



Maestría en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección PF-0907 Programación de aplicaciones en SIG

Profesor: Manuel Vargas Del Valle

Grupo: 001. Horario: K 17-18-19.

Horario de atención al estudiantado: L 13-14, J 13-14.

Correo electrónico institucional: manuel.vargas_d@ucr.ac.cr

II ciclo lectivo 2023

PROGRAMA DEL CURSO

1. DESCRIPCIÓN

Este curso trata sobre el manejo, visualización y análisis de datos geoespaciales mediante el lenguaje de programación Python. Se estudian los fundamentos de Python, sus módulos geoespaciales y su empleo en el desarrollo de aplicaciones en sistemas de información geográfica (SIG). Se presenta una visión general de cómo metodologías y técnicas de ciencia de datos pueden ser aplicadas al componente geoespacial de diversos problemas.

El curso se imparte en la Maestría Profesional en Sistemas de Información Geográfica y Teledetección de la Universidad de Costa Rica y la Universidad Nacional.

El enfoque del curso es teórico-práctico, con lecciones teóricas combinadas con ejercicios de programación en los cuales los estudiantes aplican en diversos escenarios de procesamiento de datos los conocimientos y habilidades aprendidos.

2. OBJETIVOS

Al finalizar el curso, el estudiantado será capaz de:

- Desarrollar programas en el lenguaje de programación Python, enfocados en el procesamiento de datos geoespaciales.
 - Generar gráficos estadísticos mediante Python.
 - Integrar visualizaciones tabulares, gráficas y geoespaciales de datos en documentos y aplicaciones interactivas desarrolladas en Python.
 - Desarrollar en Python soluciones reproducibles a problemas computacionales.
 - Aprender herramientas, protocolos y estándares para compartir y documentar programas y sus resultados.
 - Aplicar los conocimientos de programación y visualización en diversos escenarios de procesamiento de datos sociales y ambientales, mediante metodologías y técnicas de ciencia de datos.
-



3. CONTENIDO DEL CURSO

SEMANA	CONTENIDO	LECTURA OBLIGATORIA
1 - INTRODUCCIÓN		
I (14 al 18 de agosto)	Entrega y discusión del programa de curso Introducción a la programación de computadoras <ul style="list-style-type: none">• Modelo Entrada - Procesamiento - Salida• Arquitectura de computadoras• Lenguajes de programación• Pensamiento computacional Introducción a la ciencia de datos geoespaciales <ul style="list-style-type: none">• Pensamiento geográfico para ciencia de datos• Herramientas computacionales para ciencia de datos geográficos	Sergio J. Rey et al. (2020, capítulos 1 - 2)
II (21 al 25 de agosto)	Herramientas para investigación reproducible y desarrollo colaborativo de programas <ul style="list-style-type: none">• Reproducibilidad• Markdown: lenguaje ligero de marcado para comunicación científica• Git: sistema de control de versiones	Ihechikara Vincent Abba (2021) Markdown Tutorial (s.f.)
2 - EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON		
III (28 de agosto al 1 de setiembre)	Introducción a Python <ul style="list-style-type: none">• Historia• Principales características• Principios de diseño	Charles Severance (2016, capítulos 1-2)



	<ul style="list-style-type: none">• Aplicación en datos geoespaciales• Herramientas para desarrollo• Instalación Sintaxis de Python <ul style="list-style-type: none">• Tipos de datos• Variables• Expresiones• Sentencias	
IV (4 al 8 de septiembre)	Sintaxis de Python <ul style="list-style-type: none">• Condicionales<ul style="list-style-type: none">◦ Sentencia if• Excepciones<ul style="list-style-type: none">◦ Sentencias try y except	Charles Severance (2016, capítulo 3)
V (12 - 16 de septiembre)	Sintaxis de Python <ul style="list-style-type: none">• Ciclos<ul style="list-style-type: none">◦ Sentencia while◦ Sentencia for◦ Sentencia break◦ Sentencia continue	Charles Severance (2016, capítulo 5)
VI (18 al 22 de septiembre)	Sintaxis de Python <ul style="list-style-type: none">• Funciones<ul style="list-style-type: none">◦ Predefinidas◦ Definidas en la biblioteca estándar◦ Definidas en módulos externos◦ Definición de nuevas funciones	Charles Severance (2016, capítulo 4)
VII (25 al 29 de septiembre)	Sintaxis de Python <ul style="list-style-type: none">• Hileras• Listas• Tuplas• Diccionarios	Charles Severance (2016, capítulos 6, 8 - 10)
VIII (2 al 6 de octubre)	Sintaxis de Python <ul style="list-style-type: none">• Manejo de archivos• Programación orientada a objetos	Charles Severance (2016, capítulos 7, 14)



3 - ANÁLISIS DE DATOS

IX (9 al 13 de octubre)	Introducción al análisis de datos mediante Python Paquetes para análisis de datos <ul style="list-style-type: none">• numpy: paquete para álgebra lineal• pandas: paquete para manipulación y análisis de datos	Kaggle (s.f.) Travis E. Oliphant (s.f.) The Pandas Development Team (s.f.)
X (16 al 20 de octubre)	Paquetes para análisis de datos <ul style="list-style-type: none">• pandas: paquete para manipulación y análisis de datos• plotly: paquete para gráficos interactivos	Chris P (s.f.) The Pandas Development Team (s.f.)

4 - PROCESAMIENTO DE DATOS GEOESPACIALES

XI (23 al 27 de octubre)	Introducción al manejo de datos geoespaciales mediante Python Manejo de datos vectoriales <ul style="list-style-type: none">• Fiona: paquete para lectura y escritura de datos geoespaciales• Shapely: paquete para predicados y operaciones en objetos geométricos	Sean Giles (s.f.a) Sean Giles (s.f.c)
XII (30 de octubre al 3 de noviembre)	Análisis de datos vectoriales <ul style="list-style-type: none">• geopandas: paquete para manipulación y análisis de datos vectoriales	Geopandas contributors (s.f.)
XIII (6 al 10 de noviembre)	Manejo de datos raster <ul style="list-style-type: none">• rasterio: paquete para lectura y escritura de datos raster	Sean Giles (s.f.b)
XIV	Visualización de datos	Rob Story (s.f.)



(13 al 17 de noviembre)	geoespaciales <ul style="list-style-type: none">• folium: paquete para desarrollo de mapas web	
5 - VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS AVANZADOS		
XV (20 al 24 de noviembre)	Desarrollo de aplicaciones interactivas <ul style="list-style-type: none">• streamlit: paquete para desarrollo de aplicaciones web de ciencia de datos y aprendizaje automatizado	Streamlit Inc. (s.f.) Tyler Richards (2021)
XVI (27 de noviembre al 1 de diciembre)	Desarrollo de aplicaciones interactivas <ul style="list-style-type: none">• streamlit: paquete para desarrollo de aplicaciones web de ciencia de datos y aprendizaje automatizado	Streamlit Inc. (s.f.) Tyler Richards (2021)
Evaluaciones finales (4 - 8 de diciembre)		

4. METODOLOGÍA

El curso se desarrollará mediante clases teórico-prácticas. Los conceptos teóricos serán explicados por el profesor del curso durante las sesiones teóricas y también a través de lecturas previamente asignadas. Las sesiones prácticas se destinarán a la realización de diferentes ejercicios de programación por parte de los estudiantes.

Los contenidos de las lecciones están disponibles en la plataforma Mediación Virtual y también en el sitio web del curso (<https://pf0907-programacionsig.github.io/2023-ii/>), en el que hay enlaces a la bibliografía y a otros recursos de aprendizaje como tutoriales y videos.

Se recomienda a los estudiantes probar las diferentes herramientas y conceptos fuera del tiempo de clase y aprovechar las lecciones y las horas de consulta para aclarar dudas.



5. EVALUACIÓN.

La evaluación incluye dos componentes:

1. **Tareas programadas.** Corresponden al 70% de la calificación final del curso. Consisten en ejercicios de programación que deben ser resueltos por los estudiantes fuera del tiempo de clase. Las semanas estimadas de entrega, temas a cubrir y valor de cada tarea se presentan en la siguiente tabla:

Semana estimada de entrega	Tema a desarrollar	Porcentaje de la calificación final del curso
V	Página web desarrollada en Markdown y publicada en Internet	20%
XII	Página web desarrollada en Markdown y con datos procesados en Python presentados en tablas y gráficos, publicada en Internet	25%
XV	Tablero de control con visualizaciones tabulares, gráficas y geoespaciales, publicado en Internet	25%

2. **Proyecto final.** Corresponden al 30% de la calificación final del curso. Su objetivo es sintetizar los conocimientos y habilidades aprendidas durante el curso.

Semana estimada de entrega	Tema a desarrollar	Porcentaje de la calificación final del curso
Semana de evaluaciones finales	Aplicación interactiva con visualizaciones tabulares, gráficas y geoespaciales, publicado en Internet	30%



6. BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía obligatoria

Abba, I. V. (2021). *Git and GitHub Tutorial - Version Control for Beginners*. FreeCodeCamp.Org. <https://www.freecodecamp.org/news/git-and-github-for-beginners/>

Geopandas contributors. (s.f.). *geopandas: Geographic pandas extensions*. Recuperado 1 de enero de 2022, de <http://geopandas.org>

Gillies, S. (s.f.a). *Fiona: Fiona reads and writes spatial data files*. Recuperado 1 de enero de 2022, de <http://github.com/Toblerity/Fiona>

Gillies, S. (s.f.b). *rasterio: Fast and direct raster I/O for use with Numpy and SciPy*. Recuperado 1 de enero de 2022, de <https://github.com/mapbox/rasterio>

Gillies, S. (s.f.c). *Shapely: Geometric objects, predicates, and operations*. Recuperado 1 de enero de 2022, de <https://github.com/Toblerity/Shapely>

Kaggle. (s.f.). *Learn Geospatial Analysis Tutorials*. Recuperado 30 de diciembre de 2021, de <https://www.kaggle.com/learn/geospatial-analysis>

Markdown Tutorial. (s.f.). Recuperado 19 de marzo de 2022, de <https://www.markdowntutorial.com/>

Oliphant, T. E. (s.f.). *numpy: NumPy is the fundamental package for array computing with Python*. Recuperado 1 de enero de 2022, de <https://www.numpy.org>

P, C. (s.f.). *plotly: An open-source, interactive data visualization library for Python*. Recuperado 1 de enero de 2022, de <https://plotly.com/python/>

Rey, S. J., Arribas-Bel, D., & Wolf, L. J. (2020). *Geographic Data Science with Python*. <https://geographicdata.science/book/>

Richards, T. (2021). *Getting started with Streamlit for data science: Create and deploy Streamlit web applications from scratch in Python*. Packt Publishing. <https://www.packtpub.com/product/getting-started-with-streamlit-for-data-science/9781800565500>

Severance, D. C. R. (2016). *Python for Everybody: Exploring Data in Python 3* (S. Blumenberg & E. Hauser, Eds.). CreateSpace Independent Publishing Platform. <https://www.py4e.com/html3/>



The Pandas Development Team. (s.f.). *pandas: Powerful data structures for data analysis, time series, and statistics*. Recuperado 1 de enero de 2022, de <https://pandas.pydata.org>

Story, R. (s.f.). *folium: Make beautiful maps with Leaflet.js & Python*. Recuperado 1 de enero de 2022, de <https://github.com/python-visualization/folium>

Bibliografía complementaria

Arribas-Bel, D. (2019). A course on Geographic Data Science. *Journal of Open Source Education*, 2(14), 42. <https://doi.org/10.21105/jose.00042>

Bartomeus Lab. (2016). *A reproducible workflow*. <https://www.youtube.com/watch?v=s3JldKoA0zw>

Dorman, M. (2021). *Spatial Data Programming with Python*. <https://geobgu.xyz/py/>

FOSS4G. (2021). *FOSS4G2021—Open source for open spatial data science—Anita Graser*. <https://www.youtube.com/watch?v=ZjXb53pOor0>

Gandhi, U. (2020a). *Python Foundation for Spatial Analysis*. Spatial Thoughts. <https://spatialthoughts.com/courses/python-foundation-for-spatial-analysis/>

Gandhi, U. (2020b). *Spatial Data Visualization and Analytics*. Spatial Thoughts. <https://spatialthoughts.com/courses/spatial-data-viz/>

Gandrud, C. (2020). *Reproducible research with R and RStudio* (Third edition). CRC Press.

Guo, P. (2014). *Python Is Now the Most Popular Introductory Teaching Language at Top U.S. Universities*. <https://cacm.acm.org/blogs/blog-cacm/176450-python-is-now-the-most-popular-introductory-teaching-language-at-top-us-universities/fulltext>

Hwang, J. P. (2021). Building a Big Data Geographical Dashboard with Open-Source Tools. *Medium*. <https://medium.com/plotly/building-a-big-data-geographical-dashboard-with-open-source-tools-c5108d7d5683>

Krugman, P. (2013, abril 19). Opinion | The Excel Depression. *The New York Times*. <https://www.nytimes.com/2013/04/19/opinion/krugman-the-excel-depression.html>

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2005). *Geographic Information Systems and Science* (2nd edition). Wiley.



Olaya, V. (2020). *Sistemas de Información Geográfica*. CreateSpace Independent Publishing Platform. <https://volaya.github.io/libro-sig/>

Peng, R. D. (2011). Reproducible Research in Computational Science. *Science*, 334(6060), 1226-1227. <https://doi.org/10.1126/science.1213847>

Python Software Foundation. (2021). *Python Language Reference*. <https://www.python.org/>

Robinson, D. (2017). *The Incredible Growth of Python*. Stack Overflow Blog. <https://stackoverflow.blog/2017/09/06/incredible-growth-python/>

Schmitt, M. (2020). *Data dashboarding tools | Streamlit v.s. Dash v.s. Shiny vs. Voila vs. Flask vs. Jupyter*. <https://www.datarevenue.com/en-blog/data-dashboarding-streamlit-vs-dash-vs-shiny-vs-voila>

Severance, C. (s.f.). *PY4E - Python for Everybody*. Recuperado 1 de enero de 2022, de <https://www.py4e.com/>

Singleton, A., & Arribas-Bel, D. (2019). Geographic Data Science. *Geographical Analysis*, gean.12194. <https://doi.org/10.1111/gean.12194>

Singleton, A. D., Spielman, S., & Brunsdon, C. (2016). Establishing a framework for Open Geographic Information science. *International Journal of Geographical Information Science*, 30(8), 1507-1521. <https://doi.org/10.1080/13658816.2015.1137579>

Streamlit Inc. (s.f.). *streamlit: The fastest way to build data apps in Python*. Recuperado 1 de enero de 2022, de <https://streamlit.io>

Tenkanen, H., Heikinheimo, V., & Aagesen, H. W. (2021). *Automating GIS-processes*. <https://autogis-site.readthedocs.io/en/latest/>

Whipp, D., Tenkanen, H., Heikinheimo, V., & Aagesen, H. W. (2021). *Geo-Python*. <https://geo-python-site.readthedocs.io/en/latest/>

Wu, Q. (2021). A streamlit app for creating timelapse of annual Landsat imagery (1984-2021). *Medium*. <https://giswqs.medium.com/a-streamlit-app-for-creating-timelapse-of-annual-landsat-imagery-1984-2021-3db407a8ac32>

Wu, Q. (s.f.). *Geographic Software Design*. Recuperado 2 de enero de 2022, de <https://www.youtube.com/playlist?list=PLAxJ4-o7ZoPeUqGpMhvJoVk5G-TrvMAd->