a una contaminación creciente que se manifiesta en fenómenos tales como la lluvia ácida o la producción de anhídrido carbónico a nivel global y la destrucción de la fauna y la polución de las aguas a nivel local. La sustitución del consumo energético tradicional por el de Energías Renovables, no contaminantes y de producción local, dará solución a estos problemas.

Por estas razones, el estudio de las Energías Renovables y sus aplicaciones para la provisión de energía en el ámbito rural en una primera etapa y a nivel general en una segunda, ha ido incrementándose durante los últimos 30 años a partir de la mencionada crisis. Se espera un substancial aumento de sus usos dado que la tecnología ha ido madurando y se ha establecido una conciencia sobre la necesidad de plantear soluciones a largo plazo para la provisión energética y la contaminación ambiental. Este desarrollo implica la preparación de los recursos humanos necesarios para satisfacer la demanda de investigadores y técnicos, tanto en lo que tienen que ver con la etapa de





desarrollo como en la necesidad de profesionales capacitados para colaborar en las etapas de difusión e implementación de las aplicaciones.

### 3.2.- Antecedentes.

La carrera de Profesorado en Matemáticas y Física existe en la Facultad de Ciencias Exactas desde la creación de la Universidad de Salta en 1973.

A partir de 1975, sólo dos años después de la crisis del petróleo mencionada, se formó un grupo de trabajo en el seno del Departamento de Física, que comenzó a realizar tareas de investigación en Energía Solar y contribuyó a equipar los laboratorios y bibliotecas, estableciendo contactos nacionales e internacionales.

Con la participación de los investigadores del grupo original se desarrolló una línea de investigación en el campo de la Energía Solar y de las Energías Renovables en general alcanzando en 1981 un grado de desarrollo tal que permitió la creación del Instituto de Investigación en Energías No Convencionales (INENCO) por convenio entre la Universidad Nacional de Salta y el CONICET.

Sobre la base del Profesorado y del grupo de investigación en Energía Solar, habiendo alcanzado el plantel de docentes e investigadores un nivel de formación adecuado y contando con los recursos físicos necesarios, el Departamento de Física propuso en el año 1983 la creación de la carrera de Licenciatura en Física en el ámbito de la Facultad de Ciencias Exactas, proyecto que se concretó en 1984. Esta carrera tuvo originalmente dos orientaciones, una de ellas en Energía Solar.

En 1990 se creó un Doctorado en Física, que ha permitido completar la formación de los egresados y personal del Departamento y que en la actualidad registra varios inscriptos y egresados. Al presente han obtenido su grado ocho doctores en Física, el primero de los cuáles defendió su tesis en 1994.

En 1997 la Licenciatura en Física con orientación energética dio paso a la Licenciatura en Energías Renovables. Esta Licenciatura, por las razones que se justifican más adelante, será reemplazada por el plan propuesto en esta presentación.

El Doctorado en Física fue reemplazado en el año 1998 por el Doctorado en Ciencias, Área Energías Renovables y en ese año se crearon también las siguientes carreras de postgrado: Especialidad en Energías Renovables y Maestría en Energías Renovables. En conjunto y a la fecha estas carreras cuentan con doce egresados.

Tanto el Doctorado en Ciencias como la Maestría en Energías Renovables tiene categoría B otorgada por la CONEAU.

El nivel de formación de los egresados les ha permitido acceder a becas y pasantías en importantes centros de investigación del país y del extranjero.

### 3.3.- Fundamentación.

La dinámica y los cambios antes mencionados relacionados con el uso de energías alternativas ameritan una revisión y una actualización del Plan de Estudios 1997. Es intención, además, que este nuevo Plan de Estudios recoja la amplia experiencia del plantel de docentes e investigadores del Departamento de Física en el área de la Energías Renovables. Especialmente en el desarrollo, aplicación y uso de dispositivos alimentados mediante Energías Renovables en la región.





La reformulación del Plan de Estudios de la Licenciatura en Energías Renovables tiene el propósito de mejorar sustantivamente el Plan 1997 vigente. Esta propuesta se hace simultáneamente con la reformulación del Plan de la Licenciatura en Física, por lo que esto agrega un segundo motivo: la necesidad de compatibilizar las currícula de ambas Licenciaturas.

El Plan de Estudios de la Licenciatura en Energías Renovables, correspondiente al año 1997, si bien ofrece una formación básica fuerte en varios aspectos de la Física, no resulta actualmente adecuado a las necesidades de formación de un egresado típico de esta Licenciatura.

Esta propuesta mejora aspectos de formación básica específica del área de Energías Renovables, tales como mayor formación en Termodinámica Aplicada y Transferencia de Calor y Materia. Mejora también la formación profesional incorporando tres materias en las que se amplían y profundizan los conocimientos específicos de la temática referida a las Energías Renovables.

Por otra parte, la reformulación de la Carrera de Licenciatura en Física (Plan 2005) conlleva la necesaria compatibilización en el dictado de las asignaturas básicas del área de Matemática y Física para todas las carreras que se dictan en el Departamento de Física a los efectos de optimizar los recursos humanos y físicos disponibles.

El Plan de la Licenciatura en Energías Renovables mantendrá una duración de cuatro años de acuerdo a la tendencia mundial a ofrecer carreras cortas de formación general amplia que se continúan con una formación de postgrado en campos especializados. Como oferta académica para esta formación continua, en este caso de postgrado, se cuenta con el Doctorado en Ciencias Área Energías Renovables, la Especialidad en Energías Renovables y la Maestría en Energías Renovables, creadas por Resoluciones C.S. N° 317 y 194 en el año 1998. Por otra parte, una formación general amplia permitirá a los graduados acceder a las especialidades que se desarrollen en otras instituciones del país y del exterior.

Se consideró conveniente, además, mantener el título intermedio de la carrera de grado de Licenciatura en Energías Renovables una vez completados los dos primeros años, dado que el mismo cuenta con reconocimiento oficial y validez nacional por Resolución Ministerial N° 478. Esta resolución, de fecha 18 de mayo de 2004, se refiere a la carrera de Licenciatura en Física con la cual la Licenciatura en Energías Renovables, se encuentra estrechamente vinculada, especialmente en el ciclo básico. En la tabla del Anexo, que corresponde a la articulación con el ciclo básico de ambas licenciaturas, se observa que dichas carreras difieren sólo en una asignatura (Introducción a las Energías Renovables en Licenciatura en Energías Renovables por Introducción a los Circuitos Eléctricos de Licenciatura en Física). Se pretende con esto brindar una salida laboral rápida a aquellos que completen este ciclo, que les permita desempeñarse bajo la dirección de un profesional. Por otra parte se facilita la movilidad entre universidades de los alumnos con un ciclo básico aprobado.

#### 4.- Objetivos del Proyecto.

El objetivo general del Proyecto es formar Licenciados en Energías Renovables, con una formación básica adecuada y una formación específica amplia, de acuerdo a las tendencias modernas en esta disciplina.

El Plan permite al graduado logre un conocimiento integrado que involucre los siguientes contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales:

##### 4.1 Contenidos conceptuales:





Contempla los conocimientos básicos de Física, Matemática, Fisicoquímica, Termodinámica, procesos de Transferencia de Calor, Materia y Energía, aplicaciones de la Energías Renovables, herramientas informáticas, sistemas de medición y control de parámetros físicos, simulación de sistemas y Física Ambiental necesarios para la formación profesional y que brinden un sólido sustento para acceder a una especialización.

#### 4.2 Contenidos procedimentales:

Desarrollo de la capacidad de:

- Observación y análisis de las situaciones experimentales y/o teóricas relacionadas con las Energías Renovables y sus aplicaciones.
- Adquisición y análisis de datos de dispositivos experimentales obtenidos por medio de sistemas de medida modernos. Diseño de instalaciones a escala natural de dispositivos alimentados con Energías Renovables.
- Elaboración y evaluación de proyectos relacionados con el estudio y/o desarrollo de sistemas que utilicen las Energías Renovables.
- Realización de actividades de difusión y/o capacitación en la temática de interés.

#### 4.3 Contenidos actitudinales:

- Formación de competencias que hacen al desarrollo personal, al socio comunitario, al conocimiento científico-tecnológico, a la expresión y a la comunicación.
- Compromiso y actitud de servicio con el estilo de vida democrático como co-responsable de la formación del ciudadano en un contexto socio-histórico y cultural particular.

Se procurará que el plan esté ajustado a las siguientes condiciones:

- Que la carga horaria semanal de actividades presenciales de los alumnos sea de aproximadamente 25 horas semanales a efectos de fomentar el estudio personal y permitir el desempeño laboral de los estudiantes que lo necesiten.
- Que se coordinen en lo posible las materias que forman parte del Plan con la de otros planes que se implementan en la Facultad de Ciencias Exactas de manera que las materias puedan tener un dictado común, logrando un mejor aprovechamiento del recurso humano en la Facultad.
- Que el título ofrecido sea permanente, procurando que el mismo esté sometido a revisiones y evaluaciones continuas.

### 5.- Características de la carrera.

#### 5.1.- Permanencia.

Carrera permanente.

#### 5.2.- Título.

Licenciado en Energías Renovables.

##### 5.2.1- Título intermedio.

Diplomado en Ciencias Físicas

#### 5.3.- Alcances del título.





- Realizar investigación, diseño, desarrollo de tecnología, e innovación en el área de la generación de potencia térmica utilizando las Energías Renovables, concentración a altas temperaturas, cocción solar de alimentos, colección, aprovechamiento y transformación de los recursos energéticos renovables y de los recursos y técnicas relacionados a la denominadas nuevas fuentes de energía, incluyendo en esta última al aprovechamiento racional de la energía y el aprovechamiento de la energía acumulada en desechos de diversos tipos.
- Realizar estudios de factibilidad, proyectos, dirección e implementación de instalaciones de aprovechamiento, acumulación y transformación de recursos energéticos renovables
- Realizar la evaluación del recurso solar, el diseño e instalación de sistemas fotovoltaicos para uso local o conectados a la red de distribución.
- Realizar la evaluación del recurso eólico, el diseño e instalación de sistema eólicos para uso local o conectados a la red de distribución.
- Realizar la evaluación del potencial hídrico para la instalación de microturbinas hidráulicas y el diseño de instalación de sistemas auxiliares.
- Realizar cálculos de carga térmica incluyendo factores bioclimáticos en vista a su utilización en el acondicionamiento energético de edificios (solares, "verdes" o bioclimáticos) de tipo pasivos, activos o híbridos. Realizar diseños e implementación de sistemas de acondicionamiento térmico utilizando Energías Renovables o recursos bioclimáticos
- Realizar diseños, cálculos e instalaciones de equipos de agua caliente sanitaria en viviendas y edificios.
- Realizar desarrollos y aplicaciones de las Energías Renovables en el campo de la agricultura, la agroindustria, la industria minera y la industria en general.
- Realizar estudios de problemas ambientales relacionados con el uso de las Energías Renovables y no renovables.
- Déterminar las especificaciones técnicas y evaluar la factibilidad tecnológica de los equipos y aparatos destinados a la colección, acumulación y utilización de energía proveniente de recursos renovables.
- Realizar la evaluación de recursos energéticos renovables y la evaluación de tecnologías para el aprovechamiento de las llamadas Nuevas Fuentes de Energía.
- Realizar actividades relacionadas a la difusión y/o capacitación en los temas relacionados a las Energías Renovables y Nuevas Fuentes de Energía.
- Brindar asesoramientos, arbitrajes, pericias y tasaciones relacionadas con las tecnologías vinculadas a las Energías Renovables.
- Participar en la enseñanza a nivel universitario.
- El título de Licenciado en Energías Renovables de esta Universidad habilita especialmente a trabajar en el campo de la energía solar térmica, fotovoltaica, eólica, microhidráulica y biomasa.

#### 5.3.1- Alcances del título intermedio.

Desempeñarse como personal de apoyo en la docencia en Física y en laboratorios de Física.

Desempeñarse como personal de apoyo en la docencia en Matemáticas.

Desempeñarse como personal de apoyo en la docencia en el área de Tecnología

Desempeñarse como auxiliar de investigación en el área de mediciones y procesamiento computacional de datos.

Participar en actividades relacionadas con la difusión de temas relacionados con la Física.

Participar como personal de apoyo en trabajos que requieran conocimientos básicos de Física, Matemáticas y/o Informática.

#### 5.4.- Perfil del título.

A través de la carrera se preparará al alumno para que sea capaz de:





- Adquirir el dominio suficiente de los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales para su eficiente desempeño en las actividades de su competencia.
- Adquirir los conocimientos necesarios como perfeccionarse en los temas relacionados con las actividades de su competencia.
- Adaptarse a las características culturales y socioeconómicas de los ámbitos en los que se desempeñe.

## 5.5.- Plan de Estudios

### 5.5.1 Objetivos

El objetivo general del plan de estudios es que los alumnos adquieran los conocimientos conceptuales, procedimentales y actitudinales necesarios para que puedan cumplir adecuadamente las tareas de su competencia.

En este marco se procurará cumplir con los siguientes objetivos específicos:

- Brindar los conocimientos básicos necesarios de física, matemática y computación para que a posteriori puedan, en primer lugar, llevar a cabo los estudios relacionados con la temática específica en el marco del plan y en segundo lugar, tener capacidad para poder llevar a cabo una tarea continua de perfeccionamiento una vez terminada la carrera.
- Brindar formación básica sobre los conceptos termodinámicos y su aplicación al uso de la energías y en particular a las Energías Renovables.
- Brindar una formación específica sobre las Energías Renovables térmicas y sus aplicaciones.
- Brindar una formación específica sobre la Energía Eléctrica de origen fotovoltaico y otros modos de transformación directa de las Energías Renovables.
- Brindar una formación suficiente en el área de energía eólica, microturbinas y biomasa como para que el egresado pueda desempeñarse profesionalmente en estas áreas, y a la vez de poder llevar a cabo una tarea de perfeccionamiento en ellas.
- Brindar instrucción e información sobre las otras fuentes de Energías Renovables y sobre las Nuevas Fuentes de Energía, de manera que el egresado pueda proseguir estudios de postgrado e investigar en esas áreas.
- Preparar al alumno para que sea capaz de llevar adelante actividades experimentales que le permitan estudiar los fenómenos del mundo natural y tecnológico asociado a las Energías Renovables y elaborar conclusiones al respecto. Se procurará integrar la enseñanza relativa al equipamiento experimental y a los estudios teóricos de situaciones con la de los elementos que brinda la actual tecnología informática.
- Preparar al alumno para que le sea posible encarar adecuadamente las tareas de organización y ejecución de proyectos en los campos de la investigación, desarrollo o aplicación de las Energías Renovables.
- Preparar al alumno para que sea capaz de adoptar una actitud constructiva en relación a las tareas de difusión en el campo de esta disciplina.
- Preparar al alumno para que asuma una actitud crítica frente a los elementos sociales que promueven el uso irracional de las energías y que condicionan el uso de las Energías Renovables.

### 5.5.2 Ciclos y áreas

El plan consta de dos ciclos:

- a) ciclo básico o de formación general
- b) ciclo superior o de formación específica





El primer ciclo está formado por 13 materias con un total de 1635 horas de clase y una duración de dos años. El alumno adquiere un primer nivel de conocimientos sobre Física, Fisicoquímica, Matemática y Computación que constituye la base para su posterior formación profesional. Estas materias comprenden actividades experimentales que además de complementar la adquisición de conocimientos dan oportunidad para la adquisición de habilidades de observación e interpretación de los fenómenos naturales, habilidades básicas que se requieren para el futuro desempeño en investigación y desarrollo en el campo de las Energías Renovables.

El profesional debe aprovechar al máximo los recursos que le otorga el desarrollo informático actual. La utilización de esta tecnología debe estar estrechamente vinculada con los requerimientos de su propia disciplina. Su enseñanza se alcanza a través de dos laboratorios en los que se integran el uso de la informática con las técnicas modernas de adquisición de datos, con la realización de experiencias a tiempo real y con la simulación.

Al terminar este ciclo se entrega al alumno el título intermedio de Diplomado en Ciencias Físicas. Antes de finalizar este ciclo el alumno debe rendir su examen de capacitación en inglés.

El segundo ciclo está orientado a la enseñanza del conocimiento específico necesario para su desarrollo como profesional.

Se completa su formación en Física mediante asignaturas específicas tales como Termodinámica, Mecánica de Fluidos, Transferencia de Calor y Materia. Se profundiza su formación para que sea capaz de realizar tareas experimentales mediante la asignatura Laboratorio de Componentes y Mediciones y la enseñanza con la metodología de Laboratorio - Taller en las asignaturas específicas. (Energías Renovables I, II y III).

La formación profesional específica comienza en forma temprana con una materia en primer año: Introducción a las Energías Renovables. Luego en el segundo ciclo, adquiere un buen nivel de conocimiento en Energías Renovables con asignaturas tales como Energías Renovables I, II y III. Se lo prepara para conocer los efectos adversos del uso irracional de la energía en la materia Física Ambiental.

Al alcanzar esta etapa de la carrera el alumno debiera ser capaz de encarar la preparación de proyectos o trabajos de investigación y desarrollo mediante la realización de una Tesis, guiado por un Director. La materia Proyecto de Tesis le permite al alumno aprender a organizarse para realizar un estudio sistemático sobre un tema lo cual se espera que redunde en una mayor eficiencia en el desarrollo posterior de la Tesis. Estas dos asignaturas hacen un total de 315 horas.

El segundo ciclo consta de 11 asignaturas con un total de 1455 horas y una duración de dos años.

La carrera tiene un total de 3090 horas. Todos los cuatrimestres son de 15 semanas efectivas de clase.

### 5.5.3 Asignaturas

Las asignaturas, carga horaria semanal y equivalencias del plan están detalladas en el Anexo.

### 5.5.4 Sistemas de evaluación y promoción

Las siguientes asignaturas se aprobarán por promoción o examen final.

- Introducción a las Energías Renovables
- Laboratorio I (Plan 2005)
- Laboratorio II (Plan 2005)





- Laboratorio de Componentes y Mediciones.

La asignatura Proyecto de Tesis es Promocional, lo que se alcanzará una vez aprobado el Plan de Tesis.

La asignatura Tesis tiene dos instancias de aprobación, ambas a cargo de un Comité designado a tal efecto: aprobación de la Tesis y defensa de la Tesis. Dicho Comité será designado por el Departamento de Física, a propuesta de la Comisión de Carrera.

El resto de las asignaturas del plan serán aprobadas mediante un examen final.

#### 5.5.5 Metodología

Las actividades previstas para los alumnos de esta carrera incluyen: Asistencia a clases expositivas, realización de trabajos prácticos de aula, de laboratorio, de taller y de campo, presentación de informes, participación en actividades de acreditación de estudios, (exámenes parciales y finales) participación en seminarios, realización de trabajos monográficos.

Las actividades previstas para los docentes de esta carrera incluyen: Dictado de clases, preparación de clases, tareas anexas de organización, atención de consultas de los alumnos, preparación y corrección de exámenes (parciales y finales), dirección de trabajos finales, participación en reuniones intercátedras, actividades que permitan su perfeccionamiento continuo.

#### 5.5.6 Régimen de correlatividades

El régimen de correlatividades entre las materias que integran el plan de estudios detallado se adjunta en el ANEXO en la tabla correspondiente.

#### 5.5.7 Duración de la carrera

Cuatro años.

#### 5.5.8 Articulación con otros planes de estudio

Se adjuntan, también en el Anexo, una tabla en la cual se dan las equivalencias con el Plan 1997 vigente y con el ciclo básico de la Licenciatura en Física Plan 2005.

### 6.- Recursos humanos.

Para llevar a cabo este plan se ha procurado la coordinación con las materias similares de los otros planes de estudio de la Facultad de manera que se pueda realizar su dictado único, optimizando recursos.

No obstante, este plan propone un conjunto de materias nuevas para cuya atención los docentes del Departamento, realizarán un esfuerzo adicional.

### 7.- Recursos físicos.

De acuerdo a lo expresado en la fundamentación de la carrera, los docentes del Departamento de Física realizan tareas de investigación y desarrollo en las áreas de Energías Renovables y Óptica Aplicada y a través del apoyo de la Universidad y distintos subsidios nacionales e internacionales han organizado laboratorios especializados, un área externa para realizar experiencias de campo, una





biblioteca, una red de computadoras, talleres de mecánica y electrónica, todos los cuales permiten atender sin problemas los requerimientos docentes en materia de prácticos de laboratorio y trabajos finales de carácter experimental.

Por otro lado, se dictan cursos de física básica desde hace más de 25 años, contándose con laboratorios adecuados para la realización de actividades de docencia experimentales. Con la apertura de la Maestría en Energías Renovables se abrió también un laboratorio adecuado a las mismas que complementa los disponibles para la carrera. Cabe indicar que se aprobó en 1996 un proyecto FOMECE en Física que permitió una mejor implementación de las actividades de laboratorio, la biblioteca de grado y la infraestructura de talleres. Posteriormente, otro proyecto FOMECE equipó un laboratorio de computación con 15 computadoras conectadas en red. En el 2004 se aprobó un Proyecto FONCYT que permite equipar el Laboratorio de Referencia en Energías Renovables, con nuevos equipos de calibración térmica, eléctrica, anemometría, radiación higrometría y otros, además de un laboratorio de medios audiovisuales modernos ha ser utilizado en la enseñanza.

## LICENCIATURA EN ENERGIAS RENOVABLES - PLAN 2005

### CONTENIDOS MINIMOS

#### INTRODUCCIÓN A LA MATEMÁTICA ( 10 horas semanales )

Lógica proposicional. Conjuntos numéricos. Operaciones. Ecuaciones e inecuaciones. Complejos. Funciones elementales de variable real: lineal, cuadrática, polinómicas, exponencial, logarítmica, trigonométricas, racionales. Nociones de combinatoria.

#### ALGEBRA LINEAL Y GEOMETRÍA ANALÍTICA ( 10 horas semanales )

Ecuaciones lineales. Sistemas. Método de eliminación de Gauss. Matrices. Álgebra matricial. Espacio vectorial. Dependencia e independencia lineal. Base y dimensión. Rango de una matriz. Teorema de Roche-Frobenius. Determinantes. Regla de Cramer. Productos escalar, vectorial y mixto. Propiedades. Aplicaciones. Rectas y Planos. Noción de transformación lineal. Autovectores y autovalores. Cambio de base. Diagonalización. Función general de segundo grado en dos y tres variables. Lugar Geométrico. Cónicas, cuádricas, clasificación. Superficies regladas.

#### ANÁLISIS MATEMÁTICO I ( 10 horas semanales )

Límite y continuidad.

Derivada, teoremas del cálculo diferencial.

Aplicaciones : máximos y mínimos, concavidad, puntos de inflexión.

Integrales indefinidas. Métodos generales y particulares de integración.

Integrales definidas. Aplicaciones. Integrales impropias.

Sucesiones. Series numéricas, convergencia, desarrollo de funciones elementales.

Introducción a las ecuaciones diferenciales ordinarias.

#### ANÁLISIS MATEMÁTICO II ( 10 horas semanales )

Funciones de varias variables, derivadas parciales, curvas y superficies.

Vectores y campos vectoriales, propiedades, operaciones diferenciales con vectores: gradientes, divergencia, rotor.

Cálculo diferencial en varias variables, derivada direccional, diferencial total, funciones implícitas, jacobianos.

Extremos de funciones de varias variables, multiplicadores de Lagrange.





Integrales de funciones de varias variables, cambios de variables, aplicaciones, teoremas de Gauss y Stokes.

### **ANÁLISIS MATEMÁTICO III ( 10 horas semanales )**

Funciones de variable compleja. Transformaciones. Teorema de los residuos.  
Ecuaciones diferenciales ordinarias. Ecuaciones diferenciales lineales de orden  $n$  a coeficientes constantes y variables.  
Ecuación hipergeométrica. Funciones especiales: Bessel, Hankel, Laguerre, Hermite. Comportamientos asintóticos.  
Transformada de Laplace, convolución, antitransformadas. Solución de sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.  
Funciones: escalón, rampa, e impulso unitario, delta de Dirac.  
Problema de Sturm-Liouville.  
Series de Fourier. Integral de Fourier, transformada.  
Ecuaciones diferenciales a derivadas parciales. Funciones armónicas. Ecuación de la onda. Ecuaciones de Maxwell. Ecuación de Schrödinger.

### **ELEMENTOS DE FISICOQUÍMICA ( 6 horas semanales )**

Estructura atómica. Tabla periódica. Propiedades periódicas. Enlace químico. Enlaces químicos intra e intermoleculares. Estructuras de Lewis. Teoría de bandas del enlace metálico.  
Estados de agregación de la materia. Estado gaseoso. Estado sólido. Empaquetamiento y defectos. Interconversión de estados de agregación de la materia. Diagramas de fase.  
Reacciones químicas. Estequiometría. Reacciones de óxido-reducción.  
Termodinámica. Termoquímica. Energía, sistemas, medios. Cambios de energía mediante una reacción química y un proceso de cambio de estado.  
Soluciones. Concentración. Solubilidad. Soluciones sólidas. Curvas de enfriamiento. Diagramas de fase.  
Cinética química. Equilibrio químico. Velocidad de una reacción química. Rendimiento de un proceso. Influencia de diferentes factores.  
Procesos de transferencia de carga. Obtención de energía eléctrica a partir de energía química. Transformación de energía eléctrica en energía química. Corrosión.  
Química orgánica. Principales grupos funcionales. Estructuras.

### **LABORATORIO I (Plan 2005) ( 6 horas semanales )**

Módulo 1: Manejo de sistemas operativos. Planillas de cálculo. Procesadores de texto. Introducción al manejo de Internet. Introducción a los experimentos de Física controlados por computadora.  
Módulo 2: Introducción a la simulación computarizada de procesos físicos mediante un sistema de lenguaje de programación matemática. Simulación de procesos físicos mediante un sistema de lenguaje de programación por eventos.

### **LABORATORIO II (Plan 2005) ( 6 horas semanales )**

Sistema operativo LINUX: comandos y conceptos básicos. Programación con un lenguaje de propósito general. Programación de algoritmos de cálculo numérico aplicados al análisis de señales y a la modelización de problemas físicos: raíces, cuadraturas, sistemas lineales de ecuaciones algebraicas, métodos de discretización para ecuaciones diferenciales parciales, transformada de Fourier digital.

### **LABORATORIO DE COMPONENTES Y MEDICIONES ( 9 horas semanales )**





Análisis de error para instrumentos analógicos y digitales.  
Componentes activos y pasivos, juntas y llaves, diodos, transistores de distintos tipos, amplificadores operacionales, principios básicos de realimentación y control.  
Fuentes y regulación de potencia.  
Mediciones e instrumental electrónicos.  
Sensores, materiales para sensores.  
Medición de temperatura, humedad, fuerzas, radiación, presión, velocidad de viento, vacío.  
Introducción a la adquisición de datos. Conversión análogo-digital.

### **INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA ( 9 horas semanales )**

*Asignatura introductoria cuyo objetivo es familiarizar al alumno con algunas técnicas e instrumentos de medición, medidas y cálculo de errores, aplicada a temas que requieren herramientas matemáticas básicas.*

Errores de medición. Error experimental. Errores casuales y sistemáticos. Valor promedio y su error. Propagación de errores. Ajuste de una recta: métodos gráfico y de cuadrados mínimos.  
Vectores. Sistemas de fuerzas. Composición y descomposición de fuerzas. Momento de una fuerza. Condiciones de equilibrio.  
Hidrostática. Presión. Empuje. Principio de Arquímedes. Condiciones de flotación.  
Termometría. Noción de temperatura. Escalas. Dilatación térmica. Calorimetría. Elementos de transmisión del calor.  
Óptica geométrica. Reflexión. Refracción. Índice de refracción. Espejos y lentes delgadas: Formación de imágenes. Fórmula de Descartes.  
Circuitos de corriente continua. Ley de Ohm. Leyes de Kirchhoff.

### **FÍSICA I ( 10 horas semanales )**

Errores: Propagación. Teoría de Gauss. Probabilidad. Fluctuaciones  
Cinemática y dinámica de la partícula. Leyes de Newton. Trabajo y energía. Oscilador armónico simple, amortiguado y forzado.  
Sistema de partículas. Leyes de conservación.  
Cinemática, dinámica y energía del cuerpo rígido.  
Campos centrales. Gravitación.  
Tensión superficial y capilaridad. Dinámica de fluidos. Viscosidad.  
Ondas mecánicas. Superposición. Ondas estacionarias. Velocidades de fase y de grupo. Intensidad. Acústica. Efecto Doppler.

### **FÍSICA II ( 10 horas semanales )**

Campo eléctrico.  
Potencial eléctrico.  
Capacidad eléctrica, dieléctricos y energía electrostática.  
Campo magnético.  
Movimiento de cargas en campos.  
Inducción magnética.  
Magnetismo en la materia.  
Circuitos de corriente alterna.  
Ecuaciones de Maxwell. Ondas electromagnéticas. Vector de Poynting.  
Óptica física. Principios de Huygens y Fermat. Interferencia. Difracción de Fresnel y Fraunhofer. Polarización.





**TERMODINÁMICA I ( 9 horas semanales )**

Equilibrio termodinámico.  
Trabajo. Primer principio.  
Gases perfectos.  
Modelo de van der Waals.  
Segundo principio. Reversibilidad e irreversibilidad.  
Ciclos termodinámicos. Máquinas térmicas.  
Sustancias puras. Transiciones de fase.  
Potenciales termodinámicos.  
Teoría cinética.

**MECÁNICA DE FLUIDOS ( 9 horas semanales )**

Elementos de cálculo tensorial.  
Elementos de análisis dimensional.  
Propiedades físicas de los fluidos.  
Cinemática del movimiento de fluidos.  
Ecuaciones que gobiernan el movimiento de un fluido.  
Flujo del fluido viscoso incompresible.  
Soluciones a las ecuaciones de Navier Stokes.  
Capa límite hidrodinámica.  
Balances macroscópicos.  
Teoría de flujo irrotacional y sus aplicaciones.  
Turbulencia.

**TRANSFERENCIA DE CALOR Y MATERIA ( 9 horas semanales )**

Transmisión del calor por radiación.  
Termodinámica del Continuo. Procesos irreversibles. Relaciones de Onsager.  
La ecuación de la Energía en sólidos y fluidos.  
Transmisión del calor por conducción: casos estacionario y no estacionario, métodos analíticos y numéricos.  
Transmisión de calor por convección. Capa límite térmica. Flujo totalmente desarrollado en conductos. Convección natural externa. Convección natural en cavidades. Transferencia de calor por convección en régimen turbulento.  
Ecuaciones de balance de especies. Difusión. Transferencia de masa en régimen de capa límite laminar en convección forzada y natural.  
Termodinámica del aire húmedo.  
Laboratorio.

**INGLÉS ( 6 horas semanales )**

*Antes de cursar tercer año, el alumno deberá aprobar un examen de idoneidad en lectura y traducción de textos científicos en inglés. El cursado de la asignatura es opcional y podrá inscribirse si ha regularizado al menos dos asignaturas de primer año de la carrera.*

Problemática discursiva. Características de la definición, clasificación, descripción, narración científica, instrucciones, argumentación. Problemática gramatical. Sintagma nominal, sintagma verbal, morfología del verbo, funciones adjetivas, conectores lógicos, marcadores de espacio y tiempo.





**INTRODUCCION A LAS ENERGIAS RENOVABLES ( 6 horas semanales, promocional )**

*En esta materia introductoria se hará una presentación de los problemas energéticos mundiales y locales y de los recursos renovables y no - renovables.*

*Se pretende proporcionar al alumno una inmersión rápida en la problemática energética general y en las posibilidades de las energías no renovables.*

Situación Energética Mundial.

Situación Energética Argentina.

Energías no renovables.

Potencial y aspectos técnicos de las Energías Renovables: solar, eólica, hidráulica, bioenergía, geotermia, conversión directa, hidrógeno, cogeneración.

Taller básico de aplicaciones de las energía renovables: construcción y/o medición de equipos solares térmicos.

Modo de promoción: se promocionará aprobando dos monografías individuales, una sobre la problemática energética en la Argentina y otra sobre una de las fuentes renovables de energía y la aprobación de los trabajos de taller que se propongan.

**ENERGIAS RENOVABLES I ( 8 horas semanales )**

Radiación solar: aspectos geométricos y físicos.

Radiación extraterrestre y disponible sobre la superficie terrestre.

Métodos de estimación.

Energía eólica: conceptos, estimación del recurso y aplicaciones.

Microturbinas hidráulicas: conceptos, estimación del recurso y aplicaciones.

Biomasa: conceptos y aplicaciones.

Laboratorio/taller de medición de radiación.

**ENERGIAS RENOVABLES II ( 8 horas semanales )**

Propiedades ópticas de los materiales. Aspectos radiativos.

Teoría de Colectores. Aplicaciones.

Teoría de Colectores Concentradores. Aplicaciones.

Acumuladores térmicos. Acumulación en forma sensible y latente.

Sistemas solares. Análisis y Simulación.

Sistemas solares de calentamiento de agua.

Laboratorio/taller de Energías Renovables.

**ENERGIAS RENOVABLES III ( 8 horas semanales )**

Acondicionamiento térmico pasivo, activo e híbrido de edificios.

Aplicaciones agroindustriales de la energía solar (Invernaderos, Secaderos. Pozas solares. otros).

Otras aplicaciones: Cocción solar, Destilación, Descontaminación.

Análisis de factibilidad y costos.

Elementos de la teoría de semiconductores . Celdas fotovoltaicas.

Sistemas fotovoltaicos.

Acumulación de energía eléctrica: baterías.

Celdas de combustible y tecnología del hidrógeno.

Interacción luz materia. Fotoreactores.

Laboratorio/taller de Energías Renovables.





**TERMODINAMICA II ( 8 horas semanales )**

Generación de entropía a través de flujos de calor y fluido.  
Disponibilidad. Irreversibilidad.  
Análisis de exergía en sistemas solares.  
Acumulación de energía térmica. Intercambiadores de Calor.  
Sistemas de potencia y de refrigeración  
Producción de energía térmica.  
Ciclo Rankine. Modelo de planta de potencia de vapor.  
Cogeneración.

**FISICA AMBIENTAL ( 8 horas semanales )**

Descripción general de la atmósfera. Ciclos principales. Aerosol.  
Radiación en la atmósfera. Radiación de onda corta y onda larga. Balance energético en la atmósfera.  
Efecto de la radiación sobre biomoléculas.  
Termodinámica y dinámica atmosférica.  
Energía para uso humano. Efectos sobre el ambiente de las energías no renovables y renovables.  
Transporte de poluyentes en el suelo, el agua y el aire.  
Problemas ambientales: calentamiento global de la atmósfera, agujero de ozono, lluvia ácida.  
Residuos y ambiente. Tratamiento y reciclaje. Legislación.

**PROYECTO DE TESIS ( 6 horas semanales, promocional)**

A partir del primer semestre del 4to. Año, y en cualquier semestre, el alumno podrá inscribirse en la materia Proyecto de Tesis. En esta materia el alumno deberá elegir un Tema de Tesis y un Director de Tesis y luego, orientado por su Director, deberá elaborar su Plan de Tesis.

El Plan de Tesis deberá describir los siguientes items como mínimo:

- 1) Objetivos.
- 2) Justificación.
- 3) Marco Teórico.
- 4) Revisión Bibliográfica.
- 5) Metodología.
- 6) Factibilidad académica y material.
- 7) Cronograma.

El Director deberá asegurarse que el Plan de Tesis propuesto pueda llevarse a cabo durante un semestre con una carga horaria de 10 horas semanales. Los puntos 2, 3, 4, 5 deberán presentarse como una monografía con un mínimo de 25 páginas.

La materia se promocionará una vez aprobada la monografía por el Director de Tesis y **presentado** el Plan de Tesis ante la Comisión de Carrera.

**TESIS (15 horas semanales)**

Trabajo individual del alumno sobre un tema específico de Energías Renovables realizado bajo la supervisión de un Director. En este trabajo el alumno hará una contribución propia pudiendo ser:

- c) una investigación teórica o experimental
- d) un proyecto de aplicación
- e) un desarrollo tecnológico.

Cualquiera de ellos debe ser de interés a juicio del Director. Tal contribución tiene que tener cierto grado de originalidad y/o elaboración en cuanto al aporte de datos, metodología, aplicación de procedimientos, etc.





Todas las asignaturas que tengan una parte experimental deberán emplear el cálculo de errores en las experiencias e informes correspondientes.

**LICENCIATURA EN ENERGÍAS RENOVABLES - PLAN 2005  
 CARGA HORARIA SEMANAL - CICLO BASICO**

<b>Primer semestre, primer año</b>				
Código	Asignatura	total hs/sem	Hs totales*	Teoría/Práctica
	Introducción a la Matemática	10	150	4 / 6
	Introducción a la Física	9	135	3 / 6
	Elementos de Físicoquímica	6	90	teórico-práctico.
<b>Segundo semestre, primer año</b>				
Código	Asignatura	total hs/sem	Hs totales*	Teoría/Práctica
	Análisis matemático I	10	150	5 / 5
	Algebra Lineal y Geometría Analítica	10	150	4 / 6
	Introducción a la Energías Renovables	6	90	teórico-práctico
<b>Primer semestre, segundo año</b>				
Código	Asignatura	total hs/sem	Hs totales*	Teoría/Práctica
	Física I	10	150	4 / 6
	Análisis Matemático II	10	150	4 / 6
	Laboratorio I (Plan 2005)	6	90	teórico-práctico
<b>Segundo semestre, segundo año</b>				
Código	Asignatura	total hs/sem	Hs totales*	Teoría/Práctica
	Análisis Matemático III	10	150	4 / 6
	Física II	10	150	4 / 6
	Laboratorio II (Plan 2005)	6	90	teórico-práctico
	Inglés (cursado optativo)	6	90	-

**NÚMERO TOTAL DE HORAS DEL CICLO BASICO: 109 x15 = 1635 horas**  
 Cumplido el ciclo básico el alumno podrá optar por el Título de Diplomado en Ciencias Físicas.

**CARGA HORARIA SEMANAL - CICLO SUPERIOR**

<b>Primer semestre, tercer año</b>				
Código	Asignatura	total hs/sem	Hs totales*	Toería/Práctica
	Mecánica de Fluidos	9	135	4 / 5
	Termodinámica I	9	135	4 / 5
	Energías Renovables I	8	120	4 / 6
<b>Segundo semestre, tercer año</b>				
Código	Asignatura	total hs/sem	Hs totales*	Teoría/Práctica
	Física Ambiental	8	120	4 / 4
	Transferencia de Calor y Materia	9	135	teórico-práctico
	Laboratorio de Componentes y Mediciones	9	135	4 / 5
<b>Primer semestre, cuarto año</b>				
Código	Asignatura	total hs/sem	Hs totales*	Teoría/práctica
	Energías Renovables II	8	120	4 / 4
	Termodinámica II	8	120	4 / 4
	Proyecto de Tesis	6	90	-
<b>Segundo semestre, cuarto año</b>				
Código	Asignatura	total hs/sem	Hs totales*	Teoría/práctica
	Energías Renovables III	8	120	4 / 4
	Tesis	15	225	-

**NÚMERO TOTAL DE HORAS DEL SEGUNDO CICLO (97x15) = 1455 horas**  
**NÚMERO TOTAL DE HORAS DEL PLAN (INLUIDO INGLES)= 3090 horas**  
**NÚMERO TOTAL DE HORAS DE LA TESIS (PROYECTO + TESIS) = 315 horas**





LICENCIATURA EN ENERGIAS RENOVABLES - PLAN 2005  
TABLA DE CORRELATIVIDADES

Para inscribirse en cualquier asignatura a partir de 3er año, debe tenerse aprobado el año pre-anterior completo.

ASIGNATURA	PARA CURSAR:		PARA RENDIR: APROBADA
	REGULAR	APROBADA	
Introducción a la Matemática			
Introducción a la Física			
Elementos de Físicoquímica			
Algebra Lineal y Geometría Analítica	Introducción a la Matemática		Introducción a la Matemática
Análisis Matemático I	Introducción a la Matemática		Introducción a la Matemática
Introducción a las Energías Renovables	Introducción a la Física		
Análisis Matemático II	Análisis Matemático I Algebra Lineal y Geometría Analítica	Introducción a la Matemática	Análisis Matemático I Algebra Lineal y Geometría Analítica
Física I	Análisis Matemático I Introducción a la Física		Análisis Matemático I Introducción a la Física
Laboratorio I (Plan 2005)	Introducción a la Física Introducción a la Matemática		Introducción a la Física Introducción a la Matemática
Análisis Matemático III	Análisis Matemático II	Análisis Matemático I	Análisis Matemático II
Física II	Análisis Matemático II Física I	Introducción a la Física	Análisis Matemático II Física I
Laboratorio II (Plan 2005)	Laboratorio I (Plan 2005) Algebra Lineal y Geometría Analítica		Laboratorio I (Plan 2005) Algebra Lineal y Geometría Analítica
Inglés	2 materias de 1º año		
Mecánica de Fluidos	Análisis Matemático III	Aprobado 1er año. Física I Inglés	Análisis Matemático III
Termodinámica I	Análisis Matemático III Física I	Aprobado 1er año Análisis Matemático II Inglés	Física I Análisis Matemático III Elementos de Físicoquímica
Energías Renovables I	Física I	Aprobado 1er año. Laboratorio I (Plan 2005)	Física I
Transferencia de Calor y Materia	Termodinámica I Mecánica de Fluidos	Aprobado 1er año Laboratorio II (Plan 2005)	Termodinámica I Mecánica de Fluidos
Laboratorio de componentes y Mediciones	Física II	Aprobado 1er año Laboratorio I (Plan 2005)	Física II
Física Ambiental	Energías Renovables I Termodinámica I	Aprobado 1er año	Energías Renovables I Termodinámica I
Energías Renovables II	Energías Renovables I Transferencia de Calor y Materia Laboratorio de Componentes y Mediciones	Aprobado 2do año Termodinámica I	Transferencia de Calor y Materia Energías Renovables I
Termodinámica II	Termodinámica I Transferencia de Calor y Materia	Aprobado 2do año.	Termodinámica I Transferencia de Calor y Materia
Proyecto de Tesis	Transferencia de Calor y Materia	Aprobado 2do año. Energías Renovables I	
Energías Renovables III	Energías Renovables II	Aprobado 2do año. Energías Renovables I	Energías Renovables II
Tesis	Energías Renovables II	Aprobado 2do año Energías Renovables I Proyecto de Tesis	Para rendir la Tesis deben tenerse aprobadas todas las materias de la carrera.

Prof. MARIA ELENA HIGA  
SECRETARIA ACADEMICA  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS



Ing. JUAN FRANCISCO RAMOS  
DECANO  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS