

**Comisión del Instituto de Física**

**Sesión del día 10/5/12, Acta n° 5/2012**

**Presencias.** Director Horacio Failache; Docentes: Daniel Ariosa, Julia Alonso, Raúl Donangelo; Egresado: Enrique Rubini.

**Asuntos resueltos.**

1. Acta. Se aprueba el acta de la sesión anterior (4/2012) correspondiente a la sesión del 19/4/2012. (5/5).
2. Renuncia a cargo docente. Ante la solicitud de Sylvana Varela de renuncia al cargo de Asistente a partir del 25/4/2012, esta Comisión sugiere que se acepte la renuncia presentada y lamenta que no pueda regresar a aportar sus conocimientos. Se le desea a la Dra. Varela que pueda desarrollarse tanto profesional como personalmente. Se resuelve iniciar ante RRHH el trámite de renuncia y el consiguiente trámite de reintegro de los haberes percibidos durante su licencia con sueldo tal cual establece el contrato de retorno firmado por la interesada y la Facultad. (5/5).
3. Regularización de aprobación de curso. Teniendo en cuenta que es de interés del Instituto de Física la formación del docente Ignacio Texeira-Núñez en temas de Energía Solar, le otorga beca para el curso de actualización "Fundamentos de Energía Solar Térmica" dictado en el 2010 y solicita a Bedelía que realice los trámites para regularizar dicha aprobación. (5/5).
4. Reválidas automáticas con FCIEN y FQUIM. Se avala las modificaciones propuestas por la Coordinadora de Enseñanza del IF-FI en su nota de fecha 19/4/2012, en virtud de lo solicitado por la Comisión Académica de Grado. (5/5). En anexo nota con modificaciones y aval del orden estudiantil.
5. Actividad específica en Convenio UDELAR-FING/MIEM-DNE. Se avala la solicitud de Gonzalo Abal de fecha 7/5/2012, de inclusión en el Convenio Udelar-Fing con MIEM-DNE de la actividad específica "Mantenimiento de la red de estaciones de medida continua de radiación solar y generación de información detallada sobre el recurso solar en el Uruguay", de manera que la DNE provea un soporte financiero para los gastos operativos relacionados al mantenimiento de los puntos de medida de radiación solar, la contratación de recursos humanos que posibiliten el procesamiento de las imágenes satelitales y los resúmenes informativos semanales y mensuales. Se trasmite a la Comisión de Convenios de la Facultad dicha solicitud. (5/5). En anexo nota, propuesta de actividad específica y convenio.
6. Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Materiales. Se trasmite al Grupo de Física del Estado Sólido la resolución del Consejo de Facultad de Ingeniería de fecha 12/4/2012 solicitando la identificación de posibles grupos interesados en involucrarse en la propuesta de Licenciatura

en Ciencia y Tecnología de los Materiales. (5/5). En anexo plan y resolución del Consejo.

7. Museo de Ciencias. Daniel Ariosa manifiesta la necesidad de entrar en contacto con Andrea Vignolo del MEC, portavoz del Proyecto Museo de Ciencias, a los efectos de concretar la donación de instrumentos y equipos antiguos pertenecientes al Instituto de Física. Se resuelve que por el IF participen Horacio Failache, Daniel Ariosa, Raúl Donangelo, Enrique Dalchiele.

Acta aprobada el 4 / 06 / 12 por 6 en 6 .

  
Pablo Babino por  
Secretario J. Alonso

  
Horacio Failache  
Presidente

CIF/af

Montevideo, 19 de abril de 2012.

Srs. de la Comisión  
Instituto de Física  
Facultad de Ingeniería

Con fecha del 28 de febrero presentamos un plan de reválidas que fue aprobado por vuestra Comisión. El documento pasó a la Comisión Académica de Grado quien solicitó a la Sección Bedelía y a quien suscribe que coordináramos a efectos de facilitar la instrumentación de la propuesta.

En virtud de ello, se indica que:

- a) Es deseable que la propuesta, de ser aprobada, comience a instrumentarse a partir del año 2013.
- b) Se vuelve a repetir la tabla que figura a fojas 2, con el objetivo de explicitar en todos los casos que sea posible las equivalencias con las asignaturas que dictó antes y está dictando, actualmente, el Instituto de Física.
- c) Se modifica la equivalencia de la asignatura Física I de la Facultad de Ciencias, dejando sin efecto la solicitud de que no acumule créditos con "Física 2". De esa forma, la asignatura Física I mantiene su total equivalencia con la asignatura Física General 1 que otrora dictaba el Instituto.

**Lectura de la tabla:** Por cada asignatura realizada en otra Facultad, se asignarán los créditos descriptos en la tercera columna a la materia indicada en la segunda columna y esos créditos no serán acumulables con la(s) asignaturas de la Facultad de Ingeniería que figuran en la última columna.

1) Licenciatura de Física y Matemáticas de la Facultad de Ciencias

<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>	<b>MATERIA</b>	<b>CRÉDITOS</b>	<b>No acumula con las siguientes asignaturas de la Facultad de Ingeniería</b>
Física I	Física	13	Física General 1 Física 1
Física II	Física	13	Física General 2 Física 3
Taller I	Física	5	Física Experimental 1
Taller II	Física	5	Física Experimental 2
Laboratorio I	Física	8	-----
Laboratorio II	Física	8	-----
Laboratorio IIIa	Física	8	Laboratorio 3
Laboratorio IIIb	Física	8	-----

2) Licenciatura de Bioquímica y Ciencias Biológicas

<b>FACULTAD DE CIENCIAS</b>	<b>MATERIA</b>	<b>CRÉDITOS</b>	<b>No acumula con las siguientes asignaturas de la Facultad de Ingeniería</b>
Física I	Física	10	Física 1 Física General 1
Física II	Física	10	Física 3 Física General 2
Laboratorio de Física I	Física	3	Física Experimental 1 Laboratorio 1
Laboratorio de Física II	Física	3	-----

3) Facultad de Química

<b>FACULTAD DE QUMICA</b>	<b>MATERIA</b>	<b>CRÉDITOS</b>	<b>No acumula con las siguientes asignaturas de la Facultad de Ingeniería</b>
Física 101	Física	7	Física 1 Física General 1
Física 102	Física	7	Física 3 Física General 2
Física 103	Física	8	Laboratorio 1 y 2 Fís. Experimental 1 y 2

Sin otro particular, saluda a Uds. atte,

Mag. Sandra Kahan  
Coordinadora de Enseñanza

Montevideo, 07 de mayo de 2012

Estimados integrantes de la  
Comisión del Instituto de Física

Horacio Failache,  
Director del Instituto de Física

Sr. Director,

Presentamos una propuesta de Actividad Específica para ser incluida en el Convenio Específico entre la Dirección Nacional de Energía del Ministerio de Industria y Energía (DNE/MIEM) y la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República (FING/UdelaR). Dicho convenio ha sido suscrito el 08 de setiembre de 2010 y esta vigente hasta el 07 de setiembre de 2014. Su objetivo es fomentar actividades conjuntas que permitan lograr un mejor posicionamiento de ambas instituciones y del país en general en áreas consideradas de interés común, de forma de aumentar su competitividad, su nivel técnico y de fortalecer las capacidades existentes en ambas instituciones. En dicho convenio se establece que ambas partes podrán acordar directamente el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo en áreas de interés común.

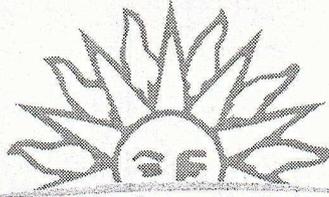
Desde 2009, con el apoyo de la DNE, la FING ha establecido estaciones de medida de radiación solar en varios puntos del país. Actualmente, el Grupo de Modelado y Análisis de la Radiación Solar (GMARS) integrado por investigadores del Instituto de Física y del Instituto de Ingeniería Eléctrica mantiene y supervisa estaciones de medida con diversas capacidades en seis puntos del país. El mantenimiento de estas estaciones tiene costos fijos operativos que hasta el momento se han financiado a través de diversos proyectos de investigación. Por otro lado, la DNE, entre otras medidas tendientes a estimular el desarrollo de la Energía Solar Térmica (EST) en el país, ha desarrollado y mantiene un portal informativo sobre el tema <[www.energiasolar.gub.uy](http://www.energiasolar.gub.uy)> en el cual se ofrece asesoramiento e información a los diversos actores vinculados a la industria solar térmica nacional. La DNE tiene interés en publicar en su portal la información actualizada y de alta resolución espacial sobre el recurso solar en Uruguay, provista en parte por los modelos desarrollados por el GMARS en base a imágenes satelitales.

La Actividad planteada consiste en esencia en que la DNE provee un soporte financiero para los gastos operativos asociados al mantenimiento de los puntos de medida y para la contratación de RRHH que permitan procesar las imágenes satelitales y preparar resumen informativo en forma semanal y mensual. Estos resúmenes serán puestos a disposición del público a través del portal de la DNE.

Entendemos esta AE como un paso importante para la consolidación y visibilidad de las actividades que ha emprendido nuestro grupo en los últimos tres años. En particular, las medidas continuas de irradiancia solar ingresan en su tercer año y este paso asegura su mantenimiento hasta el horizonte de los cinco años, cuando comenzarán a tener validez climatológica.

Sin otro particular, saluda a Uds. Atte

Dr. Gonzalo Abal



MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA  
REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

**CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA-  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y EL MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y  
MINERÍA- DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA Y TECNOLOGÍA  
NUCLEAR.**

En Montevideo, a los ocho días del mes de setiembre de dos mil diez, POR UNA PARTE: la Universidad de la República representada por el Sr. Rector de la Universidad de la República Dr. Rodrigo Arocena, y por el Decano de la Facultad de Ingeniería (FING), Dr. Ing. Ismael Piedracueva con domicilio en la calle Julio Herrera y Reissig 565 y POR OTRA PARTE: el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), con domicilio a estos efectos en la calle Paysandú s/n esq. Av. Libertador Brig. Gral Lavalleja - Piso 4º de la ciudad de Montevideo representada por Ing. Quím. Roberto Kreimerman, acuerdan la celebración del siguiente convenio:

**1. CLÁUSULA PRIMERA – ANTECEDENTES**

Con fecha 12 de agosto de 1988 las partes celebraron un Convenio Marco de Cooperación Científica y Técnica por el cual se comprometieron a elaborar y ejecutar programas y proyectos de cooperación técnica y científica, los que serían objeto de acuerdos complementarios que especificarían los objetivos de tales programas y proyectos, así como las obligaciones inclusive financieras de cada parte.

Entre otras actividades realizadas en materias compartidas, que lleva a las partes a continuar con la cooperación, se destaca que la FING ha actuado como consultor ante diversas instituciones y empresas públicas y privadas, en temas relacionados con energía y en particular con las renovables, habiéndose desarrollado líneas de investigación alrededor de las mismas. En agosto de 2002 el Grupo de Trabajo en Energías Renovables (en adelante GTER) de la

Facultad de Ingeniería efectuó la presentación del proyecto "Removal of barriers for the full scale commercial implementation of renewable energy in Uruguay" ante la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA) y ante el PNUD que posteriormente sirvió de base para el proyecto en ejecución financiado por el Fondo Mundial del Ambiente (Global Environmental Facility, en adelante GEF) "Uruguay Wind Energy Programme" (en adelante UWEP). La FING a través del GTER participó activamente tanto en la etapa de preparación como en la de ejecución del mismo, habiéndose firmado dos convenios sucesivos al respecto. En 2008, la FING, y el MIEM firmaron un acuerdo para llevar adelante la Evaluación del potencial solar térmico en Uruguay y el análisis de la factibilidad de su utilización. Asimismo, la FING a través del Laboratorio de Fotometría e Iluminación tendrá a su cargo la realización del etiquetado energético de lámparas fluorescentes compactas.

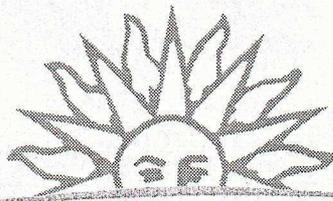
## **2. CLÁUSULA SEGUNDA – OBJETO**

El objetivo general de este convenio consiste en construir un ambiente de investigación tecnológica que apunte a lograr un mejor posicionamiento de ambas instituciones y del país en general en áreas evaluadas de interés común, de forma de aumentar su nivel técnico y de competitividad y fortalecer las capacidades existentes en ambas instituciones.

La Facultad de Ingeniería (FING) de la Universidad de la República (UDELAR) y la Dirección Nacional de Energía y Tecnología Nuclear (DNETN) del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) podrán acordar directamente en el marco de este convenio el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo así como actividades conexas (cursos, talleres, ensayos, etc.) en áreas de interés común.

## **3. CLÁUSULA TERCERA – ACTIVIDADES**

Las actividades a realizar en el marco del presente convenio para el



MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA  
REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

cumplimiento de los objetivos fijados estarán enmarcadas en unidades denominadas "actividades específicas", que constarán de una descripción específica incluyendo objetivos, responsables, evaluación de recursos requeridos, especificación de participantes, plan de trabajo, presupuesto y resultados esperados.

A los efectos de organizar la realización de las actividades específicas se designará una Comisión de Seguimiento de este convenio formada por dos miembros designados por la DNETN y dos docentes de FING. La Comisión tendrá además la responsabilidad de coordinación, seguimiento y control de la ejecución en general del presente convenio.

#### **4. CLÁUSULA CUARTA – CRITERIOS GENERALES**

Los siguientes criterios se aplicarán por defecto a las actividades específicas, a menos que se establezcan términos distintos para alguna actividad.

**CONFIDENCIALIDAD.** Los resultados obtenidos serán publicables en ámbitos científico-técnicos, mencionando los autores, instituciones participantes, el título de la actividad específica y este convenio. Se verificará, previamente, que no sean revelados conocimientos o datos de propiedad o importancia para alguna de las partes y que no corresponda su publicidad.

**PROPIEDAD INTELECTUAL.** Para el caso de que se produjera un descubrimiento o resultase una invención que pudiera dar lugar a una patente de invención, a un modelo o diseño industrial o a una patente de modelo de utilidad, la titularidad corresponderá a ambas partes en régimen de condominio. El régimen de condominio implica que ninguna de las partes contratantes puede utilizar la patente sin el consentimiento de la otra. Oportunamente se acordará la participación que cada parte tendrá en los gastos devengados por el trámite de obtención de patente, así como en los resultados económicos que se obtuvieran de la explotación de los derechos de propiedad intelectual.

**DERECHOS DE USO.** Tanto el MIEM como la UDELAR podrán hacer un uso

interno irrestricto de los resultados obtenidos en el contexto de este convenio. En lo referente a uso externo de los resultados, por ejemplo su comercialización, en el caso de aplicarse, se acordarán las condiciones particulares correspondientes.

#### **5. CLÁUSULA QUINTA – ADMINISTRACION DE RECURSOS**

Tanto la DNETN como la FING aportarán el uso de equipamiento, según lo requieran las actividades específicas.

La DNETN y la FING acordarán la propiedad y/o uso del equipamiento adquirido exclusivamente para la realización de actividades financiadas por este Convenio, y sin perjuicio de poder acordar el modo y plazo de uso por la otra parte en otras actividades.

#### **6. CLÁUSULA SEXTA – PLAZO Y PRECIO**

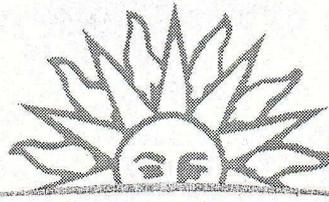
Las actividades de la Cláusula Tercera se desarrollarán en el transcurso de 4 años a partir de la firma del presente Convenio.

El monto máximo que en forma facultativa podrá destinarse para el financiamiento de todas las actividades específicas no podrá superar los U\$S 500.000 (quinientos mil dólares).

El monto referido no genera obligación o compromiso financiero de disposición de recursos de ninguna clase. La obligación financiera o de pago sólo surgirá a partir de cada acuerdo específico que eventualmente celebraren las partes respectivas.

#### **7. CLAUSULA SÉPTIMA - FORMA DE PAGO**

El modo de pago para el presupuesto de cada actividad específica será: 40% al inicio, 30% al medio período, y 30% al final, las dos últimas luego de la



MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA  
REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

recepción de entregables que se establecerán.

Se exceptuarían las remuneraciones de eventuales participantes no pertenecientes al personal docente de FING en las actividades que sean contratados, y la adquisición de equipos o materiales, todo que deberá ser acordado por las partes.

#### **8. CLÁUSULA OCTAVA – RESCISIÓN**

El incumplimiento de cualquiera de las obligaciones a cargo de una de las partes podrá dar lugar a que la otra parte declare rescindido el convenio. Se considerará que se ha incurrido en incumplimiento, cuando solicitado por escrito el cumplimiento de una obligación la otra parte no lo realizara dentro de los 10 días hábiles siguientes. Cuando la conducta verificada implique acción u omisión no susceptible de rectificación no será necesario esperar el transcurso del plazo mencionado.

De igual forma, cualquiera de las partes sin expresión de motivo podrá dejar sin efecto este Convenio, mediante comunicación a la otra con 90 (noventa) días corridos de anticipación.

#### **9. CLÁUSULA NOVENA – DOMICILIO - COMUNICACIONES**

Las partes constituyen como domicilio a todos los efectos legales y contractuales, los denunciados en la comparecencia, y dan plena eficacia jurídica a las notificaciones que se practiquen mediante telegrama colacionado con aviso de recibo.

En señal de conformidad, se suscriben dos ejemplares del mismo tenor, en el lugar y la fecha antes indicados.

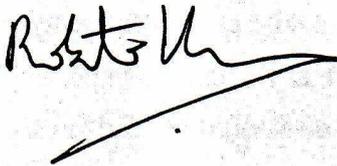
Autoridad de MIEM

Rector Universidad de la República

  
RODRIGO AROCENA  
RECTOR

Decano Facultad de Ingeniería





Roberto Kreimerman  
Ministro de Industria, Energía y Minería

Dr. Ing. HÉCTOR CANCELA BOSI  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA



Dr. Ing. Ismael Piedra-Cueva

## ACTIVIDAD ESPECÍFICA

### *Mantenimiento de la red de estaciones de medida continua de radiación solar y generación de información detallada sobre el recurso solar en el Uruguay*

EN EL MARCO DEL CONVENIO ESPECÍFICO ENTRE LA UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA - FACULTAD DE INGENIERÍA Y EL MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA - DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA.

En la ciudad de Montevideo a los **10 días del mes de mayo de 2012**, **POR UNA PARTE:** la Facultad de Ingeniería (FING) de la Universidad de la República (UDELAR) representada por el Sr. Decano Dr. Héctor Cancela, con domicilio en la calle Julio Herrera y Reissig 565 de la ciudad de Montevideo; y **POR OTRA PARTE:** la Dirección Nacional de Energía (DNE) del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), representado por el Sr. Director Nacional Dr. Ramón Méndez Galain, con domicilio en la calle Mercedes 1041 de la ciudad de Montevideo; acuerdan la presente “**Actividad Específica**”, en el marco del Convenio Específico entre la UDELAR – FING y el MIEM – DNE, celebrado entre ambas instituciones el 8 setiembre de 2010, la cual se regulará por las cláusulas que se expresan a continuación:

#### 1. ANTECEDENTES

En el marco del Convenio de Cooperación Científica y Técnica, celebrado entre ambas instituciones (UDELAR/FING y el MIEM/DNE ) el 12 de agosto de 1988, se suscribió el 8 de setiembre de 2010 un Convenio Específico con la finalidad de construir un ambiente de investigación tecnológica que apunte a lograr un mejor posicionamiento de ambas instituciones y del país en general, en áreas evaluadas de interés común, de forma de aumentar su nivel técnico, competitividad y fortalecer las capacidades existentes en ambas instituciones. En dicho Convenio Específico se establece que ambas instituciones podrán acordar en el marco de este convenio el desarrollo de proyectos de investigación y desarrollo y actividades conexas, como cursos, talleres, ensayos en áreas de interés común.

En 2008 ambas instituciones (UDELAR/FING y el MIEM/DNE ) suscriben el Convenio de colaboración “Evaluación del potencial solar térmico en Uruguay y análisis de la factibilidad de su utilización”, con una duración de dos años. Uno de cuyos objetivos de este convenio fué la instalación de una red local de monitoreo y medición de irradiancia solar global sobre plano horizontal. En el marco de este Convenio se instalaron tres estaciones de medida equipadas con radiómetros Kipp & Zonen CMP6 y registradores de datos autónomos construidos en la FING. Además, en el marco de este Convenio, investigadores del **Instituto de Física (IF)** y del **Instituto de Mecánica de Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA)**, realizan un relevamiento completo de los datos de radiación solar existentes y un estudio que culmina en la elaboración del primer Mapa Solar del Uruguay.

A fines de 2010 se inicia en el **IF/FING** la ejecución del Proyecto “Desarrollo de Tecnologías para el desarrollo de la Energía Solar Térmica” financiado por el **Fondo Sectorial de Energía (FSE/ANII)**. Este proyecto tiene una duración prevista de dos años y culmina a fines de 2012. Uno de los objetivos específicos de este proyecto consistió en el mantenimiento y expansión de la red de medidas de radiación solar. En el marco de este proyecto se instalan tres nuevos puntos de medida continua de irradiancia solar global sobre plano horizontal utilizando equipos y registradores de bajo consumo Kipp & Zonen, además de otras medidas continuas más específicas (radiación difusa, radiación global sobre plano inclinado, radiación ultravioleta). En suma, actualmente se cuenta con seis puntos de medida de radiación solar distribuidos en el territorio nacional (Artigas, Salto, Treinta y Tres, Rocha, Canelones, Montevideo) en operación. Algunos de ellos en operación desde 2010.

En 2010 se inicia el proyecto de investigación y desarrollo financiado por CSIC “Estimación de

la irradiación solar en el Uruguay a partir de datos satelitales ”. Este proyecto tiene una duración de dos años y su objetivo general es desarrollar una metodología para estimar irradiación solar global sobre el territorio del Uruguay a partir de imágenes satelitales. En el marco de este proyecto el **Grupo de Modelado y Análisis de Radiación Solar (GMARS)** integrado por investigadores del IF y del Instituto de Ingeniería Eléctrica (IIE) de la FING, se genera un banco local de imágenes (2000-2012) del satélite GOES-E y se implementa un nuevo modelo para estimar la irradiación solar horaria en superficie, con resolución espacial y temporal sin precedentes en el país. Los niveles de incertidumbre asociados a los estimativos diarios son similares a los de las medidas de superficie.

Con el apoyo del programa de equipamiento del PEDECIBA (Programa de Desarrollo de las Ciencias Básicas) se adquiere en 2011 un radiómetro Kipp & Zonen CMP22 para ser utilizado como estándar secundario. Este equipo, único en el país, permite asegurar la calidad de las medidas de superficie a través de la calibración periódica (cada 2 años) de los radiómetros en uso en nuestra red de medidas. Se está colaborando además con otras instituciones (INIA, DNM, UTE) para asegurar la correcta calibración de sus equipos de medida. El estándar secundario debe ser recalibrado en origen (Holanda) cada dos años.

## 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Esta Actividad Específica (AE) se realiza en el marco del Convenio Específico (del 8 setiembre de 2010) referido en los Antecedentes tiene por objetivos específicos:

- mantener operativa la red de estaciones de medida continua de radiación solar, operada por el GMARS, respondiendo a eventuales fallos en el menor tiempo posible.
- mejorar la robustez de los equipos remotos de modo de asegurar la calidad de los datos y el menor porcentaje de fallos posible.
- implementar protocolos automatizados de control de calidad que permitan detectar precozmente fallos en las medidas o en la calibración del equipamiento.
- realizar la integración horaria de los datos de irradiancia solar y generar un producto en una forma fácilmente utilizable para el usuario final.
- asegurar el flujo continuo de información típica sobre el recurso solar en el país, a ser divulgado públicamente a través del portal mantenido por la DNE <[www.energiasolar.gub.uy](http://www.energiasolar.gub.uy)>
- extender la red de medida continua de radiación solar, instalando en 2013 un séptimo punto de medida en el Depto. de Colonia, en ubicación a acordar con la DNE.

## 3. PARTICIPANTES

La FING, a través del Grupo de Modelado y Análisis de Radiación Solar (GMARS) y del Grupo de Física Computacional del IF, será la encargada de llevar a adelante las actividades propuestas. Este grupo esta integrado por los siguientes investigadores: Dr. Gonzalo Abal (responsable), Dr. Pablo Musé, Ing. Rodrigo Alonso, Ing. Ricardo Siri.

La FING será plenamente responsable de proporcionar, con la debida diligencia y eficiencia, todos los servicios prestados por su personal y de asegurar que se cumplan las leyes laborales y de seguridad social, así como de que se observen todos los principios relativos a la debida competencia y transparencia y en los tiempos y costos acordados. De incurrirse en subcontrataciones, éstas serán de responsabilidad de la FING, y de generarse costos adicionales, estos no serán incluidos en el monto total

de este acuerdo, ni serán responsabilidad de la DNE.

#### **4. PLAZO**

El plazo para esta Actividad Específica será de dos años a partir de su aprobación. De común acuerdo, las partes podrán prorrogar su vigencia, así como modificar el presente convenio.

#### **5. COMISIÓN DE SEGUIMIENTO**

Los integrantes de la Comisión de Seguimiento que supervisarán esta AE son el Dr. Gonzalo Abal y el Ing. Rodrigo Alonso (por la FING) y el Ing. Martín Scarone y el Ing. Wilson Sierra por la DNE. El responsable de la Actividad en la Facultad de Ingeniería será el Dr. Gonzalo Abal.

#### **6. PROPUESTA DE TRABAJO**

- a) Se cubrirán los costos regulares de operación y mantenimiento de las seis estaciones de medida continua de irradiancia solar en operación actualmente bajo la supervisión técnica del Grupo de Modelado y Análisis de la Radiación Solar (GMARS). Dichas estaciones están ubicadas en Artigas, Salto, Treinta y Tres, Rocha, Canelones, Montevideo.
- b) Se contratará un especialista en instrumentación titulado en Ingeniería Eléctrica y con experiencia en el mantenimiento de los equipos involucrados. Este técnico tendrá entre sus responsabilidades asegurar un adecuado mantenimiento del equipamiento electrónico, y brindar una rápida respuesta ante fallos imprevistos. Asimismo, tendrá a su cargo la realización de las medidas necesarias para la calibración de los radiómetros usando el estándar secundario (Kipp & Zonen, CMP22) del GMARS.
- c) Se financiarán a través de esta AE los gastos de insumos, traslados y otros gastos requeridos para un adecuado mantenimiento de la red de medidas y respuesta ante fallos imprevistos. En caso de existir disponibilidad, se implementará en 2013 una séptima estación de medida de irradiancia en el Depto. de Colonia.
- d) Se implementaran controles de calidad automatizados sobre los datos utilizando un modelo de día claro ajustado a tales efectos. Se se realizará la integración horaria de los datos en un formato adecuado para el usuario final. Se contará para ello con RRHH de la FING (GMARS).
- e) Se almacenarán diariamente las imágenes satelitales del GOES-W correspondientes al territorio uruguayo y se generarán, con frecuencia semanal, estimativos diarios de irradiancia global sobre plano horizontal con resolución espacial de 2 km sobre el territorio uruguayo utilizando para ello el modelo BDJPT desarrollado por el GMARS. Estos estimativos serán puestos a disposición del público a través del portal de Energía Solar de la DNE.
- f) Se generará mensualmente un resumen informativo sobre el recurso solar en el Uruguay que será de carácter público a través del portal de Energía Solar mantenido por la DNE. Las actividades (d), (e) y (f) se realizarán contratando los servicios de un técnico con experiencia en programación y sistemas linux.

#### **7. PLAN DE EJECUCIÓN**

**Primer semestre:** contratación de RRHH, modelo de día claro y protocolo de control de calidad de los datos, generación de estimativos satelitales de irradiancia solar, puesta a punto del resumen informativo para el portal de Energía Solar.

**Segundo semestre:** calibración de radiómetros de la red de medidas.

**Tercer semestre:** calibración de radiómetros de la red de medidas. En caso de existir disponibilidad, adquisición de equipamiento para un séptimo punto de la red de medidas en Colonia.

**Cuarto semestre:** Instalación del séptimo punto de medida en Colonia.

Además, en forma regular (con frecuencias semanal y mensual) se realizarán las tareas de mantenimiento, procesamiento de datos y generación de productos de información para el portal de Energía Solar mantenido por la DNE.

## 8. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA DE DESEMBOLSOS

A los efectos de financiar la AE durante los 2 años previstos, la DNE abonará a la UdelaR-FING una suma total de \$ 741665 (pesos uruguayos setecientos veinte y cuatro mil novecientos sesenta), de acuerdo al siguiente detalle (montos en pesos uruguayos):

tiempo	rubro	concepto	CARGO	mensual	anual
primer año	RRHH	programador	eq. G2 15 HS SEM	9550	114600
primer año	RRHH	técnico instrumentación	eq. G2 15 HS SEM	9550	114600
primer año	gastos	paquete datos GPS		698	8373
segundo semestre	insumos	6 Tera disco duro			12805
primer semestre	gastos	gastos trasladados, insumos, etc	<40 USD/estacion	5401	32407
segundo semestre	gastos	gastos trasladados, insumos, etc	<40 USD/estacion	5401	32407
<b>Subtotal 1<sup>er</sup> año</b>					<b>315191</b>
segundo semestre	admin	administración FING y CSIC			55631
<b>TOTAL primer año</b>					<b>370822</b>
segundo año	RRHH	programador	eq. G2 15 HS SEM	10505	126060
segundo año	RRHH	técnico instrumentación	eq. G2 15 HS SEM	10505	126060
segundo año	gastos	paquete datos GPS		767	9210
tercer semestre	gastos	gastos trasladados, insumos, etc	<40 USD/estacion	4488	26930
cuarto semestre	gastos	gastos trasladados, insumos, etc	<40 USD/estacion	4492	26950
<b>Subtotal 2do año</b>					<b>315209</b>
tercer semestre	admin	administración FING y CSIC			55634
<b>TOTAL segundo año</b>					<b>370844</b>
<b>TOTAL (2 años)</b>					<b>741665</b>

La presente AE se radica en el Instituto de Física de la Facultad de Ingeniería quienes proporcionarán los recursos administrativos, de equipamiento, bibliografía y aspectos locativos para un adecuado desarrollo de esta actividad, sin perjuicio de alguna parte de la misma se lleve a cabo en la sede de la DNE. Por estos conceptos, la tasa aplicable por UdelaR y FING es de 15% del monto total del convenio.

### **Se establece el siguiente cronograma y forma de pago:**

pagaderos en 4 partidas iguales semestrales:

- La primera del 25 % se abonará a la firma del Convenio
- La segunda del 25 % en el séptimo (mes 7) mes de ejecución.
- La tercera de 25 % en el treceavo mes (mes 13) de ejecución.
- La cuarta y última de 25%, en el mes 19 de ejecución.

La DNE realizará los pagos a solicitud del Coordinador del Proyecto contra presentación de las respectivas facturas, a través de una transferencia bancaria a la cuenta corriente en pesos BROU (Banco de La República Oriental del Uruguay), Agencia Villa Biarritz N° 189 000 5002, cuyo titular es Facultad de Ingeniería – Convenios.

### **9. CONFIDENCIALIDAD, PROPIEDAD INTELECTUAL Y DERECHOS DE USO**

**Confidencialidad.** Los resultados obtenidos podrán publicarse en ámbitos científico-técnicos, mencionando los autores, las instituciones participantes y esta AE. No se revelarán sin autorización de la contraparte, los conocimientos o información de carácter reservado o confidencial (que alguna de las partes identifique como confidencial a lo largo de la ejecución del proyecto).

#### **Propiedad Intelectual.**

A) Para el caso de que en cualquiera de las fases a que refiere este convenio, se produjera un resultado que pueda ser objeto de propiedad intelectual, la titularidad de la misma corresponderá a ambas partes en régimen de condominio. El régimen de condominio implica que ninguna de las partes contratantes puede utilizar dichos resultados sin el consentimiento de la otra. Oportunamente se acordará la participación que cada una de las partes tendrá en los gastos devengados por el trámite de protección así como en los resultados económicos que se obtengan de la explotación de los derechos de propiedad intelectual. Asimismo, la Universidad de la República se registrará por lo dispuesto por la Ordenanza de los Derechos de la Propiedad Intelectual aprobada por el Consejo Directivo Central con fecha 8 de marzo de 1994 y sus modificativas.

B) Los autores tendrán derecho a que su nombre figure en el título de propiedad que se obtenga y en toda otra ocasión en que se haga alusión al resultado protegido.

**Derechos de uso** - La FING, previa consulta con la DNE, podrá autorizar el uso académico de la información científica y estadística obtenida siempre que esta no refiera a aspectos que la DNE considere de uso restringido. Tanto la DNE como la FING podrán hacer uso interno de los resultados derivados de la ejecución de esta AE.

### **10. RESCISIÓN**

La eventual rescisión de esta AE está vinculada a Cláusula Octava del Convenio Específico y se registrará por lo expresado en ella.

### **11. DOMICILIO Y COMUNICACIONES**

Las partes constituyen como domicilio a todos los efectos los denunciados en la comparecencia, y dan

plena eficacia a las notificaciones que se practiquen mediante telegrama colacionado con aviso de recibo. En señal de conformidad y para constancia se firman dos ejemplares de un mismo tenor, en el lugar y fecha indicados en la comparecencia.

Dr. Héctor Cancela  
**Decano**  
Facultad de Ingeniería

Dr. Ramón Méndez Galain  
**Director**  
Dirección Nacional de Energía

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA LICENCIATURA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE MATERIALES**  
**BORRADOR – A ESTUDIO JUNTO CON LA FACULTAD DE QUÍMICA**

**Nombre del Título a otorgar: Licenciado en Ciencia y Tecnología de Materiales**

**Duración: 4 años lectivos**

**Créditos mínimos necesarios: 360 créditos**

**Fundamentación**

En forma más que resumida puede considerarse a la Ciencia y Tecnología de Materiales como a aquella que se refiere a la preparación, desarrollo, caracterización y aplicación de materiales. Estos procesos abarcan muy amplios campos de la ciencia y la tecnología. El término "materiales" implica cosas tan diversas como madera, cerámicas, vidrios, cristales, polímeros, semiconductores, superconductores, materiales magnéticos, biomateriales, nanomateriales, etc., etc. La preparación de materiales implica su síntesis, su purificación y los muy variados métodos por los cuales se llega al material definitivo. La caracterización de materiales va desde los métodos que verifican la síntesis y purificación del material (determinación de pureza por absorción atómica, análisis por activación neutrónica, fluorescencia de rayos X, etc.) hasta aquellos que verifican las propiedades del material como tal (difracción de rayos X, rayos Gamma y de neutrones, microscopía óptica, de barrido y de transmisión electrónica, de fuerzas atómicas, fotoluminiscencia, medida de propiedades eléctricas y magnéticas y de transporte de cargas, de dureza, rugosidad, etc.). Finalmente, todo material, en principio, será útil para una o más aplicaciones, para lo cual deberá construirse con él el dispositivo adecuado, y verificarse que es apropiado para la aplicación. Sólo nombrando algunas, las aplicaciones pueden incluir electrónica, optoelectrónica, óptica, detección de radiaciones desde infrarroja a radiaciones ionizantes, celdas solares, etc.

De lo anterior surgen, al menos, dos características claras de la Ciencia y Tecnología de Materiales. Por un lado, su importancia como gestor de desarrollo, pues como lo demuestran múltiples ejemplos, el desarrollo y la aplicación tecnológica de nuevos materiales ha sido y es una de las bases del fortalecimiento productivo y económico de pueblos y naciones. Desde las "Edades" de piedra, bronce, etc. hasta el desarrollo de materiales inteligentes, el disponer de nuevos materiales ha marcado el predominio de las diferentes civilizaciones. Por otra parte, el tema tiene un claro carácter multidisciplinario, pues integra conocimientos de varias asignaturas (química, física, matemáticas, instrumentación, diseño de equipamiento, manejo de múltiples técnicas y equipos de última generación, etc.), y asimismo puede accederse a él desde muy distintas orientaciones y formaciones (ingeniería, formaciones técnicas, investigación, química, física, matemáticas, etc.).

Aquellos países que tienen un mayor desarrollo en el área de nuevos materiales, han adoptado varias políticas vinculadas al tema, entre otras, la creación de centros especializados en nuevos materiales, de instituciones y organizaciones que nuclean a quienes investigan y trabajan en el tema y de instancias de formación de los futuros profesionales en el área. Asimismo, han llevado a cabo estrategias de difusión del tema y su importancia a todos los niveles. Por tanto, se encuentran en el mundo centros independientes o integrados a universidades, institutos, etc. vinculados a Ciencia y Tecnología de Materiales y además, se observa que este tema se incluye en varios niveles de formación. La Ciencia y Tecnología de Materiales es además, pilar fundamental en los planes de desarrollo, por ejemplo de la Unión Europea y de Estados Unidos.

En Latinoamérica, la Ciencia y Tecnología de Materiales no ha tenido un desarrollo al nivel del de otras regiones. Por razones históricas, culturales y económicas, la cultura latinoamericana ha

estado mayoritariamente enfocada a las artes, humanidades y ciencias sociales, mientras que ciertos temas, como las ciencias de la salud, han predominado en la ciencia de la región. En cuanto a la Ciencia y Tecnología de Materiales, no han existido políticas fuertes, y el tema aún no es ni siquiera considerado entre aquellos que las organizaciones responsables de estudiar los datos globales de Ciencia y Tecnología utilizan como indicadores en la región. Sin embargo, han habido intereses puntuales, mayoritariamente en aquellas ocasiones en que un material se encuentra geológicamente presente y determina su explotación por un país (casos del cobre en Chile, el cuarzo y otros minerales en Brasil). Sin embargo, existen actualmente Grupos de Trabajo demostrativos de que los científicos de Latinoamérica pueden perfectamente participar en la Ciencia y la Tecnología de Materiales. Los científicos de esos grupos tienen muchas veces una formación curricular dirigida originalmente hacia otros objetivos, por no existir en los países de la región una curricula específicamente orientada a formar profesionales en el área de la Ciencia y Tecnología de los Materiales. Actualmente, varias universidades de la región han instalado carreras de grado y de posgrado relativas a Ciencia y Tecnología de Materiales, especialmente en Brasil.

Uruguay no es ajeno, lógicamente, a la realidad latinoamericana en que está insertado. Diversos materiales y los dispositivos en que se aplican, son utilizados en el país por la elemental razón de que forman ya parte inseparable de la vida actual (vidrios, plásticos, polímeros, metales, semiconductores, materiales electrónicos, ópticos, sensores de todo tipo de radiación, etc.). Sin embargo no hay una conciencia arraigada sobre el tema específico de Ciencia y Tecnología de Materiales, ni en la sociedad como un todo, ni en el sector productivo, ni en el sistema educativo, aunque están comenzando a surgir referencias en algunas instituciones, entre ellas la Universidad de la República.

Consecuencia y, en parte, causa de la poca concientización sobre el tema, es que en el país no existe una formación sistemática de personal capacitado en el área. No existe en el País ningún título específico en Ciencia y Tecnología de Materiales (CTM). La oferta que más se acerca a la Ciencia y Tecnología de Materiales es que el Título de Químico de la Facultad de Química contempla tres orientaciones: Agrícola y Medio Ambiente, Calidad y Materiales. Para la obtención del Título de Químico el estudiante debe obtener 420 créditos totales, en 5 años. Un estudio de las asignaturas de esta orientación ([http://www.quimica.fq.edu.uy/sites/default/files/orientacion\\_materiales\\_1.pdf](http://www.quimica.fq.edu.uy/sites/default/files/orientacion_materiales_1.pdf)) muestra 7 asignaturas específicas en materiales, del 6º al 9º semestre (Química del Estado Sólido, Materiales Cristalinos, Sólidos Inorgánicos, Física del Estado Sólido, Cristalografía, Química de materiales, Tecnología de los Polímeros) con un total de 41 créditos, a las que se suma en especialización el Practicantado específico del Título en el 10º semestre (45 créditos). Esto implica que solamente un 20% de los créditos de la carrera son específicos de materiales, y siempre con una orientación química.

Existen también cursos vinculados a la CTM en la Facultad de Ciencias. Entre las optativas de la Licenciatura en Física se dictan asignaturas tales como Física del estado sólido, Propiedades físicas de sólidos, Física de materiales, Métodos experimentales en física de sólidos.

Algo similar ocurre en la Facultad de Ingeniería, con varias asignaturas relacionadas a la ingeniería, de grado -como Desarrollo y aplicación de materiales para ingeniería civil, Resistencia de materiales, Laboratorio de resistencia de materiales, Materiales y ensayos, Materiales compuestos, Introducción a la ciencia de materiales, Fundamentos de materiales cerámicos, y Biomateriales-, y algunos cursos de especialización como Complementos de resistencia de materiales, y Comportamiento mecánico de los materiales.

De los párrafos anteriores se deduce que no existe una carrera especialmente conformada para formar profesionales en Ciencia y Tecnología de Materiales, como sí la hay en la mayoría de los países, incluidos los de la Región.

Si bien no se ha definido aún el Programa Regional de Enseñanza Terciaria (PRET) de la Región Este, han habido sí varias reuniones a fin de relevar el planeamiento estratégico de las autoridades regionales, así como las visiones de las diferentes Instituciones vinculadas al PRET. De

estos encuentros relativos al desarrollo de la Región Este, así como de los planes estratégicos disponibles relativos a ella surge el interés de las autoridades de promover el desarrollo de la sociedad del conocimiento en la región, con iniciativas de generación de sectores de alto valor agregado. La CTM es uno de estos sectores, y podría perfectamente integrar enseñanza, investigación y extensión en temas como la preparación de cal y cemento, el agregado de valor a los minerales extraídos de la zona, el uso racional de la sílice sub-producto de la quema de cáscara de arroz, la mejora de la artesanía en cerámica de la zona, el desarrollo de materiales para energías renovables, por citar sólo algunos ejemplos.

Este interés se enmarca, además, en la sociedad del conocimiento propuesta por el Plan Estratégico Nacional en Ciencia, Tecnología e Innovación ([http://www.anii.org.uy/web/static/pdf/PENCTI\\_Decreto.pdf](http://www.anii.org.uy/web/static/pdf/PENCTI_Decreto.pdf)) para todo el País.

Es evidente que, si se desea cumplir con el objetivo de promover acciones que lleven a emprendimientos de alto valor agregado, y que en el futuro lleven a la integración de enseñanza, investigación y extensión, deben desde ya comenzar a planificarse carreras que formen recursos humanos en temas de alta incidencia en el desarrollo (en y para la región, y para el País). Por otra parte, esto es lo que ha sucedido en la mayor parte de los países, pues la Ciencia y Tecnología de Materiales ha sido y es un pilar del desarrollo en el mundo.

Es de hacer notar que, dado lo expresado anteriormente en cuanto a que no existen carreras de grado especialmente orientadas a CTM, la carrera aquí propuesta puede ser de interés no sólo para estudiantes de la región de influencia del CURE, sino de todo el País.

### **Objetivo general**

Promover la formación de recursos humanos en áreas fundamentales de la sociedad del conocimiento

### **Objetivo específico**

Formar recursos humanos, a nivel de grado, en Ciencia y Tecnología de Materiales

### **Perfil de egreso**

El egresado de la Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Materiales tendrá una formación crítica que considere aspectos técnicos pero también éticos, económicos, sociales y ambientales, atendiendo las demandas de la sociedad y el desarrollo del País, en el estudio, el desarrollo y la aplicación de materiales.

El Licenciado en Ciencia y Tecnología de Materiales deberá tener las aptitudes para poder preparar, caracterizar y asesorar sobre la aplicación de materiales, tanto clásicos como de aplicación en nuevas tecnologías. Esta visión implica que dichos profesionales deberán contar con conocimientos sobre las disciplinas fundamentales en el estudio y desarrollo de materiales, sobre las técnicas que permiten caracterizar los mismos, sobre la evaluación de su impacto en el ambiente y sobre sus posibles aplicaciones en el desarrollo del País.

El Licenciado en Ciencia y Tecnología de Materiales podrá actuar en la preparación de materiales ya sea de origen natural o sintético, en su caracterización por los más variados métodos, en el estudio de su amigabilidad con el ambiente, y en las variadas aplicaciones que los materiales pueden tener.

El campo laboral del Licenciado en Ciencia y Tecnología de Materiales es vasto y comprende instituciones públicas y el Sector productivo. Algunos ejemplos de los campos de su actuación son la producción de materiales provenientes de minerales metálicos y no metálicos, la producción de cerámicas y vidrios tanto utilitarios como artesanales, la producción de cristales y películas cristalinas de aplicación tecnológica, la preparación de polímeros y el uso de polímeros naturales, la producción y el uso de materiales compósitos como hormigones, madera y membranas asfálticas.

## Estructura de la carrera

La Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Materiales tendrá como estructura un Ciclo Básico en sus dos primeros años, y un ciclo de especialización en sus dos últimos años.

### Ciclo Básico

El Ciclo Básico constará de dos años, debiendo el estudiante obtener un total de 180 créditos mínimos para completar el mismo.

A efectos de formar profesionales con una visión holística de los materiales, y de sus implicancias sociales, medioambientales y uso de recursos naturales y energéticos, el Ciclo Básico tendrá 4 Áreas de formación: Área Básica, Área Técnica, Área de herramientas y Área de conocimientos generales, con un balance establecido por los créditos mínimos por área, que serán:

Área de Formación	Créditos mínimos
Básica	100
Técnica	20
Herramientas	20
Conocimientos generales	20

**El Área Básica** tendrá por objetivo dar al estudiante una formación rigurosa en temas básicos y comprenderá las Materias Matemáticas, Física, Química, Fisicoquímica y Ciencias naturales, con los siguientes objetivos y contenidos:

**Matemáticas:** El objetivo de esta materia es desarrollar la capacidad de razonamiento abstracto y el manejo riguroso de la lógica de los estudiantes, así como comprender herramientas esenciales para su trabajo futuro.

Algunos temas a incluir en las asignaturas de esta materia son: álgebra lineal, funciones, cálculo diferencial e integral en una y varias variables; ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales.

**Física.** El propósito de esta materia es desarrollar capacidades en la comprensión de las leyes fundamentales de la física, y en los modelos que describen la realidad física, tanto teórica como experimentalmente.

Algunos temas a incluir en las asignaturas de esta materia son: magnitudes y propagación de errores; estática, cinemática y dinámica de partículas y sistemas; nociones de fluidos y termodinámica, electromagnetismo y ondas, física moderna.

**Química:** El objetivo de esta materia es desarrollar capacidades en la comprensión y la aplicación de los fundamentos de la química, capacitando al estudiante para el análisis de las propiedades y transformaciones de la materia y la energía.

Algunos temas a incluir en las asignaturas de esta materia son: enlace químico, estequiometría, reacciones químicas, química en solución acuosa, química inorgánica, química orgánica.

**Fisicoquímica:** El objetivo de esta materia es desarrollar capacidades en la comprensión y la aplicación de los fundamentos de la fisicoquímica.

Algunos temas a incluir en esta materia son: principios de la termodinámica, potencial químico, cinética de procesos físicos y de reacciones químicas

**Ciencias Naturales.** El estudiante recibirá una formación básica en disciplinas que integran varios aspectos vinculados a la preparación y el uso de materiales, como por ejemplo Biología, Anatomía, Fisiología, Geología, Geología del Uruguay, Edafología.

**El Área de formación Técnica, en el Ciclo Básico,** tendrá por objetivo comenzar a formar al estudiante en las propiedades y caracterización de materiales, y en el estudio en profundidad de algunos de los tipos de materiales, y comprenderá la Materia Profundización de Materiales.

**El Área de formación de herramientas** tendrá por objetivo dotar al estudiante de herramientas técnicas para su futuro desempeño profesional y comprenderá las Materias Análisis e instrumentación, Idiomas, y Caracterización de Materiales con los siguientes objetivos:

**Análisis e instrumentación:** El objetivo de esta materia es que el estudiante adquiera conocimientos y habilidades en la teoría y el manejo de equipo de análisis, tanto por vía húmeda como por técnicas instrumentales de análisis.

Algunos temas a incluir en esta materia son: calibración de material de vidrio, métodos analíticos, equipamiento científico de análisis (espectrofotometría, absorción atómica, cromatografía líquida y gaseosa, etc.)

**Idiomas:** El objetivo de esta materia es que el estudiante adquiera conocimientos básicos de idiomas como inglés y portugués, que le permitan acceder a la literatura específica de su tema de trabajo en dichos idiomas

**Caracterización de materiales:** El objetivo es familiarizar al estudiante con los métodos de caracterización de materiales, y tendrá asignaturas como Microscopías y Difracción de Rayos X

**El Área de conocimientos generales** tendrá por objetivo dar al estudiante una formación holística, que le permita ubicarse en los aspectos no específicos de su formación y comprenderá las Materias Administración y Gestión, y Ciencias sociales y humanas, con los siguientes contenidos:

**Administración y Gestión:** La finalidad de esta materia es que el estudiante realice una aproximación sistemática a las metodologías y técnicas básicas relacionadas con la administración y gestión de los recursos humanos y materiales utilizados en los variados procesos relacionados con los materiales.

Algunos temas a incluir en las asignaturas de esta materia son: conceptos básicos de costos y administración; nociones de planificación; gestión empresarial

**Ciencias Sociales y humanas:** El objetivo de esta materia es que el estudiante adquiera una visión que le ayude a comprender el funcionamiento del entorno social y económico y los efectos de su acción sobre ese entorno y conozca además la existencia de otras herramientas que contribuyan a comprender y encarar esos problemas.

Algunos temas a incluir en las asignaturas de esta materia son: epistemología de la ciencia, conceptos de antropología, principios de economía, conceptos de sociología.

**El Ciclo Básico entonces tendrá asignaturas de las 4 Áreas de formación, por ejemplo:**

Área de formación	Materia	Asignaturas
Básica	Matemáticas	Matemáticas I (Cálculo diferencial e integral)
		Matemáticas II (Álgebra, funciones)
	Física	Física I (Cinemática, dinámica, fluidos)
		Física II (electromagnetismo, óptica)
		Física Moderna
		Física del Estado Sólido
	Química	Química general
		Química Inorgánica
		Química Orgánica
		Química del estado sólido
		Química de materiales
Fisicoquímica	Fisicoquímica I (Termodinámica)	

		Fisicoquímica II (cinética)
	Ciencias naturales	Introducción a la Biología
		Biología vegetal
		Biología Animal
		Anatomía
		Fisiología
		Edafología
<b>Técnica</b>	Profundización de Materiales	Ciencia de materiales
		Geología
		Geología del Uruguay
		Metales y aleaciones
		Materiales minerales
		Materiales naturales no minerales
		Materiales radioactivos
		Cerámicas
		Vidrios
		Materiales cristalinos
		Polímeros
		Biomateriales
		Nanomateriales
<b>Herramientas</b>	Análisis Instrumentación	Instrumentación
		Química analítica
		Análisis instrumental
	Idiomas	Inglés técnico
		Portugués
	Caracterización de Materiales.	Propiedades de materiales y su caracterización
		Microscopías
		Cristalografía y Difracción de rayos X
<b>Conocimientos generales</b>	Administración y gestión	Administración de empresas
		Sistemas de gestión
		Control de calidad
	Ciencias sociales y humanas	Antropología
		Materiales y desarrollo de la humanidad
		Sociología
		Epistemología
		Principios de Economía

La estructura propuesta para el Ciclo Básico deja libre la elección de créditos optativos, contemplando así diversidad de trayectorias posibles. Más adelante se da como ejemplo una

Trayectoria sugerida.

El **Ciclo de Especialización** constará de dos años, debiendo el estudiante obtener un total de 180 créditos mínimos para completar el mismo.

En el tercer año el estudiante cursará materias claramente orientadas a la profundización de conocimientos en ciencia y tecnología de materiales, por un total mínimo de 90 créditos.

En el cuarto año cursará materias claramente orientadas a la profundización de conocimientos en ciencia y tecnología de materiales, por un total mínimo de 25 créditos.

En el cuarto año el estudiante deberá realizar la Tesina, de carácter teórico y práctico, por un total de 65 créditos.

Las materias de profundización de conocimientos en ciencia y tecnología de materiales para tercer y cuarto año y sus asignaturas serán, además de las ya mencionadas en el Ciclo Básico, por ejemplo:

**Materia Energía:** Energías Renovables y no renovables, Materiales para energías renovables

**Materia Complementos de matemáticas:** Estadística y tratamiento de datos, Computación y cálculo numérico, Ecuaciones diferenciales, Modelado, Diseño experimental y muestreo,

**Materia Complementos de Físicoquímica:** Fenómenos de transporte, Termodinámica de materiales

#### Actividades Integradoras

En el Ciclo de Especialización, así como en la Tesina, se enfocarán en los cursos actividades que tiendan a la utilización integral de los conocimientos y técnicas adquiridos en una temática concreta, realizando trabajos especiales y/o pasantías. Las actividades serán integradoras en cuanto a integrar disciplinas y también en cuanto a integrar investigación y extensión.

#### EJEMPLO DE TRAYECTORIA SUGERIDA

PRIMER AÑO			
PRIMER SEMESTRE		SEGUNDO SEMESTRE	
ASIGNATURA	CRÉDITOS	ASIGNATURA	CRÉDITOS
Matemáticas I	12	Matemáticas II	12
Física I	12	Física II	12
Química general	12	Química Inorgánica	12
Inglés	6	Instrumentación	4
Epistemología	6	Ciencia de materiales	6
TOTAL	48	Total	46
TERCER SEMESTRE		CUARTO SEMESTRE	

Física Moderna	8	Fisicoquímica II	12
Química Orgánica	12	Microscopías	8
Fisicoquímica I	12	Administración de empresas	6
Metales	8	Geología	6
Antropología	6	Economía	6
		Propiedades y caracterización de materiales	8
TOTAL	46	TOTAL	46
<b>QUINTO SEMESTRE</b>		<b>SEXTO SEMESTRE</b>	
Cerámicas	8	Modelado	8
Materiales cristalinos	8	Cristalografía y difracción RX	8
Computación y cálculo numérico	8	Termodinámica de materiales	8
Química del estado sólido	6	Polímeros	8
Estadística y tratamiento de datos	8	Nanomateriales	8
Física del estado sólido	8	Química de materiales	5
TOTAL	46	TOTAL	45
<b>SEPTIMO Y OCTAVO SEMESTRE</b>			
Tesina	65		
Materiales para energías renovables	8		
Fenómenos de transporte	8		
Diseño experimental y muestreo	5		
Control de calidad	4		
TOTAL	90		
CRÉDITOS TOTALES	367		

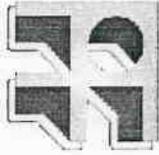
### COMISIÓN DE CARRERA

De acuerdo a la Ordenanza de Estudios de Grado de la Universidad de la República, la Licenciatura tendrá una Comisión de Carrera, integrada por docentes, estudiantes y egresados, y por representantes de la Facultad de Química, que tendrá los siguientes cometidos:

- a. Asesorar a los estudiantes en sus trayectorias de formación.
- b. Asesorar respecto a la asignación de créditos en la carrera de las formaciones curriculares o extracurriculares.
- c. Asesorar en materia de orientaciones curriculares, opcionales, electivas, cursos propuestos para ser dictados cada año por las unidades académicas, etc.

- d. Ejercer el control académico del cumplimiento por parte de los estudiantes de los créditos atribuidos a las distintas unidades curriculares.
- e. Proponer modificaciones a la implementación del plan de estudios.
- f. Supervisar que los sistemas de evaluación utilizados se ajusten a las orientaciones establecidas en el plan de estudios, las reglamentaciones vigentes y al nivel de formación que corresponda.

La Comisión de Carrera estará en vinculación permanente con la Unidad de Apoyo a la Enseñanza, o cualquier otra Estructura de apoyo a la enseñanza que se pudiera crear en el CURE.



**EL CONSEJO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA EN SESIÓN ORDINARIA DE FECHA 12 DE ABRIL DE 2012, ADOPTO LA SIGUIENTE RESOLUCIÓN:**

**(Exp. 061110-000466-12)** - Visto la propuesta de "Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Materiales" que luce en el dist. 257/12 presentada al llamado de la CCI-CSE "Convocatoria a los Servicios para la presentación de expresiones de interés para el desarrollo de propuestas de nuevas carreras o programas educativos a desarrollar en el Interior, estimulando la ampliación, diversificación, articulación y flexibilización de la Enseñanza de Grado y la Colaboración en la Formación Docente"

- 1) Tomar conocimiento de la versión preliminar mencionada del Plan de estudios de la Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Materiales presentado por la Prof. Laura Fornaro.
- 2) Manifiestar que dado la brevedad de los plazos y la imposibilidad de contar con los elementos suficientes para hacer una valoración completa del mismo la Facultad no está en condiciones, en este momento, de apoyar el mismo.
- 3) Manifiestar el interés de la Facultad en que estudios en esta área se desarrollen en el país, y la disposición de buscar vínculos que permitan participar y apoyar esta carrera en próximas instancias de su desarrollo.
- 4) Hacer llegar el documento presentado a los Institutos afines a la temática, para facilitar la identificación de grupos de este servicio interesados en involucrarse en la propuesta.

(11 en 11)

Dr. Ing. HÉCTOR CANCELA BOSI  
DECANO  
FACULTAD DE INGENIERÍA

Montevideo, 26 de abril de 2012

Sr. Director del Instituto de Física

De mi consideración:

De acuerdo a lo indicado por el Sr. Decano Héctor Cancela, envío a Ud. la propuesta "Licenciatura en Ciencia y Tecnología de Materiales" que fuera presentada al llamado de la CCI-CSE "Convocatoria a los Servicios para la presentación de expresiones de interés para el desarrollo de propuestas de nuevas carreras o programas educativos a desarrollar en el Interior, estimulando la ampliación, diversificación, articulación y flexibilización de la Enseñanza de Grado y la Colaboración en la Formación Docente".

y la resolución que adoptada por el Consejo de Facultad en su sesión de fecha 12 de abril de 2012 respecto a la misma.

Sin otro particular,



LILIANA KASTANAS

Dpto. de Apoyo al Gobierno