



## **GF0659 Exploración y explotación de geodatos**

**Profesor: Manuel Vargas Del Valle**

Grupo 001. Horario L 16-17-18, J 16-17-18. Aula 214. Créditos: 4.

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

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

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

II ciclo lectivo 2023

### **PROGRAMA DEL CURSO**

#### **1. DESCRIPCIÓN**

Este es un curso sobre sistemas de bases de datos espaciales. Se analizan las ventajas de un enfoque de manejo de información con bases de datos con respecto a otros enfoques, como los basados en archivos. También se estudian los conceptos fundamentales de los sistemas administradores de bases de datos (SABD), así como del diseño de bases de datos y de su consulta, los cuales le permitirán al estudiante modelizar e implementar soluciones a problemas que involucren datos espaciales y de otros tipos, mediante el uso del lenguaje de consulta estructurada (SQL).

El enfoque del curso es teórico-práctico, con lecciones magistrales combinadas con sesiones prácticas en las cuales los estudiantes aplican en diversos escenarios los conocimientos y habilidades aprendidas.

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://gf0659-exploraciongeodatos.github.io/2023-ii/> y en la plataforma Mediación Virtual de la Universidad de Costa Rica.

**Somos Geografía - UCR: Enseñando desde 1946 y formando profesionales a partir de 1974**

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro, Montes de Oca, San José, Costa Rica

Teléfonos: Recepción: 2511-6402 | Asuntos Estudiantiles 2511-6469 | Código Postal 11501-2060

Página web: <http://www.geografia.fcs.ucr.ac.cr> | dirección electrónica: [geografia@ucr.ac.cr](mailto:geografia@ucr.ac.cr)





## 2. OBJETIVOS

Al finalizar el curso, el estudiantado será capaz de:

- Identificar las ventajas de un enfoque de manejo de información basado en bases de datos con respecto a un enfoque basado en archivos.
- Identificar los principales componentes de un sistema de bases de datos.
- Diseñar e implementar bases de datos convencionales y espaciales.
- Integrar bases de datos espaciales con sistemas de información geográfica y otras herramientas de consulta y visualización.
- Explorar y explotar bases de datos mediante SQL.

## 3. CONTENIDO DEL CURSO

SEMANA	CONTENIDO	LECTURA OBLIGATORIA
<b>1. Introducción a los sistemas de bases de datos</b>		
I (14 al 18 de agosto)	Entrega y discusión del programa del curso  Ventajas del enfoque de bases de datos y de su integración con sistemas de información geográfica	Adrienne Watt y Nelson Eng (2014, capítulo 1)  Matt Forrest (2021)
II (21 al 25 de agosto)	Conceptos fundamentales sobre sistemas de bases de datos <ul style="list-style-type: none"><li>• Bases de datos</li><li>• Sistemas administradores de bases de datos (SABD)</li></ul> Ejemplos de SABD <ul style="list-style-type: none"><li>• PostgreSQL, Oracle, MySQL, otros</li></ul> Instalación de PostgreSQL	Abraham Silberschatz et al. (2019, capítulo 1)  Database Systems Concepts-Slides (s.f., capítulo 1)  Adrienne Watt y Nelson Eng (2014, capítulos 2 y 3)
III (28 de agosto al 1)	El modelo relacional <ul style="list-style-type: none"><li>• Conceptos básicos (relaciones,</li></ul>	Abraham Silberschatz et al. (2019,





de setiembre)	<p>tuplas, atributos, llaves)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Integridad</li><li>• Normalización</li></ul> <p>El modelo entidad - relación</p>	<p>capítulo 2)</p> <p>Database Systems Concepts-Slides (s.f., capítulo 2)</p> <p>Adrienne Watt y Nelson Eng (2014, capítulos 4, 7 y 8)</p>
<b>2. Introducción al lenguaje de consulta estructurada (SQL)</b>		
IV (4 al 8 de setiembre)	<p>Conceptos básicos de SQL</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Historia</li><li>• Estándares</li></ul> <p>Definición de datos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• La sentencia CREATE TABLE</li><li>• La sentencia INSERT</li><li>• La sentencia DELETE</li><li>• La sentencia DROP TABLE</li><li>• La sentencia ALTER</li></ul> <p>Integridad de datos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• PRIMARY KEY</li><li>• FOREIGN KEY</li><li>• NOT NULL</li></ul> <p>Consulta de datos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• La sentencia SELECT<ul style="list-style-type: none"><li>◦ La cláusula FROM</li><li>◦ La cláusula WHERE</li><li>◦ La cláusula ORDER BY</li><li>◦ Las cláusulas GROUP BY y HAVING</li><li>◦ Otras cláusulas: AS, DISTINCT, LIMIT (TOP), CASE</li></ul></li></ul>	<p>Abraham Silberschatz et al. (2019, capítulo 3)</p> <p>Database Systems Concepts-Slides (s.f., capítulo 3)</p> <p>W3Schools (s.f.)</p>
V (11 al 15 de setiembre)	<p>Operaciones de conjuntos</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• UNION</li><li>• INTERSECT</li><li>• EXCEPT</li></ul> <p>Manejo de valores nulos</p>	<p>Abraham Silberschatz et al. (2019, capítulo 3)</p> <p>Database Systems Concepts-Slides (s.f., capítulo 3)</p>
VI	Índices	Abraham Silberschatz et al. (2019,





(18 al 22 de setiembre)	Consultas en múltiples tablas <ul style="list-style-type: none"><li>• INNER JOIN</li><li>• LEFT JOIN</li><li>• RIGHT JOIN</li><li>• FULL OUTER JOIN</li></ul> Vistas	capítulo 4) Database Systems Concepts-Slides (s.f., capítulo 4)
<b>3. Diseño de bases de datos</b>		
VII (25 al 29 de setiembre)	Diseño conceptual  Diseño lógico	Abraham Silberschatz et al. (2019, capítulo 6)  Database Systems Concepts-Slides (s.f., capítulo 6)  Adrienne Watt y Nelson Eng (2014, capítulos 5 y 10)
VIII (2 al 6 de octubre)	Diseño lógico (continuación)  Diseño físico	Abraham Silberschatz et al. (2019, capítulo 7)  Database Systems Concepts-Slides (s.f., capítulo 7)  Adrienne Watt y Nelson Eng (2014, capítulos 9, 11, 12 y 13)
<b>4. Bases de datos espaciales</b>		
IX (9 al 13 de octubre)	Conceptos básicos de bases de datos espaciales <ul style="list-style-type: none"><li>• Estándares</li><li>• Tipos de datos</li><li>• Sistemas de coordenadas</li><li>• Índices</li><li>• Funciones</li></ul> Instalación de PostGIS	Elizabeth Christensen (2022)  Topi Tjukanov (2019)  Introduction to PostGIS (s.f., módulos del 1 al 5)
X (16 al 20 de octubre)	Integración con sistemas de información geográfica <ul style="list-style-type: none"><li>• QGIS</li></ul>	Crunchy Data (2021)





XI (23 al 27 de octubre)	Integración con otras herramientas de consulta y visualización <ul style="list-style-type: none"><li>Jupyter Notebooks</li></ul>	DataCamp (2019)  Saturn Cloud (2023)
<b>5. SQL espacial</b>		
XII (30 de octubre al 3 de noviembre)	Manejo de geometrías <ul style="list-style-type: none"><li>Puntos</li><li>Líneas</li><li>Polígonos</li><li>Colecciones</li><li>Raster</li></ul> Relaciones espaciales <ul style="list-style-type: none"><li>ST_Equals(), ST_Intersects(), ST_Crosses(), ST_Overlaps(), ST_Touches(), ST_Within(), ST_DWithin(), ST_Contains(), ST_Disjoint() y otras funciones</li></ul> Mediciones <ul style="list-style-type: none"><li>ST_Area(), ST_Length(), ST_Perimeter()</li></ul>	Introduction to PostGIS (s.f., módulos del 6 al 12)
XIII (6 al 10 de noviembre)	Consultas espaciales en múltiples tablas <ul style="list-style-type: none"><li>JOIN espaciales</li></ul> Agregaciones espaciales <ul style="list-style-type: none"><li>GROUP BY espacial</li></ul> Índices espaciales	Introduction to PostGIS (s.f., módulos del 13 al 15)
XIV (13 al 17 de noviembre)	Manejo de sistemas de coordenadas <ul style="list-style-type: none"><li>ST_SetSRID(), ST_SRID, ST_Transform()</li></ul> Manejo de datos tipo GEOGRAPHY	Introduction to PostGIS (s.f., módulos del 16 al 19)
XV (20 al 24 de noviembre)	Funciones para construcción de geometrías <ul style="list-style-type: none"><li>ST_Centroid(), ST_PointOnSurface(),</li></ul>	Introduction to PostGIS (s.f., módulos del 20 al 23)





	ST_Buffer(), ST_Intersection(), ST_Union()  Validación de geometrías <ul style="list-style-type: none"><li>ST_IsValid(), ST_IsValidReason(), ST_MakeValid()</li></ul>	
XVI (27 de noviembre al 1 de diciembre)	Visualización de bases de datos espaciales	Crunchy Data (2023)
<b>SEMANA DE EVALUACIONES FINALES</b> <b>(4 al 8 de diciembre)</b>		

#### 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 diseño, implementación y consulta de bases de datos 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://gf0659-exploraciongeodatos.github.io/2023-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, 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 e intercambiar opiniones con el profesor y sus compañeros.

## 5. EVALUACIÓN

La evaluación incluye tres componentes: exámenes cortos, tareas y un 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 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
IV	1	5%
VII	2	5%
IX	3	5%
XII	4	5%
XVI	5	5%

2. **Tareas.** Corresponden al 50% de la calificación final del curso. Consisten en ejercicios de diseño, implementación, consulta y visualización de bases de datos que deben ser resueltos por los estudiantes fuera del tiempo de clase. Las semanas de entrega y valor de cada tarea se presentan en la siguiente tabla:







Semana estimada de entrega	Tema	Porcentaje de la calificación final del curso
VIII	SQL no espacial	15%
X	Diseño de bases de datos	15%
XV	SQL espacial	20%

3. **Proyecto final.** Corresponde 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	Porcentaje de la calificación final del curso
Semana de evaluaciones finales	Visualización de bases de datos espaciales	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](mailto:geografia@ucr.ac.cr); o bien, al director de 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

**Somos Geografía - UCR: Enseñando desde 1946 y formando profesionales a partir de 1974**

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro, Montes de Oca, San José, Costa Rica

Teléfonos: Recepción: 2511-6402 | Asuntos Estudiantiles 2511-6469 | Código Postal 11501-2060

Página web: <http://www.geografia.fcs.ucr.ac.cr> | dirección electrónica: [geografia@ucr.ac.cr](mailto:geografia@ucr.ac.cr)







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, 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

Christensen, Elizabeth. (2022). *PostGIS For Newbies*. Crunchy Data. <https://crunchydata.com/blog/postgis-for-newbies>

Crunchy Data. (2021). *Using QGIS with PostGIS*. <https://www.youtube.com/watch?v=eddc0yLtqq5>

Crunchy Data. (2023). *Pg\_featureserv* [Go]. Crunchy Data. [https://github.com/CrunchyData/pg\\_featureserv](https://github.com/CrunchyData/pg_featureserv)

*Database System Concepts—Slides*. (s.f.). Recuperado 13 de agosto de 2023, de <https://www.db-book.com/slides-dir/>

DataCamp. (2019). *SQL Interface within JupyterLab*. <https://www.datacamp.com/tutorial/sql-interface-within-jupyterlab>

Forrest, Matt. (2021). *The case for using spatial SQL*. <https://forrest.nyc/the-case-for-using-spatial-sql/>

*Introduction to PostGIS*. (s.f.). Recuperado 13 de agosto de 2023, de <https://postgis.net/workshops/postgis-intro/>

Tjukanov, Topi. (2019). Why should you care about PostGIS? — A gentle introduction to spatial databases. *Medium*. <https://medium.com/@tjukanov/why-should-you-care-about-postgis-a-gentle-introduction-to-spatial-databases-9eccd26bc42b>

Saturn Cloud. (2023). *How To Use SQL In a Jupyter Notebook*. <https://saturncloud.io/blog/how-to-use-sql-in-a-jupyter-notebook/>

Silberschatz, Avi, Korth, Henry, & Sudarshan, S. (2019). *Database System Concepts* (7th edition). McGraw-Hill Education.





W3Schools. (s.f.). *SQL Tutorial*. Recuperado 14 de agosto de 2023, de <https://www.w3schools.com/sql/>

Watt, Adrienne, & Eng, Nelson. (2014). *Database Design - 2nd Edition*. Victoria, B.C.: BCcampus. <https://opentextbc.ca/dbdesign01/>

### **Bibliografía complementaria**

*Database System Concepts—7th edition*. (s.f.). Recuperado 13 de agosto de 2023, de <https://www.db-book.com/>

Date, C. J. (2003). *Introduction to Database Systems, An* (8th edition). Pearson.

Elmasri, Ramez, & Navathe, Shamkant. (2015). *Fundamentals of Database Systems* (7th edition). Pearson.

Hsu, Leo. S., & Obe, Regina. (2021). *PostGIS in Action, Third Edition* (3rd edition). Manning.

Qiusheng, Wu. (2021). *Spatial Data Management with PostGIS*. <https://www.youtube.com/playlist?list=PLAxJ4-o7ZoPcvp0ETujkLVCmKIGj-YvIG>

Sen, Neelasha. (2023). *Running SQL queries on Jupyter notebook*. <https://ploomber.io/blog/sql-on-jupyter/>

Suárez, Juan Manuel. (2022). *PostGIS - Extensión de PostgreSQL para Trabajar con Bases de Datos Espaciales*. [https://www.youtube.com/playlist?list=PL\\_YyCdnLDJAjD4sfB3z2p\\_MOcleKUCVwy](https://www.youtube.com/playlist?list=PL_YyCdnLDJAjD4sfB3z2p_MOcleKUCVwy)

