



Resolución de Consejo Directivo **616 / 2024 - EXA -UNSa**  
Exp Nro 282/2024-EXA-UNSa.: Autoriza el dictado del Curso de Posgrado  
"Tópicos avanzados sobre medición y evaluación de radiación solar - 2024", a  
cargo del Dr. Germán Ariel SALAZAR.  
**De: EXACTAS-Dirección de Posgrado**



Salta,  
03/09/2024

VISTO la presentación efectuada por el Dr. Germán Ariel SALAZAR, por la cual solicita autorización para dictar el Curso de Posgrado "*Tópicos avanzados sobre medición y evaluación de radiación solar - 2024*", y

CONSIDERANDO:

Que se cuenta con despachos favorables de la Comisión de Posgrado.

Que la Comisión de Docencia e Investigación aconseja autorizar el dictado del curso de posgrado bajo la responsabilidad del Dr. Germán Ariel SALAZAR.

Que el curso en cuestión se encuadra en la Res. R-0640/2021 y CS-155/2021 (Reglamento de Cursos de Posgrado Presenciales o a Distancia de la Universidad), en la RESCD-EXA N° 481/2012 (Normativa para el dictado de Cursos de Posgrado de la Facultad) y en la RESCD-EXA N° 017/2016.

Por ello, y en uso de las atribuciones que le son propias.

EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS

(en sesión ordinaria del 07/08/2024)

RESUELVE


ARTÍCULO 1°: Autorizar el dictado del Curso de Posgrado "*Tópicos avanzados sobre medición y evaluación de radiación solar - 2024*", bajo la dirección del Dr. Germán Ariel SALAZAR, a dictarse en diciembre de 2024, con las características y requisitos que se explicitan en el Anexo de la presente resolución.

ARTICULO 2°: Disponer que, una vez finalizado el curso, el responsable del dictado del curso elevará el listado de los participantes promovidos para la confección de los certificados respectivos, los que serán emitidos por esta Unidad Académica, de acuerdo a lo establecido en la reglamentación vigente (Res-R-640/2021 y Res-CS-0155/2021).


ARTÍCULO 3°: Dejar aclarado que la presente resolución no acredita la concreción del curso; para ello el responsable deberá elevar el informe final de realización correspondiente, con los detalles que el caso amerite, dentro de los 8 (ocho) meses de finalización del dictado. En caso de que el curso no se hubiera llevado a cabo, el responsable deberá informar de tal situación, dentro de los 30 (treinta) días de la fecha prevista para su inicio.

ARTÍCULO 4°: Hágase saber al Dr. Germán Ariel SALAZAR, a los colaboradores (Lic. Rubén Darío LEDESMA, Lic. Constanza Belén LÓPEZ RUIZ), al Comité Académico de Especialización y Maestría en Energías Renovables, a la Comisión de Posgrado, al Departamento de Física y a la Dirección Administrativa de Posgrado. Cumplido, resérvese.

mxs

  
Dr. JOSÉ R. MOLINA  
SECRETARIO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE CS. EXACTAS -UNSa.



  
Mag. GUSTAVO DANIEL GIL  
DECANO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa





Resolución de Consejo Directivo **616 / 2024 - EXA -UNSa**  
Exp Nro 282/2024-EXA-UNSa.: Autoriza el dictado del Curso de Posgrado  
"Tópicos avanzados sobre medición y evaluación de radiación solar - 2024", a  
cargo del Dr. Germán Ariel SALAZAR.  
**De: EXACTAS-Dirección de Posgrado**



Salta,  
03/09/2024

ANEXO de la Resolución CD-N° 616/2024-EXA-UNSa – EXP N° 282/2024-EXA-UNSa

**Curso de Posgrado:** *"Tópicos avanzados sobre medición y evaluación de radiación solar - 2024"*

**Director Responsable:** Dr. Germán Ariel SALAZAR (GEERS-INENCO-CONICET-UNSa)

**Colaboradores:** Lic. Rubén LEDESMA (GEERS-INENCO-CONICET-UNSa) y Lic. Constanza LÓPEZ RUIZ (GEERS-INENCO-CONICET).

**Fines y Objetivos que se desea alcanzar:** La finalidad del curso es brindar una revisión detallada de las técnicas actuales para realizar la evaluación de datos de radiación solar, medidos o estimados. El Objetivo principal es que el alumno sea capaz de determinar cuál es la mejor técnica de analizar los datos de los que dispone, y que sus conclusiones sean representativas de manera cuantitativa y cualitativa.

**Metodología de dictado:** Clases teóricas orales, asistidas por materia audiovisual (presentación ppt) + tableta gráfica. Clases prácticas de resolución de situaciones, usando Excel o Python + tableta gráfica + pizarra.

**Modalidad:** El dictado será híbrido, es decir, presencial y remoto.

**Duración del curso:** 40 horas de teoría más práctica.

**Distribución:** 5 Clases diarias de 4 horas de teoría más 4 horas de práctica por día.

**Conocimientos previos necesarios:** Geometría y Álgebra nivel universitario inicial. Física Moderna básica. Inglés. Excel. Conceptos de programación.

**Profesionales a los que esta dirigido:** Ingenieros, Licenciados y demás profesionales que tengan los conocimientos previos necesarios. No se aceptarán alumnos avanzados de carrera de grado.

**Carreras de grado a las que esta dirigido el curso:** Doctorados del área de Ciencias. Química, Biología, Matemática, Física, Ingenierías y Maestría en Energías Renovables. Se aceptarán alumnos de posgrado que cumplan con los requerimientos de conocimientos previos necesarios.

**Sistema de evaluación:** Trabajo Final individual sobre una problemática de interés, aplicando técnica/s presentadas en el curso. Grupos de 2 alumnos. A presentarse indefectiblemente 1 mes (30 días) después de finalizado el curso. Dicho trabajo será calificado con una nota numérica de 0 a 10. De acuerdo con la calificación obtenida, se extenderá un Certificado de Aprobación o Constancia de Asistencia.

Nota	Situación	Certificado/Constancia
10 - 7	Aprobado	Certificado de Aprobación
6 - 0	Desaprobado	Constancia de Asistencia

El Director del curso elevará una lista de alumnos con su calificación, a los 45 días de finalizado el curso, para la expedición de certificados y constancias correspondientes.





Resolución de Consejo Directivo **616 / 2024 - EXA -UNSa**  
Exp Nro 282/2024-EXA-UNSa.: Autoriza el dictado del Curso de Posgrado  
"Tópicos avanzados sobre medición y evaluación de radiación solar - 2024", a  
cargo del Dr. Germán Ariel SALAZAR.  
**De: EXACTAS-Dirección de Posgrado**



Salta,  
03/09/2024

**Fecha de dictado:** del 2 al 6 de diciembre de 2024.

**Arancel:** sin arancel.

**Inscripciones:** Mesa de Entrada de Facultad de Ciencias Exactas de la Universidad Nacional de Salta, en horario de atención al público (lunes a viernes de 10:00 a 12:00 y de 15:00 a 17:00 horas)

**Contenidos mínimos.**

Introducción. La radiación solar. Componentes. Características geométricas. Hora solar. Ángulos solares. Variables meteorológicas. Caracterización de nubes. Análisis de base temporal. Influencia de la orografía y el clima. Transmitancia atmosférica. Sensores usados para medir radiación solar y variables meteorológicas. Dataloggers. Protocolos. Calibraciones. Detección de errores. Métodos de filtrado de datos: método de Nollas. Long/Roesch. BSRN. Modelos de cielo claro. Modelos espectrales. Modelo Híbrido de Yang. Correcciones. Bases de datos satelitales. Tipos de modelos satelitales. Re-análisis.

**Programa del curso**

UNIDAD 1: Radiación solar fuera y dentro de la atmosfera. Principios básicos.

Introducción. El Sol. Orbita de la Tierra. Solsticios y equinoccios. Radiación solar extraterrestre. Ángulos solares. Hora solar. Ángulo de incidencia sobre planos inclinados. Componentes de la radiación solar en superficie: Global, Directa y Difusa. UV e IR. Radiación solar extraterrestre sobre un plano inclinado. Sombreado. Modelos para estimar radiación solar global, difusa y directa con distintas bases temporales.

UNIDAD 2: Instrumental para medir la radiación solar.

Definiciones. Componentes de la radiación solar: Global, Directa Normal, Directa Horizontal y Difusa. Instrumentos para medirlas. Evolución histórica Calibración. Sensores. Normas ISO. Errores de medición típicos. Protocolo de control de errores BSRN. Método de Nollas.

UNIDAD 3: Radiación solar espectral. Aplicaciones

Espectro de radiación solar extraterrestre. Espectro solar en superficie. Absorción. Normalización. Sensores. Modelos espectrales. SPECTRAL2. SMARTS2.9.5. Aplicaciones. Análisis de resultados.

UNIDAD 4: Modelos para estimar radiación solar.

Modelos. Descripción. Modelos físicos, paramétricos y empíricos. Modelos de día de cielo claro. Aplicaciones.

UNIDAD 5: Bases de datos satelitales

Principios básicos. Estimación de irradiancia usando imágenes satelitales. Bases de datos tradicionales. SSE y SWERA. Bases de datos actuales: CAMS-Rad, LSA-SAF, SOLCAST y NSRDB. Bases de datos de re análisis: MERRA2 y ERA5. Aplicaciones.





Resolución de Consejo Directivo **616 / 2024 - EXA -UNSa**

Exp Nro 282/2024-EXA-UNSa.: Autoriza el dictado del Curso de Posgrado "Tópicos avanzados sobre medición y evaluación de radiación solar - 2024", a cargo del Dr. Germán Ariel SALAZAR.

**De: EXACTAS-Dirección de Posgrado**



Salta,  
03/09/2024

Bibliografía:

Duffie JA, Beckman WA (2006) Solar Engineering of the Thermal Processes. Ed. Wiley.

Iqbal M (1983) Introduction to solar radiation. Academic Press.

Grossi Gallegos H (2002) Notas de Radiación Solar. Ed. UNLu.

Badescu V (2008) Modeling Solar Radiation at the Earth's Surface. Springer.

Myers D (2013) Solar radiation. Practical Modeling for Renewable Energy Applications. CRC Press.

Yignola F, Michalsky J, Stoffel T (2012) Solar and Infrared radiation measurements. CRC Press.

Salazar G (2009) Tesis Doctoral.

Roesch A, Wild M, Ohmura A, Dutton E. G., Long C. N, Zhang T (2011) Assessment of BSRN radiation records for the computation of monthly means. Atmos. Meas. Tech., 4, 339- 354.

[https://www.arm.gov/publications/tech\\_reports/doe-sc-arm-tr-074.pdf](https://www.arm.gov/publications/tech_reports/doe-sc-arm-tr-074.pdf) . The QCRad Value Added Product: Surface Radiation Measurement Quality Control Testing. Including Climatology Configurable Limits C.N. Long and Y. Shi

Bezerra Galdino Janis J, Concílio Coimbra de Albuquerque P H, Salazar G A, Castro Vilela O, Fraidenraich N.(2016) ESTUDO DA RADIAÇÃO SOLAR DA CIDADE DE PETROLINA ATRAVÉS DE UM MODELO EMPÍRICO DE CÉU CLARO. VI Congresso Brasileiro de Energia Solar- Belo Horizonte, 04 a 07 de abril de 2016.

C.N. Long and Y. Shi (2008) An Automated Quality Assessment and Control Algorithm for Surface Radiation Measurements. The Open Atmospheric Science Journal, 2008. 2, 23-37.

Bird, R. E., and Riordan. C. J. (1986). Simple Simple Solar Spectral Model for Direct and Diffuse Irradiance on Horizontal and Tilted Planes at the Earth's Surface for Cloudless Atmospheres. Journal of Climate and Applied Meteorology 25(1), pp. 87-97.

[https://www.nrel.gov/rredc/smarts/smarts\\_files.html](https://www.nrel.gov/rredc/smarts/smarts_files.html)

Gueymard C (2014) A review of validation methodologies and statistical performance indicators for modeled solar radiation data: Towards a better bankability of solar projects. Renewable and Sustainable Energy Reviews 39, pp 1024-1034.

Engerer NA. 2015. Minute resolution estimates of the diffuse fraction of global irradiance for southeastern Australia Solar Energy 116, pp 215-237

Reindl DT, Beckmann WA, Duffie J, 1990. Diffuse fraction correlation. Solar Energy 45( 1), pp 1-7.

Gueymard C, Ruiz Arias J, 2016. Extensive worldwide validation and climate sensitivity analysis of direct irradiance predictions from 1-min global irradiance. Solar Energy 128, pp 1- 30.





Resolución de Consejo Directivo **616 / 2024 - EXA -UNSa**

Exp Nro 282/2024-EXA-UNSa.: Autoriza el dictado del Curso de Posgrado "Tópicos avanzados sobre medición y evaluación de radiación solar - 2024", a cargo del Dr. Germán Ariel SALAZAR.

De: **EXACTAS-Dirección de Posgrado**




Salta,  
03/09/2024

Boland J, Scott L, Luther M, 2001. Modelling the diffuse fraction of global solar radiation on a horizontal surface. *Envirometrics* 12(2), pp 103-116.

Yang K, G.W.Huang, N.Tamai (2001) A hybrid model for estimating global solar radiation. *Solar Energy* 70(1), pp 13-22. [http://www.cmsaf.eu/EN/Hhttps://nsrdb.nrel.gov/ome/home\\_node.html](http://www.cmsaf.eu/EN/Hhttps://nsrdb.nrel.gov/ome/home_node.html)

<https://nsrdb.nrel.gov/>

<https://www.ecmwf.int/en/forecasts/datasets/archive-datasets/reanalysis-datasets/era5>  
<https://gmao.gsfc.nasa.gov/reanalysis/MERRA-2/>

  
Dr. JOSÉ R. MOLINA  
SECRETARIO ACADÉMICO Y DE INVESTIGACIÓN  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa.



  
Mag. GUSTAVO DANIEL GIL  
DECANO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS - UNSa