

PROPUESTA FORMATIVA INSTITUTO GULICH

- **Tipo de actividad:** Curso de posgrado
- **Modalidad:** [Presencial / Presencial Virtual / Híbrida]
- **Nombre del curso:** Procesamiento Digital de Imágenes Satelitales
- **Carga horaria total:** 96

Docente responsable del curso

Nombre: Dr. Santiago Seppi

Breve biografía académica y profesional: Licenciado en Geografía, Magíster en Aplicaciones Espaciales y Doctor en Geomática y Sistemas Espaciales por la UNC. Ha trabajado en aplicación de SIG, tanto en el ámbito público como privado. Se especializó en Interferometría de Radar (InSAR) e integró el equipo de aplicaciones geoespaciales dedicado a la elaboración de soluciones y aplicaciones derivadas del uso de información satelital óptica y de radar, en el desarrollo del segmento usuario de la misión SAOCOM. Fue Director de la Maestría en Aplicaciones del Instituto Gulich (UNC-CONAE) en el periodo 2020-2024 y actualmente se desempeña como investigador, secretario técnico y docente de la institución.

Correo electrónico: santiago.seppi@ig.edu.ar

Equipo docente

Nombre: Dr. Mario Agustin Sgró

Breve biografía académica y profesional: Doctor en Astronomía por la Universidad Nacional de Córdoba. Como Investigador del CONICET estudió la estructura en gran escala del universo desarrollando herramientas estadísticas para contrastar los resultados de simulaciones cosmológicas y los datos observacionales derivados de grandes catálogos de galaxias. En

los últimos años se ha especializado en el análisis de datos y la aplicaciones de técnicas de Inteligencia Artificial tanto en ámbito privado como en el estatal. Actualmente se desempeña como Asesor Especialista en Ciencia de Datos en la CONAE.

Correo electrónico: mario.sgro@ig.edu.ar

Nombre: Dra. Veronica Matilde Montenegro

Breve biografía académica y profesional: Doctora en Ciencias Geológicas, Magíster en Aplicaciones de Información Espacial (MAIE), por la UNC, y Licenciada en Ciencias Geológicas por la UNSL. Ha trabajado con aplicaciones de Interferometría de Radar asociadas a diferentes geformas del terreno y en el desarrollo de productos satelitales para aplicaciones en emergencias. Actualmente se desempeña como especialista en la Unidad de Emergencias y Alertas Tempranas de CONAE.

Correo electrónico: vmontenegro@conae.gob.ar

Resumen temático del curso

Este curso tiene como objetivo introducir a los estudiantes en los fundamentos teóricos y metodológicos del procesamiento y análisis de datos provenientes de sensores remotos desde el punto de vista de la programación. A lo largo de la materia se abordan conceptos y técnicas para el tratamiento digital de imágenes satelitales, orientados a la extracción de información geoespacial útil para aplicaciones científicas, ambientales y territoriales. El curso está dirigido a profesionales y estudiantes de posgrado con formación previa en teledetección, sistemas de información geográfica (SIG), manejo de datos raster y vectoriales, y nociones básicas de programación. Durante el cursado se combinan exposiciones teóricas con actividades prácticas orientadas a la aplicación de técnicas de procesamiento digital y análisis de imágenes satelitales.

La propuesta se desarrolla en modalidad presencial o virtual sincrónica, con encuentros de tres horas, dos veces por semana durante un período aproximado de dos meses. La asistencia a las clases sincrónicas es obligatoria para la acreditación del curso.

Objetivos de aprendizaje

- Afianzar técnicas para el manejo combinado de capas vectoriales y raster en entornos de programación.
- Generar algoritmos para el procesamiento digital de imágenes y/o datos vectoriales y su implementación.
- Comprender los conceptos básicos de cartografía y proyecciones implicados en un entorno de programación con datos geoespaciales.
- Adquirir destrezas en el manejo de sistemas de información geográfica (SIG) en un entorno de programación.

Modalidad del cursado

El curso tiene una carga horaria de 96 horas con clases teóricas (32 horas) y prácticas (64 horas) de resolución de problemas y/o desarrollo de aplicaciones. Se toman evaluaciones prácticas mediante la entrega de problemas resueltos.

Tipo de actividad	Horas
Clases teórico-prácticas	[48]
Trabajo autónomo individual	[24]
Trabajo grupal	[24]
Total	[96]

Evaluación

- Individual (50%): Actividades entregables por cada clase, a través del Aula Virtual.
- Grupal (50%): Aplicar uno o varios de los temas aprendidos a un problema, zona de estudio o época diferente a las utilizadas en las clases.

Contenidos temáticos mínimos

Clase 1: Introducción: Manejo básico de archivos con Python. Librerías: Pandas, numpy, estructuras de datos: Arreglos, matrices, tuplas, diccionarios y listas.

Clase 2: Librería Matplotlib (conceptos básicos), introducción al uso de python para el procesamiento de imágenes satelitales: Lectura, imágenes entendidas como matrices de datos, visualización y escritura. Imágenes georeferenciadas: Uso básico de la librería GDAL.

Clase 3: Operaciones sobre archivos raster espaciales y metadatos. Parte 1: Lectura, escritura, subsets o sub-conjuntos espaciales y operaciones entre bandas. Parte 2 Lectura, interpretación y extracción de metadatos: Lectura y extracción de metadatos de archivos estructurados.

Clase 4: Python para el procesamiento de información georeferenciada. Datos vectoriales en Python: librería Geopandas. Visualización y operaciones elementales sobre datos vectoriales. Extracción de información a partir de atributos, y visualización de datos vectoriales junto a datos raster. Librería Rasterio.

Clase 5: Operaciones de filtrado espacial y geoprosesos. Conversión entre el formato raster-vectorial, operaciones de superposición: Intersección, disolver, unión espacial. Combinación de resultados de una clasificación con información vectorial para generar información nueva: Datos censales y mapas de distancia a espacios verdes.

Clases 6, 7 y 8: Clasificadores. Métodos supervisados y no supervisados. El espacio de atributos. Firmas espectrales. Generación y lectura de muestras para entrenar. Clasificadores supervisados con librería Scikit-Learn: KNN, Decision Tree, Random Forest. Cómputo de métricas de error de clasificaciones supervisadas. Clasificadores no supervisados en Scikit-Learn: K-means, GMM. Selección de modelos.

Contenidos temáticos complementarios

Clase 9: Redes Neuronales. Perceptron. Función de activación. Redes neuronales. Entrenamiento mediante propagación hacia atrás de los errores

(backpropagation). Conceptos de entrenamiento por bloques y épocas. Monitoreo de métricas y parada temprana (early-stopping). Redes neuronales convolucionales. Capas convolucionales y lineales. Dropout. Capas de salida.

Clase 10: Análisis de series temporales. Interpretación de firmas espectrales temporales. Series de MODIS NDVI y LST. Ejemplos de aplicaciones para detección de incendios. Extracción de parámetros espacio temporales y su aplicación a problemáticas particulares como el monitoreo de incendios.

Metodología de enseñanza

Este curso tiene carácter principalmente práctico. Se exponen conceptos centrales en clase, y se muestra a modo de paso a paso cómo se implementan dichos conceptos en un entorno de programación, introduciendo de manera progresiva nuevas herramientas. Como plataforma de trabajo se emplean *Notebooks*, que pueden ser ejecutadas de manera local o en la nube, utilizando servicios como Google Colab. El lenguaje de programación principal es Python, aunque puede complementarse con otros como R y JavaScript. Para cada clase se proponen una serie de actividades individuales para cada alumno, con el objetivo de reproducir los ejemplos vistos en clase. Se ofrece además una clase de consulta semanal por fuera de las clases regulares.

Cupo sugerido

De 10 a 40 personas en formato híbrido.

Tribunal sugerido

Titulares: Dr. Santiago Seppi, Dr. Mario Sgró, Dra. Verónica Montenegro

Suplentes: Dra. Almendra Brasca Merlin, Mgter. Edinson Andrés Solarte Casanova

Perfil profesional sugerido de los aspirantes

Profesionales, estudiantes e investigadores de áreas de las ciencias básicas y aplicadas que empleen en su trabajo diario datos de tipo geoespacial. Se valorará poseer experiencia previa o familiaridad con el uso de herramientas de programación, ya sea por haber tomado cursos más básicos en nuestra institución o por experiencia y aprendizajes anteriores.

Conocimientos previos requeridos

- Nociones básicas de teledetección óptica
- Conocimiento o experiencia con Sistemas de Información Geográfica
- Conocimiento o experiencia previa con lenguajes de programación, principalmente de tipo interpretados (Python, R, Matlab, JavaScript, etc).
- Conocimientos básicos de conceptos de estadística descriptiva (distribuciones, histogramas, diagramas de caja, percentiles, etc.)

Bibliografía básica

- Campbell, J. B., & Wynne, R. H. (2011). *Introduction to remote sensing* (5th ed.). Guilford Press.
- Garrard, C. (2016). *Geoprocessing with Python*. Manning Publications.
- Géron, A. (2022). *Hands-on machine learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow. Concepts, tools, and techniques to build intelligent systems* (3rd ed.). O'Reilly Media.
- Lillesand, T., Kiefer, R. W., & Chipman, J. (2015). *Remote sensing and image interpretation* (7th ed.). Wiley.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2015). *Geographic information systems and science* (4th ed.). Wiley.
- Lovelace, R., Nowosad, J., & Muenchow, J. (2019). *Geocomputation with R*. CRC Press.
- Rey, S. J., & Arribas-Bel, D. (2023). *Geographic data science with Python*. CRC Press.

Bibliografía técnica complementaria

- GDAL/OGR contributors. (2024). *GDAL/OGR geospatial data abstraction software library*. Open Source Geospatial Foundation. <https://gdal.org>
- GeoPandas developers. (2024). *GeoPandas documentation*. <https://geopandas.org>
- Pedregosa, F., Varoquaux, G., Gramfort, A., Michel, V., Thirion, B., Grisel, O., ... Duchesnay, É. (2011). Scikit-learn: Machine learning in Python. *Journal of Machine Learning Research*, 12, 2825–2830.
- Rasterio developers. (2024). *Rasterio documentation*. <https://rasterio.readthedocs.io>