



Expte. N° 69.724.-

Santa Fe, 27 de marzo de 2017.-

VISTO el expediente de referencia mediante el cual la Dra. Betzabet MORERO propone la incorporación de la asignatura “Energía Sustentable” como asignatura optativa para la carrera Ingeniería Ambiental, y

CONSIDERANDO:

QUE se cuenta con los antecedentes y el programa de la asignatura propuesto;

QUE la Secretaría Académica avala la propuesta;

POR ELLO, y teniendo en cuenta despacho de la Comisión de Enseñanza,

**EL CONSEJO DIRECTIVO**  
De la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas  
Resuelve:

ARTÍCULO 1º.- Aprobar la incorporación de la asignatura “Energía Sustentable” como asignatura optativa para la carrera Ingeniería Ambiental, la que tendrá una carga horaria semanal de 06 horas (haciendo un total de 90 horas), requiriéndose para su cursado tener aprobado el 6to. cuatrimestre y acreditado Inglés, y su programa, como anexo, formará parte de la Resolución a dictarse.

ARTÍCULO 2º.- Inscribise, comuníquese, dese a publicidad. Tome nota la Dra. MORERO, Secretaría Académica, Director de la carrera de Ingeniería Ambiental, Director del Departamento Ambiente, Departamento Alumnado y Bedelía. Cumplido, archívese.-

**RESOLUCIÓN CD N° 68/17**



## ANEXO Resol CD N° 68/17

### PLANEAMIENTO DE CATEDRA: ENERGIA SUSTENTABLE

En la actualidad la temática de la energía se puede plantear como un dilema entre el desarrollo económico donde se requiere usar la energía versus las consecuencias ambientales y sociales que requieren restringir su uso. Ese dilema que la sustentabilidad pretende resolver tiene además una componente internacional ya que está en juego el futuro de la humanidad. Por ello es muy importante incorporar contenidos de la sustentabilidad de la energía en el currículo del Ingeniero Ambiental.

#### Inserción de Energía Sustentable en la Carrera

La materia estudia cada fuente de energía primaria poniendo énfasis en las fuentes renovables (eólica, solar y biomasa, fundamentalmente), pero también se estudian las fuentes tradicionales: fósil y nuclear. El hilo conductor es la sustentabilidad ya que hay consenso en los círculos académicos internacionales sobre este abordaje de las energías renovables para la Ingeniería Ambiental y por eso se dispone de un texto de referencia. Las energías primarias se estudian aportando primero, conceptos básicos (ya incorporados por los estudiantes en otras materias del plan de estudio) relacionados: con la factibilidad técnica, económica, ambiental; y con la interrelación agua-aire-suelo; se aportan luego otros conceptos a incorporar con el cursado de la materia, tales como varias herramientas de análisis de sistema. Se cierra el curso, siguiendo el texto de referencia, aportando herramientas y casos estudios para el tratamiento de sistemas complejos como lo son los sistemas energéticos sustentables.

La propuesta inicial es del dictado de una materia optativa pero el resultado final de la iniciativa es considerar su incorporación al plan de estudio como una asignatura obligatoria. Una aproximación a la materia ya se dictó en el año 2015 como "Estudios particulares en Ingeniería Ambiental" optativa existente en el plan de estudio. Como se menciona Energía Sustentable tiene una componente internacional por ello se implementará un dictado internacional en sintonía con la Universidad de Porto Alegre y se apoyara en la colaboración de la universidad de San Martín instituciones con las que Ingeniería Ambiental tiene convenios.

#### Consideraciones Pedagógicas

El desarrollo de la materia se apoya en varias técnicas de enseñanza que la literatura y la experiencia han mostrado son efectivas dentro de un contexto de educación ingenieril. Una enumeración de esas técnicas es el siguiente:

- formular y comunicar a los estudiantes objetivos claros
- establecer la importancia del material a enseñar y enseñarlo inductivamente
- balancear la información abstracta y la concreta
- promover en el aula el aprendizaje activo
- usar aprendizaje en grupo
- dar a los estudiantes tareas desafiantes pero dentro del rango de sus habilidades
- mostrar preocupación por el aprendizaje de los estudiantes

En lo que sigue del documento se presentan objetivos, temática, bibliografía, evaluación, y una descripción de las actividades docentes, científicas y de extensión. Se acompañan varios apéndices: Cronograma tentativo, proyecto de internacionalización de la enseñanza, proyecto de investigación, algunos ejemplos de actividades.



Expte. N° 69.724.-

## I. OBJETIVOS

El objetivo principal es que el alumno tenga un marco cuantitativo que lo ayude en la evaluación y análisis de sistemas de energía teniendo en cuenta los aspectos ingenieriles, económicos y socioambientales.

En particular se quiere:

1. Que el alumno revise los principios termodinámicos como manera rigurosa de aproximarse a los balances de recursos.
2. Que el alumno explore el Análisis de Ciclo de Vida y pueda aplicarlo en el estudio de los distintos tipos de energía.
3. Que el alumno pueda discutir los balances de recursos en varias escalas incluyendo agua, carbón, nitrógeno y servicios que brinda el ecosistema.
4. Que el alumno identifique distintas alternativas para la sustentabilidad incluyendo economía, ambiente, y recursos.
5. Que el alumno sepa evaluar la importancia de economía, ambiente, y recursos para cada situación.
6. Que el alumno entienda la importancia de una adecuada definición del sistema para definir la sustentabilidad del problema.

## II. TEMATICA

Durante el desarrollo de la materia se examinarán diversas tecnologías de producción de energía tanto convencional como renovable, los usos finales de la energía y su consumo.

Durante el desarrollo de la materia, las exposiciones, los problemas, y las discusiones girarán en torno al tema de la energía. Un listado de los temas a tratar es el siguiente:

1. Energía sustentable. Motor del Desarrollo sustentable.
2. Aspectos teóricos generales de evaluación. Disponibilidad de recursos, economía, termodinámica, herramientas, interacción de la energía con la tierra y el agua.
3. Fuentes de energía primaria.
4. Almacenamiento y transmisión de energía.
5. Uso final de la energía: Energía Fósil y Nuclear. Energía Biomásica. Energía Solar. Energía Eólica.
6. Análisis y elección de sistemas energéticos.
7. Viabilidad técnico-económica-ambiental.

## III. BIBLIOGRAFIA

Los temas señalados en el ítem anterior (II. TEMATICA) serán desarrollados con la ayuda de la siguiente bibliografía:

Libro de referencia:

*“Sustainable Energy: Choosing among options”* J.W Tester et al., 2nd edition, MIT Presss, 2012.

Textos complementarios:

*“Handbook of Renewable Energy Technology”* A.F. Zobaa and R.C. Bansal (editors) World Scientific Publishing, 2011.

*“Principles of Sustainable Energy Systems”*, Frank Kreith (Editor), Susan Krumdieck (Co-Editor), 2nd edition, CRC Press, 2014.

**Universidad Nacional del Litoral**

Facultad de Ingeniería y  
Ciencias Hídricas

Secretaría de Consejo Directivo

Ciudad Universitaria

C.C. 217

(3000) Santa Fe

Tel: (54) (0342) 4575 246 int. 213

Fax: (54) (0342) 4575 224

E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



Expte. Nº 69.724.-

Además, se cuenta con material proporcionado por los docentes invitados que participaron del dictado 2015 (artículos científicos de revistas internacionales, libros, apuntes personales, informes de organismos intergubernamentales).

#### **IV. EVALUACION**

Al comienzo del semestre el alumno debe optar con qué régimen cursará la asignatura: régimen de promoción directa o régimen de regularidad.

##### *Régimen de Promoción directa*

Siguiendo al Régimen de Enseñanza se distinguen dos etapas: etapa 1 y etapa 2. Para la etapa 1 se establece la siguiente distribución de puntajes entre las distintas evaluaciones:

- Evaluación de actividades en el desarrollo de la asignatura: resolución de problemas y registros de lecturas (ver Apéndice 2 y 3)
- Evaluación por parciales.

La etapa 2 es el Coloquio final integrador (CFI) y contempla la discusión oral de un tema preparado por los alumnos. La evaluación en el coloquio final integrador es la evaluación de la discusión con el estudiante en donde del intercambio verbal se permitirá evaluar la capacidad de síntesis y la integración de los conceptos, principios, métodos y modelos desarrollados durante el desarrollo de la asignatura

##### **Régimen de regularidad**

Para ser considerado alumno regular el alumno debe participar de la evaluación de las actividades contempladas durante el desarrollo de la asignatura.

#### **V. OTRAS ACTIVIDADES DOCENTES**

Se presentan como actividad complementaria al dictado de Energía Sustentable las actividades de integración e internacionalización:

- *Actividad de integración con la Universidad de San Martín*

A partir del convenio firmado con la Universidad de San Martín se buscará la colaboración de los docentes de materias afines para ajustar el dictado a partir de su participación en los dictados iniciales.

- *Actividad de internacionalización con la Universidad de Porto Alegre*

A partir de la política de internacionalización de la UNL se incorporará al dictado inicial de la materia la participación presencial y a distancia de docentes de la Universidad de Porto Alegre, universidad con la que la FICH tiene un convenio de doble titulación en Ingeniería Ambiental. En el Apéndice 4 se encuentra un proyecto de internacionalización aprobado por la UNL con los recursos para la actividad.

#### **VI. ACTIVIDADES CIENTIFICAS - TECNOLOGICAS**

Se presenta objetivo general y objetivos particulares de proyectos científicos- tecnológicos relacionados con la materia.

##### **Objetivo General**

Realizar un aporte al dilema energía - desarrollo económico bajo el concepto de energía sustentable, al integrar el análisis de impacto ambiental con técnicas de recuperación energética de residuos. El objetivo general es resolver problemáticas ambientales en áreas de desarrollo productivo de la industria de

**Universidad Nacional del Litoral** Ciudad Universitaria  
Facultad de Ingeniería y C.C. 217  
Ciencias Hídricas (3000) Santa Fe

Secretaría de Consejo Directivo

Tel: (54) (0342) 4575 246 int. 213  
Fax: (54) (0342) 4575 224  
E-mail: consejo@fich.unl.edu.ar



Expte. N° 69.724.-

hidrocarburos, centrándose en la calidad de suelos, agua y aire. Se pretende abordar la gestión integral de residuos y efluentes derivados de la industria de hidrocarburos y de otras fuentes (urbanas e industriales), así como la remediación, aprovechamiento y/o reutilización de los recursos afectados.

### **Objetivos Particulares**

Desarrollar métodos de análisis y optimización para la gestión sustentable de efluentes y residuos sólidos, recuperando energía e integrando:

- Distintas tecnologías de tratamiento de residuos.
- Distintas fuentes de generación de residuos: urbanos e industriales, con énfasis en las áreas afectadas por el desarrollo de la cadena de valor del petróleo y el gas. Upstream: Residuos de la explotación de yacimientos convencionales y no convencionales. Downstream: Procesamiento de petróleo y gas, procesos petroquímicos y de refino.
- El análisis de ciclo de vida con el análisis de viabilidad económica de los proyectos.

Se buscara construir escenarios donde el tratamiento de aguas residuales urbanas aporte parte de los requerimientos de agua necesarios para la explotación de yacimientos y donde la integración de los tratamientos de agua residuales al tratamiento de RSU, residuos forestales, residuos agropecuarios y/o cultivos energéticos aporte la energía necesaria para la recuperación y uso del agua residual en yacimientos.