



GF-0657 Programación en SIG

Profesor: Manuel Vargas Del Valle

Grupo: 001. Horario: L 13-14-15, K 10-11-12. Aula: 213. Créditos: 4.

Requisitos: GF-0624 Cartografía multivariada y geovisualización.

Horas totales semanales: 6. Horas presenciales: 3 de teoría y 3 de laboratorio.

Horario de atención al estudiantado: K 13-14-15, J 13-14-15.

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

II ciclo lectivo 2024

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 para sistemas de información geográfica (SIG) y para sitios web. Se demuestra como metodologías y técnicas de ciencia de datos pueden ser aplicadas al componente geoespacial de diversos problemas.

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

Tanto las lecciones teóricas como las prácticas se imparten de manera presencial, con apoyo de medios virtuales. Los contenidos del curso y los recursos relacionados se comparten en el sitio web <https://gf0657-programacionsig.github.io/2024-ii/>, así como en la plataforma Mediación Virtual de la Universidad de Costa Rica.

2. OBJETIVOS

Al finalizar el curso, el estudiantado será capaz de:

1. Desarrollar programas en el lenguaje de programación Python orientados al procesamiento de datos geoespaciales.
2. Aplicar un enfoque de ciencia de datos en los procesos de importación, transformación, visualización, análisis y comunicación de datos.
3. Desarrollar soluciones reproducibles a problemas computacionales mediante Python.
4. Integrar visualizaciones tabulares, gráficas y geoespaciales de datos en documentos y aplicaciones interactivas desarrolladas en Python.



3. CONTENIDO DEL CURSO

SEMANA	CONTENIDO	LECTURA OBLIGATORIA
1. INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORAS Y A LA CIENCIA DE DATOS GEOESPACIALES		
I (12 al 16 de agosto)	Entrega y discusión del programa del 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 <ul style="list-style-type: none"> Datos, observaciones, variables El proceso de ciencia de datos: importar, ordenar, transformar, visualizar, modelar y comunicar 	Charles Severance (2016, capítulo 1) Allen B. Downey (2024, capítulo 1) Mine Çetinkaya-Rundel & Johanna Hardin (2021, capítulo 1) Hadley Wickham et al. (2023, Introducción)
II (19 al 23 de agosto)	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 geoespaciales 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 	Sergio J. Rey et al. (2020, capítulos 1 y 2) Ihechikara Vincent Abba (2021) Markdown Tutorial (s.f.)
2. EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PYTHON		
III (26 al 30 de agosto)	Introducción a Python <ul style="list-style-type: none"> Historia Principales características Principios de diseño y mejores prácticas 	Charles Severance (2016, capítulos 1-2)



	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación en datos geoespaciales • Herramientas para desarrollo • Instalación <p>El lenguaje Python</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tipos de datos básicos: números, textos, lógicos, listas • Variables • Expresiones • Sentencias • Comentarios 	
IV (2 al 6 de setiembre)	<p>El lenguaje Python</p> <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 • Ciclos <ul style="list-style-type: none"> ◦ Sentencia while ◦ Sentencia for ◦ Sentencia break ◦ Sentencia continue 	Charles Severance (2016, capítulos 3 y 5)
V (9 al 13 de setiembre)	<p>El lenguaje Python</p> <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)
VI (16 al 20 de setiembre)	<p>El lenguaje Python</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estructuras de datos <ul style="list-style-type: none"> ◦ Listas ◦ Tuplas ◦ Conjuntos ◦ Diccionarios 	Charles Severance (2016, capítulos 6, 8 - 10)
VII (23 al 27 de setiembre)	<p>El lenguaje Python</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programación orientada a objetos <ul style="list-style-type: none"> ◦ Clases ◦ Objetos ◦ Propiedades ◦ Métodos ◦ Herencia 	Allen B. Downey (2024, capítulos 14 - 17)
VIII (30 de setiembre al 4 de octubre)	<p>El lenguaje Python</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acceso a servicios web <ul style="list-style-type: none"> ◦ Formatos para intercambio de 	Charles Severance (2016, capítulo 13)



	<p>datos (XML, JSON)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◦ Interfaces de programación de aplicaciones (API) 	
3. ANÁLISIS Y VISUALIZACIÓN DE DATOS		
<p>IX (7 al 11 de octubre)</p>	<p>Introducción al análisis y visualización de datos mediante Python</p> <p>Paquetes de Python para análisis de datos</p> <ul style="list-style-type: none"> • pandas: paquete para manipulación y análisis de datos <ul style="list-style-type: none"> ◦ Importación ◦ Creación de subconjuntos ◦ Creación de columnas ◦ Ordenamiento ◦ Agrupación 	<p>Kaggle (s.f.-a)</p> <p>The Pandas Development Team (s.f.)</p>
<p>X (14 al 18 de octubre)</p>	<p>Paquetes de Python para graficación estadística</p> <ul style="list-style-type: none"> • matplotlib: paquete para gráficos personalizados • seaborn: interfaz de alto nivel para matplotlib • plotly: paquete para graficación interactiva 	<p>The Pandas Development Team (s.f.)</p> <p>Kaggle (s.f.-b)</p> <p>Chris P (s.f.)</p>
4. PROCESAMIENTO DE DATOS GEOESPACIALES		
<p>XI (21 al 25 de octubre)</p>	<p>Introducción al manejo de datos geoespaciales mediante Python</p> <p>Datos vectoriales</p> <ul style="list-style-type: none"> • geopandas: paquete para manipulación y análisis de datos vectoriales 	<p>Kaggle (s.f.-c)</p> <p>Geopandas contributors (s.f.)</p>
<p>XII (28 de octubre al 1 de noviembre)</p>	<p>Datos raster</p> <ul style="list-style-type: none"> • rasterio: paquete para lectura y escritura de datos raster 	<p>Sean Giles (s.f.)</p>
<p>XIII (4 al 8 de noviembre)</p>	<p>Visualización de datos geoespaciales</p> <ul style="list-style-type: none"> • folium: paquete para desarrollo de mapas web 	<p>Rob Story (s.f.)</p>



XIV (11 al 15 de noviembre)	Visualización de datos geoespaciales <ul style="list-style-type: none"> lonboard: paquete para visualización de conjuntos de datos grandes 	Development Seed (s.f.)
5. VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS AVANZADOS		
XV (18 al 22 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 (25 al 29 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)
SEMANA DE EXÁMENES (2 al 6 de diciembre)		

4. METODOLOGÍA

El curso se desarrolla mediante clases teórico-prácticas presenciales. Los conceptos teóricos son explicados por el profesor del curso durante las sesiones teóricas y también a través de lecturas previamente asignadas. Las sesiones prácticas se destinan 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://gf0657-programacionsig.github.io/2024-ii/>), en el que hay enlaces a la bibliografía y a otros recursos de aprendizaje como tutoriales y videos.

Dada la disponibilidad de diversos recursos tecnológicos que la Universidad de Costa Rica pone a disposición para el proceso de aprendizaje del estudiantado, en este curso es posible hacer uso de herramientas tecnológicas que incluyen, además de las ya mencionadas, herramientas de comunicación sincrónica en línea (ej. Zoom). Estas herramientas se utilizan como apoyo a las clases presenciales y también en el caso de que, por fuerza mayor, la clase deba ser impartida de manera virtual.

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 tres componentes: exámenes cortos, tareas programadas y proyecto final.

1. **Exámenes cortos.** Corresponden al 25% de la calificación final. Tienen como propósito principal evaluar las lecturas y los conceptos teóricos cubiertos en clase. Las semanas estimadas de realización y las secciones de la tabla de contenidos del curso a evaluar en cada examen corto se presentan en la siguiente tabla:

Semana de realización	Secciones a evaluar	Porcentaje de la calificación final del curso
V	1, 2	5%
IX	2	5%
XI	3	5%
XIV	4	5%
XVI	5	5%

2. **Tareas programadas.** Corresponden al 50% 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 de entrega	Tema a desarrollar	Porcentaje de la calificación final del curso
IV	Página web desarrollada en Markdown y publicada en Internet	15%
XII	Página web desarrollada en Markdown y con datos procesados en Python presentados en tablas y gráficos, publicada en Internet	15%
XV	Tablero de control con visualizaciones tabulares, gráficas y geoespaciales, publicado en Internet	20%

3. **Proyecto final.** Corresponden al 25% 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 (2 - 6 de diciembre)	Aplicación interactiva con visualizaciones tabulares, gráficas y geoespaciales, publicado en Internet	25%





6. TRABAJO DE CAMPO

Este curso no incluye trabajo de campo.

7. NORMATIVA DE INTERÉS

Como primera instancia, el estudiantado puede acudir a: geografia@ucr.ac.cr; o bien, al director de Escuela: pascal.girotpignot@ucr.ac.cr.

El **Reglamento de Régimen Disciplinario del Personal Académico** establece mecanismos para resolver situaciones que afectan la excelencia en el ejercicio de la labor académica y en el desarrollo armonioso de los procesos institucionales.

El **Reglamento de Orden y Disciplina de los Estudiantes de la UCR** regula la disciplina del estudiantado en TODOS los recintos de la Institución y en aquellas acciones u omisiones que, aunque se produzcan fuera de las instalaciones que comprometan la buena marcha o el buen nombre de la Universidad de Costa Rica. Se establecen faltas, sanciones y procedimientos.

El **Reglamento de Régimen Académico Estudiantil** rige los procedimientos relacionados con la evaluación y orientación académica de las diversas categorías de estudiantes de la UCR. Incluye la orientación académica en cualquier época del año, las pruebas de reposición y pruebas opcionales, las necesidades educativas especiales, la igualdad y la equiparación de oportunidades, las funciones y deberes del profesor consejero, qué es un plan de estudios, la administración de los cursos, las normas de evaluación, las calificaciones e informes finales, el rendimiento académico del estudiantado, la orientación en matrícula, etc.

El **Reglamento de la Universidad de Costa Rica en contra del Hostigamiento Sexual** cubre a hombres y mujeres (docentes, administrativos y estudiantes). Esta norma está para proteger la dignidad de la persona en sus relaciones y garantiza un clima académico fundamentado en el respeto a la libertad, el trabajo, la igualdad, la equidad, el respeto mutuo y que conduzca al desarrollo intelectual, profesional y social, libre de cualquier forma de discriminación y violencia. Las denuncias se interponen ante la Comisión Institucional contra el Hostigamiento Sexual, que, con total confidencialidad, da seguimiento a los casos y consultas en esta materia.

El **Reglamento del Servicio de Transportes** que es aplicable a los miembros de la comunidad universitaria que, en sus labores o actividades académicas, usen o controlen los recursos de transporte de la Universidad de Costa Rica. También se cuenta con la **Normativa para salidas de campo de la Escuela de Geografía**.

En los cursos que se imparten en la Escuela de Geografía, se da especial importancia al desarrollo intelectual y académico de las personas estudiantes. Por ello, se reconoce y promueve la honestidad y la originalidad en la producción académica estudiantil. El incumplimiento de estas disposiciones podría dar lugar incluso, a que se emprendan procesos sancionatorios a quienes las incumplan, a partir de lo establecido en el **Reglamento de orden y disciplina de los estudiantes de la Universidad de Costa Rica** (artículo 4 y ss.)

Para casos de emergencias, puede comunicarse al teléfono 2511-4911.





8. SOBRE LAS COMUNICACIONES OFICIALES ENTRE DOCENTES Y ESTUDIANTES:

De acuerdo con la normativa universitaria, **únicamente el correo oficial de la Universidad de Costa Rica, así como el sistema de mensajes de mediación virtual de la Universidad son los mecanismos oficiales de comunicación entre docentes y estudiantes.** Por tanto, es obligación del estudiante contar con el correo de la Universidad, consultarlo al menos una vez al día durante días hábiles y utilizar los medios descritos para comunicarse con la persona docente. El uso de cualquier otro medio electrónico no será aceptado por la persona docente, quien no tendrá obligación alguna de responder a mensajes por otras vías no oficiales.

9. 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/>

Çetinkaya-Rundel, Mine, & Hardin, Johanna (2021). *Introduction to Modern Statistics* (1st ed.). OpenIntro, Inc.
<https://openintro-ims.netlify.app/>

Development Seed. (s.f.). *lonboard*. Recuperado 1 de agosto de 2024, de
<https://developmentseed.org/lonboard/>

Downey, Allen B. (2024). *Think Python: How to Think Like a Computer Scientist* (3rd ed.). O'Reilly Media.
<https://greenteapress.com/wp/think-python-3rd-edition/>

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

Gillies, S. (s.f.). *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>

Kaggle. (s.f.-a). *Learn Pandas*. Recuperado 1 de agosto de 2024, de <https://www.kaggle.com/learn/pandas>

Kaggle. (s.f.-b). *Learn Data Visualization*. Recuperado 1 de agosto de 2024, de
<https://www.kaggle.com/learn/data-visualization>

Kaggle. (s.f.-c). *Learn Geospatial Analysis*. Recuperado 1 de agosto de 2024, de
<https://www.kaggle.com/learn/geospatial-analysis>

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





P, C. (s.f.). *plotly: An open-source, interactive data visualization library for Python*. Recuperado 1 de agosto de 2024, 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>

Wickham, Hadley; Çetinkaya-Rundel, Mirne; & Grolemund, Garret (2023). *R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data* (2nd ed.). O'Reilly Media. <https://r4ds.hadley.nz/>

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. (2024). *Geographic Software Design*. Recuperado 1 de agosto de 2024, de <https://sites.google.com/utk.edu/geog-510>

