



## **GF-0604 Procesamiento de datos geográficos**

**Profesor: Manuel Vargas Del Valle**

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

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

Horario de atención al estudiantado: L 13, K 16, M 16, J 10.

Correo electrónico institucional: manuel.vargas\_d@ucr.ac.cr

I ciclo lectivo 2022

## **PROGRAMA DEL CURSO**

### **1. DESCRIPCIÓN**

Este es un curso introductorio al procesamiento de datos geográficos mediante el lenguaje de programación R. Se estudian los fundamentos de R, sus bibliotecas geoespaciales y sus capacidades para generar gráficos estadísticos. También se utilizan herramientas para facilitar la reproducibilidad de los procedimientos y para su comunicación a través de la Internet y otros medios.

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 aprendidas. No se requiere de experiencia previa en programación de computadoras.

Tanto las lecciones teóricas como las prácticas se realizarán de manera presencial, con apoyo de medios virtuales. Los contenidos del curso y los recursos relacionados se comparten en el sitio web <https://gf0604-procesamientodatosgeograficos.github.io/2022-ij/>, así como en la plataforma Mediación Virtual de la Universidad de Costa Rica.

### **2. OBJETIVOS**

Al finalizar el curso, el estudiantado será capaz de:

- Desarrollar programas en el lenguaje de programación R, enfocados en el procesamiento de datos geoespaciales.
- Generar gráficos estadísticos mediante R.





- Integrar visualizaciones tabulares, gráficas y geospaciales de datos en documentos y aplicaciones interactivas desarrolladas con R y R Markdown.
- Desarrollar en R soluciones reproducibles y repetibles 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.

### 3. CONTENIDO DEL CURSO

SEMANA	CONTENIDO	LECTURA OBLIGATORIA
<b>1. INTRODUCCIÓN A LA PROGRAMACIÓN DE COMPUTADORAS</b>		
I (28 de marzo - 1 de abril)	<p><b>Entrega y discusión del programa del curso</b></p> <p><b>Introducción al pensamiento computacional</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos fundamentales del pensamiento computacional</li> <li>• Arquitectura de computadoras</li> <li>• Representación de información en computadoras</li> <li>• Lenguajes de programación               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Scratch: lenguaje para aprendizaje de programación</li> </ul> </li> </ul>	Jeannette M. Wing (2006, pp. 33-35)
II (4 - 8 de abril)	<p><b>Interacción entre humanos y computadoras</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interfaces humano-computador               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Interfaces gráficas de usuario (GUI)                   <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ QGIS: sistema de información geográfica de escritorio</li> </ul> </li> <li>◦ Interfaces de línea de comandos (CLI)</li> </ul> </li> </ul>	Edzer Pebesma et al. (2016) Ujaval Gandhi (2020)





	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ GDAL/OGR: biblioteca para procesamiento de datos geoespaciales</li> <li>• Interfaces programa-programa: <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Interfaces de programación de aplicaciones (API) <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Interfaces tipo REST (ej. GBIF, OpenStreetMap)</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	
Semana santa (11-15 de abril)		
III (17-22 de abril)	<p><b>Herramientas para investigación reproducible y desarrollo colaborativo de programas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reproducibilidad y repetibilidad</li> <li>• Markdown: lenguaje ligero de marcado para comunicación científica</li> <li>• Git: sistema de control de versiones</li> </ul>	<p>Ihechikara Vincent Abba (2021)</p> <p>Markdown Tutorial (s.f.)</p>
<b>2. EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN R</b>		
IV Semana universitaria (25 - 29 de abril)	<p><b>Conceptos básicos de R</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Características generales</li> <li>• Rstudio: ambiente de desarrollo integrado para R</li> <li>• Tipos de datos, operadores y variables</li> <li>• Funciones y paquetes</li> </ul>	Garret Golemund et al. (2014, capítulos 1-8)
V (2 - 6 de mayo)	<p><b>Conceptos básicos de R</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Definición de funciones</li> <li>• Condicionales</li> <li>• Ciclos</li> </ul>	Garret Golemund et al. (2014, capítulos 9-12)





VI (9 al 13 de mayo)	<b>R Markdown</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Sintaxis</li> <li>Paquetes para el desarrollo de documentos R Markdown</li> </ul>	Yihui Xie et al. (2018, capítulos 1-3, 10)
VII (16 - 20 de mayo)	<b>Tidyverse: colección de paquetes para ciencia de datos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Datos <i>tidy</i></li> <li>La colección de paquetes de Tidyverse <ul style="list-style-type: none"> <li>dplyr: paquete con gramática para manipulación de datos</li> <li>ggplot2: paquete para creación declarativa de gráficos estadísticos</li> <li>Otros paquetes</li> </ul> </li> </ul>	Hadley Wickham et al. (2017, capítulos 1-12)
<b>3. GRAFICACIÓN ESTADÍSTICA EN R</b>		
VIII (23 - 27 de mayo)	<b>Paquetes de R para graficación estadística</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>graphics: paquete base para graficación estadística</li> <li>ggplot2: paquete para creación declarativa de gráficos estadísticos</li> </ul>	Hadley Wickham (2010, pp. 3-28)  Winston Chang (2018, capítulos 1-2)
IX (30 de mayo - 3 de junio)	<b>Paquetes de R para graficación estadística</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>plotly: gráficos estadísticos para la Web</li> </ul>	Plotly (2022)
<b>4. EL ECOSISTEMA GEOESPACIAL DE R</b>		
X	<b>Introducción al manejo de datos</b>	Robin Lovelace et al. (2019,





(6 - 10 de junio)	<p><b>geoespaciales en R</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelos de datos geoespaciales <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ El modelo vectorial <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ sf: paquete para manejo de datos vectoriales</li> </ul> </li> <li>◦ El modelo raster <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ terra: paquete para manejo de datos raster</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• Visualización de datos geoespaciales <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ leaflet: paquete para desarrollo de mapas para la Web</li> <li>◦ Otros paquetes</li> </ul> </li> </ul>	capítulos 1-2)
XI (13 - 17 de junio)	<p><b>Operaciones con datos de atributos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos vectoriales</li> <li>• Datos raster</li> </ul>	Robin Lovelace et al. (2019, capítulo 3)
XII (20 - 24 de junio)	<p><b>Operaciones con datos espaciales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos vectoriales</li> <li>• Datos raster</li> </ul>	Robin Lovelace et al. (2019, capítulo 4)
XIII (27 de junio - 1 de julio)	<p><b>Operaciones con geometrías</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datos vectoriales</li> <li>• Datos raster</li> </ul>	Robin Lovelace et al. (2019, capítulo 5)
<b>5. VISUALIZACIÓN AVANZADA</b>		
XIV (4 - 8 de julio)	<p><b>Desarrollo de tableros de control</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• flexdashboard: paquete para desarrollo de tableros de control</li> </ul>	Paula Moraga (2019, capítulo 12)





	con R Markdown	
XV (11 - 15 de julio)	<b>Desarrollo de aplicaciones interactivas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>shiny: paquete para desarrollo de aplicaciones interactivas</li> </ul>	Paula Moraga (2019, capítulos 13-14)
XVI (18 - 22 de julio)	<b>Hospedaje de aplicaciones en la nube</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>shinyapps.io: plataforma para hospedaje de aplicaciones de datos.</li> </ul>	Nata Berishvili (2020)

#### 4. METODOLOGÍA

El curso se desarrollará mediante clases teórico-prácticas presenciales. 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://gf0604-procesamientodatosgeograficos.github.io/2022-i/>), 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 se podrá hacer uso de herramientas tecnológicas que incluyen, además de las ya mencionadas, herramientas de comunicación sincrónica en línea (ej. Zoom). Estas herramientas se utilizarán 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:

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 estimada de realización	Secciones a evaluar	Porcentaje de la calificación final del curso
III	1	5%
VIII	2	5%
X	3	5%
XIV	4	5%
XVI	5	5%

2. **Tareas programadas.** Corresponden al 45% 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	10%
XI	Página web desarrollada en R Markdown, con código en R que procese datos y los presente 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 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 (26-30 de julio)

Tablero de control interactivo con visualizaciones tabulares, gráficas y geoespaciales, publicado en Internet

30%

**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](mailto:geografia@ucr.ac.cr) o bien, al director de la Escuela: [pascal.girotpignot@ucr.ac.cr](mailto: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, comuníquese al teléfono 2511-4911.**

## 8. 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/>

Berishvili, N. (2020). *Create an Interactive Dashboard with Shiny, Flexdashboard, and Plotly*. Medium. <https://towardsdatascience.com/create-an-interactive-dashboard-with-shiny-flexdashboard-and-plotly-b1f025aebc9c>

Chang, W. (2018). *R graphics cookbook: Practical recipes for visualizing data* (Second edition). O'Reilly. <https://r-graphics.org/>





Gandhi, U. (2020). *Mastering GDAL Tools*. Spatial Thoughts. <https://spatialthoughts.com/courses/mastering-gdal-tools/>

Grolemund, G., & Wickham, H. (2014). *Hands-On Programming with R: Write Your Own Functions And Simulations*. O'Reilly Media. <https://rstudio-education.github.io/hopr/>

Lovelace, R., Nowosad, J., & Münchow, J. (2019). *Geocomputation with R*. CRC Press. <https://geocompr.robinlovelace.net/>

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

Pebesma, E., Wagner, W., Verbesselt, J., Goor, E., Briese, C., & Neteler, M. (2016). *OpenEO: a GDAL for Earth Observation Analytics*. <https://r-spatial.org/2016/11/29/openeo.html>

Plotly. (2022). *Getting Started with Plotly in R*. <https://plotly.com/r/getting-started/>

Wickham, H. (2010). A Layered Grammar of Graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 19(1), 3-28. <https://doi.org/10.1198/jcgs.2009.07098>

Wickham, H. (2014). Tidy Data. *Journal of Statistical Software*, 59(1), 1-23. <https://doi.org/10.18637/jss.v059.i10>

Wickham, H., & Grolemund, G. (2017). *R for Data Science: Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data*. O'Reilly Media. <https://r4ds.had.co.nz/>

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>. Disponible en <https://www.cs.cmu.edu/~15110-s13/Wing06-ct.pdf>.

Xie, Y., Allaire, J. J., & Grolemund, G. (2018). *R Markdown: The definitive guide*. CRC Press. <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown/>

## Bibliografía complementaria

Atlan. (s. f.). *Free Online Course—Introduction to GIS in R*. Atlan. Recuperado 20 de marzo de 2022, de <https://atlan.com/courses/introduction-to-gis-r/overview/>





Bivand, R. (2022). *CRAN Task View: Analysis of Spatial Data*. <https://CRAN.R-project.org/view=Spatial>

Canelón, S. (2020). *An Antarctic Tour of the Tidyverse*. <https://spcanelon.github.io/tour-of-the-tidyverse/>

Carnes, B. (2020). *Git and GitHub Crash Course*. FreeCodeCamp.Org. <https://www.freecodecamp.org/news/git-and-github-crash-course/>

Carrera Arias, F. J. (2020). *How to Install R on Windows, Mac OS X, and Ubuntu Tutorial*. DataCamp Community. <https://www.datacamp.com/community/tutorials/installing-R-windows-mac-ubuntu>

Codecademy. (s. f.). *Command Line Tutorial: Learn The Command Line*. Codecademy. Recuperado 19 de marzo de 2022, de <https://www.codecademy.com/learn/learn-the-command-line>

Harvard University. (2022). *CS50's Introduction to Computer Science*. EdX. <https://www.edx.org/course/introduction-computer-science-harvardx-cs50x>

Healy, Y. H. and C. (s. f.). *From data to Viz | Find the graphic you need*. Recuperado 20 de marzo de 2022, de <https://www.data-to-viz.com/data-to-viz.com>

Mas, J.-F. (2018). *Análisis espacial con R: Usa R como un Sistema de Información Geográfica*. European Scientific Institute. <http://eujournal.org/files/journals/1/books/JeanFrancoisMas.pdf>

Moraga, P. (2019). *Geospatial Health Data: Modeling and Visualization with R-INLA and Shiny*. Chapman & Hall/CRC. <https://www.paulamoraga.com/book-geospatial/>

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

Orellana, S. (2021). *Datos espaciales con R*. [https://sporella.github.io/datos\\_espaciales\\_madrid/](https://sporella.github.io/datos_espaciales_madrid/)

Pebesma, E., & Bivand, R. (2022). *Spatial Data Science*. <https://keen-swartz-3146c4.netlify.app/>





R-Ladies Global. (2020). *R-Ladies Chicago (English)—An Antarctic Tour of the Tidyverse—Silvia Canelón*. [https://www.youtube.com/watch?v=m\\_ZoMmAlx-o](https://www.youtube.com/watch?v=m_ZoMmAlx-o)

R-Ladies Madrid. (2021). *R-Ladies Madrid (español)—Analiza datos espaciales—Stephanie Orellana*. <https://www.youtube.com/watch?v=59tO2ARvVVU>

RStudio. (s. f.). *RStudio Cheatsheets*. Recuperado 20 de marzo de 2022, de <https://www.rstudio.com/resources/cheatsheets/>

RStudio. (s. f.). *Using shiny with flexdashboard*. Recuperado 20 de marzo de 2022, de <https://rstudio.github.io/flexdashboard/articles/shiny.html>

Sabbata, S. D. (s. f.). *R for Geographic Data Science*. Recuperado 20 de marzo de 2022, de <https://sdesabbata.github.io/r-for-geographic-data-science/>

Xie, Y., Dervieux, C., & Riederer, E. (2020). *R Markdown Cookbook*. CRC Press. <https://bookdown.org/yihui/rmarkdown-cookbook/>

Walum, H., & De León, D. (s. f.). *Teacups, giraffes, & statistics*. Recuperado 2 de marzo de 2020, de <https://tinystats.github.io/teacups-giraffes-and-statistics/>

Wickham, H. (s. f.). *Style guide · Advanced R*. Recuperado 20 de marzo de 2022, de <http://adv-r.had.co.nz/Style.html>

