



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE  
HIDALGO  
FACULTAD DE BIOLOGÍA**



**SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

**Datos generales:**

Semestre: Noveno

Área académica: Ecología

Carga horaria: 6 horas por semana (Teoría 3, laboratorio 2, campo 1)

Número de semanas del semestre: 16

Número de créditos: 6

Fecha de elaboración: junio de 2016

Participantes en la elaboración: Juan Manuel Ortega Rodríguez, Alberto Gómez-Tagle Chávez

Fecha de la última revisión: julio de 2023

Participantes en la última revisión: Gerardo Ruiz Sevilla, Alberto Gómez-Tagle Chávez

Profesores que imparten la materia: Juan Manuel Ortega Rodríguez, Gerardo Ruiz Sevilla, Eduardo Mendoza, Rafael Hernández, Juan Felipe Charre Medellín, Alberto Gómez-Tagle Chávez.

**Correlación directa con otras materias:** Edafología, climatología, ecología de comunidades, ecología de poblaciones, autoecología, todas las botánicas, todas las zoologías, manejo de recursos naturales, biogeografía, paleontología, limnología y sistemas acuáticos, biología de la conservación, educación ambiental.

**Perfil profesional del profesor:** Biólogo, Ingeniero ambiental o Geógrafo con experiencia en Sistemas de Información Geográfica, manejo de Sistemas de Posicionamiento Global (GPS) y análisis cartográfico aplicado.

**Introducción**

Los Sistemas de Información Geográfica, o SIG para abreviar, se están convirtiendo rápidamente en una herramienta esencial en muchas áreas de la investigación biológica. Sin embargo, comprender cómo utilizar correctamente los SIG en el quehacer del biólogo no es necesariamente sencillo. Nos enfrentamos a un lenguaje completamente nuevo de lenguaje poco familiar y confuso, lo que dificulta saber por dónde empezar. Esta dificultad se amplifica aún más por el hecho de que el aprendizaje de estas herramientas ha sido desarrollado por geógrafos en lugar de biólogos, lo cual ocasiona por estas dificultades y abandonan sus intentos de usar SIG en su investigación y aplicación.

En este sentido, la clave es no tratar de aprender cómo usar los SIG como un conjunto abstracto de conceptos y tareas, y ciertamente no aprender cómo los geógrafos lo usan. Más bien, la clave es aprender específicamente cómo aplicarlo al tipo de tareas que se necesitan en el ámbito de las ciencias biológicas.

Sin embargo, el SIG es una herramienta poderosa para los biólogos y, según nuestra experiencia, con la introducción correcta, cualquiera puede familiarizarse con él de manera rápida y fácil, para beneficio de su trabajo.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son sistemas proactivos para la gestión del territorio. Los mismos conjugan bases de datos georreferenciadas, cartografía digital, imágenes satelitales e información generada por distintos sensores y satélites, sistemas de posicionamiento global y trabajo de campo.

Los SIG han demostrado su utilidad en el diagnóstico y tratamiento de temáticas muy variadas, desde el medio ambiente, los recursos naturales, el ordenamiento territorial, el urbanismo, la planificación del transporte, la gestión y planificación de los servicios públicos,

el geomarketing, hasta el mapeo de cambios sociodemográficos, el impacto del cambio climático, o los flujos migratorios, así como también la generación de escenarios futuros para la mitigación de impactos y la planificación estratégica.

La actual revolución geotecnológica determina que haya una demanda creciente de profesionales que posean un manejo adecuado de los Sistemas de Información Geográfica. Ello impacta de manera directa en la demanda laboral de los egresados de la Facultad de Biología. El dominio de los conocimientos teóricos y aplicados que se obtengan en este curso proporcionará a los egresados una ventaja en su desempeño profesional frente a otros especialistas.

La biodiversidad es un tema multifacético y, por lo tanto, puede comprender múltiples taxones de todos los biomas posibles, y puede separarse aún más en diversidad funcional y fitogenética. El cambio global inducido por el hombre amenaza cada vez más la biodiversidad en todas sus formas. Por lo tanto, la pérdida de biodiversidad debe abordarse ahora, y la comunidad científica debe proporcionar respuestas sobre cómo alcanzar un escenario de pérdida neta cero. La percepción remota, combinada con los SIG, ofrece las herramientas para monitorear y mapear la superficie de la Tierra a diferentes escalas espacio-temporales, mientras que los biólogos proporcionan conocimiento sobre la biota de la Tierra, su ecología y cómo protegerla. La percepción remota tiene un enorme potencial para proporcionar información sobre el estado y la presión sobre la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, a múltiples escalas espaciales y temporales.

### **Objetivo general**

Proporcionar los conceptos básicos de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de la Percepción Remota, conocer su papel, importancia y aplicación en los diferentes problemas del ámbito biológico con expresión geográfica, así como proporcionar las herramientas de análisis y planificación adecuadas para un manejo y aprovechamiento racional de los recursos naturales.

## **Contenidos**

### **Presentación del curso (1 hora)**

### **Unidad 1. INTRODUCCIÓN A LOS METODOS CARTOGRÁFICOS (16 hrs)**

**Objetivo:** Revisar los conceptos esenciales de la cartografía como fundamento para el trabajo con los sistemas de información geográfica y la percepción remota.

- 1.1. Principios de cartografía
  - 1. 1 Proyecciones
    - 1.1.1.1 Empleo de proyecciones cartográficas
    - 1.1.1.2 Clasificación de las proyecciones
    - 1.1.1.3 Atributos de las proyecciones
  - 1. 2 Forma de la Tierra
    - 1.2.1 Elipsoide
    - 1.2.2 Geóide
    - 1.2.3 Tamaño de la Tierra
- 1.2. Elementos cartográficos
  - 1.2.1 Escala de mapas
    - 1.2.1.1 Formas de reportar la escala
    - 1.2.1.2 Factor de escala
    - 1.2.1.3 Determinación de la escala de un mapa
    - 1.2.1.4 Transformación de la escala de un mapa

#### 1.2.1.5 Escalas comunes de mapas

### 2.2 Sistemas de coordenadas

#### 2.2.1 Coordenadas geográficas (Latitud y Longitud)

#### 2.2.2 Coordenadas rectangulares (Sistema UTM)

### 2.3 Interpretación cartográfica

#### 2.3.1 Simbología y leyendas básicas

#### 2.4 Conceptos de Modelos Digitales de Elevación (MDE)

### 2.4 Manejo básico de cartografía en campo.

#### 2.4.1 Brújula

#### 2.4.2. Tipos de brújula

#### 2.4.3. Manejo de brújula

2.4.4. Norte Magnético, Norte geográfico, declinación magnética y variación magnética anual.

2.4.4. Orientación con brújula y carta topográfica (Práctica de campo 1. Orientación e interpretación de relieve.

## **Unidad 2. Sistemas de Posicionamiento Global (4 hrs)**

**Objetivo:** Comprender los principios básicos del GPS y sus aplicaciones

### 2.1 Breve historia de los Sistemas de Posicionamiento Global

#### 2.2 Componentes de un sistema GPS

##### 2.2.1 Segmento espacial

##### 2.2.2 Segmento de control

##### 2.2.3 Segmento usuario

### 2.3 Funcionamiento de los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS).

#### 2.2 Tipos de GPS, errores, deriva y corrección de posiciones.

#### 2.3 Manejo básico y funcionamiento de GPS (Receptores).

#### 2.4 Fuentes de error, corrección diferencial y posicionamiento de precisión.

#### 2.5 Aplicaciones del sistema GPS

## **Unidad 3. Sistemas de Información Geográfica (22)**

**Objetivo:** Integrar la información de diferentes fuentes, como son las imágenes de satélite, las cartas temáticas y los modelos digitales de elevación del terreno, en un Sistema de Información Geográfica que se pueda consultar con diferentes operaciones analíticas, como ayuda para la evaluación de los Recursos Naturales y en la toma de decisiones

### 3.1 Breve reseña histórica

### 3.2 Estructura y funcionamiento general de los SIG.

### 3.3 Modelos de datos geo-espaciales

#### 3.3.1 Modelo vectorial

#### 3.3.2 Modelo Raster

#### 3.3.3 Modelos raster vs. Vectorial

### 3.4 Modelos de datos avanzados

#### 3.4.1 Superficies

#### 3.4.2 Objetos tridimensionales

### 3.4.2 Representación del tiempo

### 3.5 Georreferencia y sistemas de coordenadas

### 3.6 Hardware para aplicaciones de SIG

### 3.7 Software de SIG disponibles

### 3.8 Entrada de datos

#### 3.8.1 Digitalización

#### 3.8.2 GPS y trabajo de campo

#### 3.8.3 Percepción Remota

### 3.9. Base de datos espaciales

#### 3.10 Análisis espacial básico

##### 3.10.1 Operaciones lógicas

##### 3.10.2 Operaciones aritméticas

##### 3.10.3 Operaciones estadísticas

##### 3.10.4 Operaciones Geométricas

##### 3.10.5 Clasificación y reclasificación

##### 3.10.6 Sobreposición

### 3.11 Presentación de resultados

#### 3.11.1 Diseño cartográfico

#### 3.11.2 Visualización

#### 3.11.3 Generación de reportes

#### 3.11.4 Metadatos

## **Unidad 4. Percepción remota y procesamiento de imágenes (22)**

**Objetivo:** Adquirir el conocimiento de las características físicas de la radiación y reflexión de la luz y el concepto de firma espectral, así como familiarizarse con los sensores y plataformas más comunes utilizadas en la Percepción Remota y finalmente tener los elementos básicos para el manejo, despliegue, realce y clasificación digital de imágenes de satélite.

### 4.1 Introducción

#### 4.1.1 Breve historia de la percepción remota.

#### 4.1.2 Definición de percepción remota.

### 4.2 Principios físicos de la Percepción Remota

#### 4.2.1 Fuente de radiación

#### 4.2.2 Propiedades de la radiación.

#### 4.2.3 Espectro electromagnético.

#### 4.2.4 Energía solar radiante.

#### 4.2.5 Energía termal radiante.

#### 4.2.6 Transmisión de la luz.

##### 4.2.6.1 Objetos de la superficie terrestre.

##### 4.2.6.2 Características reflectivas de los objetos.

##### 4.2.6.3 Características emisivas de los objetos.

#### 4.2.7 Sensores.

#### 4.2.8 Sistemas pasivos y activos.

### 4.3 Satélites de recursos naturales y otros

#### 4.3.1 Software de utilidad para conocer la cobertura y posición de los satélites

- 4.4 Imágenes digitales
  - 4.4.1 Características.
  - 4.4.2 Medios digitales.
- 4.5 Principios de procesamiento digital de imágenes
  - 4.5.1 Visualización de imágenes
  - 4.5.2 Realce digital
    - 4.5.2.1 Filtros (ventanas).
    - 4.5.2.2 Revisión y manipulación del histograma
    - 4.5.2.3 Ajuste de contraste
    - 4.5.2.4 Compuestos en color
  - 4.5.3 Transformación
    - 4.5.4 Cocientes e índices de vegetación
    - 4.5.5 Conceptos de clasificación digital
      - 4.5.5.1 Firma espectral
      - 4.5.5.2 Clasificación no supervisada
      - 4.5.5.3 Clasificación supervisada
- 4.6 Presentación de Resultados
- 4.7 Aplicaciones de la percepción remota.

### **Metodología y desarrollo general del curso**

Exposición del temario de teoría, y para el desarrollo de los seminarios y proyecto de investigación. Desarrollo del temario de prácticas. Trabajo autónomo del alumno para el estudio y comprensión de los conceptos de teoría y prácticas, así como para la búsqueda de información y bibliografía para la realización de proyectos de investigación y elaboración de cuadros comparativos. Tutorías personalizadas para la resolución de dudas del alumno y planteamientos de nuevos objetivos y retos en la materia. Aplicación de actividades y ejercicios de aplicación de métodos y herramientas cartográficas para la comprensión y aplicación de los tópicos de la materia.

### **PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

Como esta materia no tiene laboratorios formales asignados y dada la naturaleza de los posibles ejercicios prácticos, los cuales pueden hacerse en las computadoras personales de los estudiantes, las prácticas se realizarán en las diferentes aulas con computadoras, Ed. X, Aula Multimedia.

**Práctica 1.** Elementos cartográficos e interpretación cartográfica (aula).

**Práctica 2.** Interpretación, manejo cartográfico, cálculo de superficies, distancias y conversión de acuerdo a las escalas

**Práctica 3.** Manejo práctico de brújula como herramienta de orientación y navegación en campo empleando brújula y material cartográfico.

**Práctica 4.** Uso de receptores GPS

**Práctica 5.** Procesamiento de datos GPS

**Práctica 6.** Introducción al software QGIS

**Práctica 7.** Búsqueda, obtención y descarga de modelos espaciales de datos, raster vs vectorial.

**Práctica 8.** Modelos digitales de terreno, sombreado analítico, pendiente y orientación

**Práctica 9.** Modelos y datos vectoriales de punto, líneas y polígono

**Práctica 10.** Corte, sobreposición y proceso de datos vectoriales

**Práctica 11.** Asignación de atributos en modelos vectoriales

**Práctica 12.** Modelos digitales, altitud, clima y ocurrencia de especies

**Práctica 13.** Digitalización, capas vectoriales y perfiles topográficos.

**Práctica 14.** Problemas prácticos de análisis espacial

**Práctica 15.** Diseño Cartográfico.

**Práctica 16.** Búsqueda, descarga y visualización de imágenes satelitales

**Práctica 17.** Realce digital

**Práctica 18.** Transformación de imágenes (índices de vegetación, TasseledCap y Análisis de Componentes Principales)

**Práctica 19.** Clasificación de imágenes de satélite

## SALIDAS DE CAMPO

Manejo cartográfico + orientación y manejo de brújula

Sección	Lugar de salida de campo	Fecha de la salida
901		
902	Pico Azul + Cascada de Ichaqueo	17 sept
903	Pico Azul + Cascada de Ichaqueo	17 sept
904		
905		
906		
907		

Manejo de GPS + interpretación de uso del suelo + imágenes de satélite

Sección	Lugar de salida de campo	Fecha de la salida
901	Parque Turístico de Chupícuaro, Quiroga, Michoacán	11 noviembre
902	Pátzcuaro, Estribo + Tzirate	11 y 12 noviembre
903	Pátzcuaro, Estribo + Tzirate	11 y 12 noviembre
904		
905	Sierra Gorda	18 al 20 noviembre
906	Sierra Gorda	18 al 20 noviembre
907	Parque Turístico de Chupícuaro, Quiroga, Michoacán	11 noviembre

## CONFERENCIAS

Título de la conferencia	Nombre del Ponente	Fecha	Modalidad (en línea/ presencial)
"SIG + Drones aplicados en medio ambiente y recursos naturales"	Luis Miguel Morales Manilla	30 octubre	Presencial
Aplicación de percepción remota y la IA al análisis de cambio de uso del suelo y monitoreo de cultivos	Heriberto Padilla	29 sept	Presencial
Determinación del volumen de agua para riego en Tancítaro	Gerardo Ruiz Sevilla	24 noviembre	Presencial

## EVALUACIÓN

**Evaluación diagnóstica.** Se hará una evaluación diagnóstica para establecer el manejo de información que tienen los alumnos sobre los contenidos de la materia, conocer deficiencias, carencias y fortalezas cognitivas.

### Evaluación formativa.

La parte teórica se evaluará mediante análisis y socialización de lecturas, seminarios, exámenes divididos en cuatro partes, correspondiendo a cada una de las unidades del programa.

La parte práctica se evaluará por medio de ejercicios prácticos, tareas y el trabajo final de desarrollo cartográfico.

### Evaluación sumativa.

#### Parte Teórica

Rubros	Valor (%)	Observaciones
Lecturas y tareas	10%	Análisis y socialización
Seminarios	20%	Presentación de temas en forma individual o por equipo
Exámenes	15% cada examen total 60%	Cada una de las unidades
Conferencias	10 %	Resúmenes de conferencias

#### Parte Práctica

Rubros	Valor (%)	Observaciones
Entrega de ejercicios + tareas	15%	Desarrollo del apartado metodológico de la práctica y su aplicación
Reporte de prácticas SIG	15%	Aplicaciones entrega
Prácticas de campo obligatorias	15%	Reporte de campo
Trabajo final cartográfico	55%	Material cartográfico desarrollado en base a proyecto específico

**NOTA:** Al final del curso sólo se obtendrá una calificación. Para que el promedio pueda realizarse es necesario que ambas partes (teoría y práctica) sean aprobatorias con calificación mínima de seis (6.0): Promedio Final = (Teoría + Práctica) / 2.

En caso de que se tengan que presentar los exámenes extraordinario y extraordinario de regularización, estos comprenderán la teoría y la práctica y ambos deben ser aprobatorios.

- Se requiere la asistencia a clases que pide el reglamento general de exámenes de la UMSNH para tener derecho a la evaluación final. En caso de que el alumno repruebe (5 o menos) el alumno tendrá derecho a examen extraordinario bajo los lineamientos de dicho reglamento.

(<https://www.umich.mx/documentos/Normatividad/13%20Reglamento%20General%20de%20Exámenes.pdf>).

## BIBLIOGRAFÍA

- Abdul-Rahman, A. and M. Pilouk. 2008. Spatial Data Modelling for 3D GIS. Springer-Verlag Heilderberg.
- Anselin, L. and S.J. Rey (eds). 2010. Perspectives on Spatial Data Analysis. Springer Heilderberg Dordrecht London New York.
- Brundsdon, C. and L. Comber. 2015. An introduction to R for spatial data analysis and mapping. SAGE.
- Campagna, M. (ed.). 2006. GIS for Sustainable Development. CRC Press Book. Taylor & Francis Group. London and New York.
- Chuvieco, E. 1995. Fundamentos de teledetección especial. Segunda Edición. Ediciones RIALP, S.A.
- Elmes, G. A., Roedl, G. and J. Conley (eds.). 2014. Forensic GIS. Springer Heilderberg Dordrecht London New York.
- Galati, S. R. 2006. Geographic Information Systems Demystified. Artech House. Boston & London.
- Haining, R. 2004. Spatial Data Analysis. Theory and Practice. Cambridge University Press.
- Harvey, F. 2008. A primer of GIS. Fundamental geographic and cartographic concepts. The Guilford Press.
- Konecny, G. 2003. Geoinformation. Remote Sensing, photogrammetry and geographic information systems. Taylor & Francis. London and New York.
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. and D. W. Rhind. 2005. Geographic Information analysis. John Wiley & Sons.
- Lusch, D. P. 1999. Fundamental of GIS. Emphasizing GIS use for Natural Resource Management. Center for Remote Sensing and Geographic Information Science, Michigan State University.
- MacFarlane, R. (2005). A Guide to GIS Applications in Integrated Emergency Management, Emergency Planning College, Cabinet Office.
- Neteler M. and H. Mitasova. 2005. Open Source GIS: A GRASS GIS approach. Second Edition. Kluwer Academic Publishers.

### PROPUESTA DE CALENDARIO DE ACTIVIDADES

SEMANA 1 (14 al 18 de agosto)	SEMANA 2 (21 al 25 de agosto)
1. Presentación del programa Introducción	1. INTRODUCCIÓN A LOS METODOS CARTOGRÁFICOS 1.1. Principios de cartografía 1.2 Forma de la Tierra 1.3. Elementos cartográficos
SEMANA 3 (28 de agosto al 1 de septiembre)	SEMANA 4 (4 al 8 de septiembre)
1. INTRODUCCIÓN A LOS METODOS CARTOGRÁFICOS 2.2 Sistemas de coordenadas 2.3 Interpretación cartográfica <b>Práctica 1.</b>	1. INTRODUCCIÓN A LOS METODOS CARTOGRÁFICOS 2.4 Manejo básico de cartografía en campo. <b>SALIDA DE CAMPO 1</b> <b>Práctica 3.</b>

<b>Práctica 2.</b>	
SEMANA 5 (11 al 15 de septiembre)	SEMANA 6 (18 al 22 de septiembre)
2. Sistemas de Posicionamiento Global (4 hrs) 2.1 Breve historia de los Sistemas de Posicionamiento Global 2.3 Funcionamiento de los Sistemas de Posicionamiento Global (GPS). 2.2 Tipos de GPS, errores, deriva y corrección de posiciones. 2.3 Manejo básico y funcionamiento de GPS (Receptores). 2.4 Fuentes de error, corrección diferencial y posicionamiento de precisión. 2.5 Aplicaciones del sistema GPS <b>Práctica 4. Uso de receptores GPS</b>	3. Sistemas de Información Geográfica 3.1 Breve reseña histórica 3.2 Estructura y funcionamiento general de los SIG. 3.3 Modelos de datos geo-espaciales 3. Sistemas de Información Geográfica 3.4 Modelos de datos avanzados <b>Práctica 5. Procesamiento de datos GPS</b> <b>Práctica 6. Introducción al software QGIS</b>
SEMANA 7 (25 al 29 de septiembre)	SEMANA 8 (2 al 6 de octubre)
3.5 Georreferencia y sistemas de coordenadas 3.6 Hardware para aplicaciones de SIG 3.7 Software de SIG disponibles 3.8 Entrada de datos <b>Práctica 7.</b>	3.9. Base de datos espaciales 3.10 Análisis espacial básico 3.10.1 Operaciones lógicas 3.10.2 Operaciones aritméticas <b>Práctica 8</b> <b>Práctica 9</b>
SEMANA 9 (9 al 13 de octubre)	SEMANA 10 (16 al 20 de octubre)
3.10.3 Operaciones estadísticas 3.10.4 Operaciones Geométricas 3.10.5 Clasificación y reclasificación <b>Práctica 10</b> <b>Práctica 11</b>	3.10.6 Sobreposición 3.11 Presentación de resultados 3.11.1 Diseño cartográfico <b>Práctica 12</b> <b>Práctica 13</b>
SEMANA 11 (23 al 27 de octubre)	SEMANA 12 (30 de octubre al 3 de noviembre)
3.11.2 Visualización 3.11.3 Generación de reportes 3.11.4 Metadatos <b>Práctica 14</b> <b>Práctica 15</b>	4. Percepción remota y procesamiento de imágenes 4.1 Introducción 4.2 Principios físicos de la Percepción Remota <b>Práctica 16</b>
SEMANA 13 (6 al 10 de noviembre)	SEMANA 14 (13 al 17 de noviembre)
4.2.7 Sensores. 4.2.8 Sistemas pasivos y activos. 4.3 Satélites de recursos naturales y otros 4.4 Imágenes digitales <b>Práctica 17</b> <b>SALIDA DE CAMPO 2</b>	4.5 Principios de procesamiento digital de imágenes 4.5.3 Transformación <b>Práctica 18</b>
SEMANA 15 (20 al 24 de noviembre)	SEMANA 16 (27 de noviembre al 1 de diciembre)
4.6 Presentación de Resultados 4.7 Aplicaciones de la percepción remota. <b>Práctica 19</b>	Entrega de calificaciones a los alumnos