

## **Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente**

**Asignatura:** Fundamentos del Recurso Solar

<b>Modalidad:</b>	Posgrado	<input type="checkbox"/>
	Educación permanente	<input checked="" type="checkbox"/>

**Profesor de la asignatura:**

Dr. Ing. Rodrigo Alonso Suárez, Profesor Agregado, Instituto de Física.

**Otros docentes de la Facultad:**

Dr. Agustín Laguarda, Profesor Adjunto, Instituto de Física.

**Docentes fuera de Facultad:**

Mag. Ing. Juan M. Rodríguez-Muñoz, Profesor Adjunto, Dpto. De Física, CENUR Litoral Norte.

**Programa(s) de posgrado:** Ingeniería de la Energía, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Física, Ingeniería Mecánica.

**Instituto o unidad:** Instituto de Física.

**Departamento o área:** Laboratorio de Energía Solar.

**Horas Presenciales:** 45 horas presenciales.

**Nº de Créditos:** 8 créditos.

**Público objetivo:** Estudiantes de posgrado en Ingeniería de la Energía, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica o Ingeniería Física. Egresados de las carreras de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Civil, o Físico-Matemática. Egresados de la Licenciatura en Física. Egresados de la Licenciatura en Ciencias de la Atmósfera.

**Cupos:** El curso no tiene cupo.

**Objetivos:** Comprender los fundamentos de la radiación solar incidente y su interacción con la atmósfera. Describir las formas para su medición y estimación, incluyendo la incertidumbre asociada. Describir las técnicas utilizadas para modelar el recurso solar para su aprovechamiento energético. Adquirir herramientas para trabajar con datos de irradiancia solar y evaluar su calidad. Presentar los productos y fuentes de información disponibles sobre recurso solar a nivel nacional e internacional. Entender la variabilidad del recurso en distintas escalas temporales y las formas de mitigación de su intermitencia. Describir los aspectos básicos de la predicción de radiación solar a corto plazo. Acercar al estudiante al estado actual del conocimiento sobre el recurso solar en Uruguay y el mundo.

**Conocimientos previos exigidos:** Conocimientos de nivel intermedio en Física y Matemática.

**Conocimientos previos recomendados:** Nociones de estadística y habilidades en software de procesamiento de datos científicos (preferentemente Python, pero se pueden usar otros como Matlab, Octave, R, etc.).

---

**Metodología de enseñanza:** Curso teórico-práctico.

**Descripción de la metodología:** Las clases teóricas son expositivas. En las clases de práctico los estudiantes resolverán ejercicios orientados por el docente. Se realizará un trabajo final integrador de los contenidos del curso, el cuál debe ser entregado por los estudiantes como parte de la evaluación.

**Detalle de horas:**

- Horas de clase (teórico): 30.
- Horas de clase (práctico): 12.
- Horas de clase (laboratorio): -.
- Horas de consulta: 3.
- Horas de evaluación: -.
  - Subtotal de horas presenciales: 45.
- Horas de estudio: 15.
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos: 45.
- Horas proyecto final / monografía: 15.
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 120hs.

---

**Forma de evaluación:** Individual. Entrega de los ejercicios de práctico + entrega de un trabajo final.

---

**Temario:**

1. **Radiación solar fuera de la atmósfera.** Irradiancia e irradiación solar en el tope de la atmósfera (TOA). Irradiancia Solar Total (TSI, constante solar). Espectro solar extraterrestre. Movimiento orbital de la Tierra y movimiento aparente del Sol. Distribución geográfica y estacional de la irradiación TOA.
2. **Radiación solar en superficie.** Interacción de la radiación solar con la atmósfera. Procesos de absorción y dispersión. Radiación directa y difusa. Composición espectral para diferentes masas de aire. Diagrama solar y estudio de sombreado. Medida de la radiación solar: tipos de medida, instrumentos, calidad de las medidas, incertidumbre de la medición. Evaluación integral de la incertidumbre de medición.
3. **Modelado de radiación solar a partir de mediciones.** Cantidad adimensionadas (índice de claridad, fracción difusa, transmitancia directa). Aseguramiento de la calidad en mediciones terrestres. Control de calidad de mediciones. Separación de la irradiancia global en difusa y directa. Modelos de transporte de

radiación a un plano inclinado. Detección de anomalías en medidas en plano inclinado. Estimación de la radiación ultravioleta (UV) y fotosintéticamente activa (PAR). Medida y modelado del albedo superficial.

4. **Modelado de la radiación en cielo despejado.** Modelos de cielo claro. Turbidez de Linke. Modelos espectrales. Estimación de aerosoles y vapor de agua. Incertidumbre de la estimación de cielo claro.
  5. **Modelado de radiación solar a partir de información satelital.** Tipos de satélites e información satelital. Modelos para estimar irradiancia en superficie: SUNY, Heliosat, Cloud Index Models. Incertidumbre típica del modelado satelital. Evaluación en Uruguay y la región de modelos satelitales.
  6. **Tipos de información disponible sobre el recurso solar.** Insumos de recurso solar para el desarrollo de proyectos de energía solar. Evaluación de riesgo financiero de proyectos y bancabilidad de datos. Tipos de información de recurso solar (series de datos, mapas solares, años típicos, etc.). Fuentes de información disponible sobre recurso solar (mediciones, satelital, bases de reanálisis, etc.). Incertidumbre esperable de cada fuente y tipo de información. Caracterización del recurso en Uruguay y herramientas disponibles: Mapa Solar del Uruguay (MSU), Año Meteorológico Típico para aplicaciones de Energía Solar (AMTUES).
  7. **Variabilidad del recurso solar.** Variabilidad intermensual e interanual. Modelado de la variabilidad de corto plazo. Variabilidad a distintas escalas temporales. Filtrado espacial de la variabilidad de corto plazo.
  8. **Predicción del recurso solar a corto y mediano plazo.** Motivación. Estrategias de predicción para los diferentes horizontes de pronóstico. Pronóstico determinístico y probabilístico. Pronóstico en sitios y pronóstico regional. Métricas de desempeño. Incertidumbre típica de técnicas de pronóstico.
- 

**Bibliografía:**

1. Solar Engineering of Thermal Processes, John A. Duffie and William A. Beckman. John Wiley and Sons, ISBN-13 978-0-471-69867-8, 3ra edición, 2006.
  2. Solar Energy Forecasting and Resource Assessment. Kleissl, J., Elsevier Academic Press, 2013, ISBN 9780123971777.
  3. Modeling Solar Radiation at the Earth Surface: Recent Advances, V. Badescu, Springer, 2008, ISBN: 978-3-540-77454-9.
  4. Radiación Solar: Notas del Curso de Fundamentos del Recurso Solar. G. Abal, R. Alonso-Suárez, A. Laguarda.
-

**Datos del curso**

---

**Fecha de inicio y finalización:** del 7 de Agosto al 20 de Noviembre de 2026.

**Horario y Salón:** Viernes de 18:00 a 21:00 hs. Se dictará en forma virtual.

**Arancel:**

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado:** no corresponde.

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente:** UI 1500 (mil quinientas unidades indexadas-).

---