

## 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 MARCO 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 días del mes de Octubre 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), representada por el Director Nacional de Energía, Dr. Ramón Méndez, con domicilio en la calle Mercedes 1041, de la ciudad de Montevideo; acuerdan la presente “**Actividad Específica**”, en el marco del Convenio entre la UDELAR – FING y el MIEM – DNE, celebrado entre ambas instituciones el 24 de noviembre de 2010, la cual se regulará por las cláusulas que se expresan a continuación:



### 1. ANTECEDENTES

En el marco del Convenio Marco suscrito el 24 de noviembre de 2010, entre ambas instituciones **UDELAR/FING** y **MIEM/DNE** 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, 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 fue 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/ANID)**. 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 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) 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>
- 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.

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

Se integrará una Comisión de Seguimiento para supervisar esta AE con dos integrantes designados por la Facultad de Ingeniería y dos integrantes designados por la DNE/MIEM.

### 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 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 \$ 741666 (pesos uruguayos setecientos cuarenta y un mil seiscientos sesenta y seis), de acuerdo al siguiente detalle (montos en pesos uruguayos):

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.

Se establece el siguiente cronograma y forma de pago, en concordancia con la cláusula SEPTIMA del Convenio Marco MIEM-UdelaR: Total actividad: \$ 741666.- se abonan de la siguiente forma

**\$ 572722 al inicio de la actividad.**

**\$ 84472 al cabo del primer año, sujeto a presentación de un informe de avance.**

**\$ 84472 al cabo del segundo año, sujeto a presentación de un informe.**

Nota: el técnico en instrumentación será contratado entre el personal docente de FING, por lo que su remuneración se abonará en la forma 40%, 30%, 30% prevista en el Convenio marco. El programador es externo a FING. Los recursos destinados a este fin y los equipos e insumos, se abonarán al inicio de la actividad.

La DNE/MIEM 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 regirá 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 Marco 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 Director  
Facultad de Ingeniería



Dr. Ramón Méndez  
Director Nacional de Energía  
Ministerio de Industria, Energía y Minería