PROGRAMAS / TEMARIOS PROPEDÉUTICO ASPIRANTES A MAESTRÍA EN GEOGRAFÍA 2026-1

Curso Propedéutico 2025-2
Posgrado en Geografía, UNAM

Metodología de la Investigación

Ana Melisa Pardo Montaño

Investigadora titular
Instituto de Geografía

Sesión 1. El proceso de la investigación (febrero 26 de 2025)

1. Cómo plantear la investigación geográfica

2. Metodología, métodos, técnicas y aproximaciones epistemológicas

Lecturas recomendadas:

- Kearns, R. (2023). Reflections on human geography methodological turns. En S. A. Lovell, S. E. Coen, & M. W. Rosenberg (Eds.), *The Routledge handbook of methodologies in human geography*. Routledge. https://doi.org/10.4324/9781003038849-7
- Mustafa, F. B. (2023). The importance of methodology in geography. En F. B. Mustafa (Ed.), *Methodological approaches in integrated geography* (pp. 1–8). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-28784-8_1

Sesión 2. Metodología, Métodos y Técnicas de Investigación (marzo 05 de 2025)

1. Metodología, métodos y técnicas de investigación

2. Métodos cuantitativos

3. Métodos cualitativos

4. Triangulación metodológica

Lecturas recomendadas:

- Chiang, L. H. N. (2023). Qualitative and quantitative methods as applied to international migration. En F. B. Mustafa (Ed.), Methodological approaches in integrated geography (pp. 99–114). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-28784-8_7
- Finney, N. (2021). "Population Geography I: Epistemological opportunities of mixed methods", *Progress in Human Geography*, 45(3), 577-585. https://doi.org/10.1177/030913252095523

Universidad Nacional Autónoma de México

POSGRADO EN GEOGRAFÍA

CURSO PROPUEDEÚTICO PARA EL EXAMEN DE ADMISIÓN

Temario del curso

"INTEGRACIÓN AMBIENTAL Y PAISAJE"

(21 y 28 de febrero de 2025; de 16:00 a 19:00 hrs)

Profesor:

Dr. Arturo García Romero
Investigador Titular

Instituto de Geografía, UNAM

TEMARIO DEL 21 DE FEBRERO

1. Integración ambiental

1.1. Relación territorio, paisaje y geosistema

1.2. Modelo de geosistema

1.3. Fundamentos de la integración ambiental

1.4. Escala y unidad mínima cartografiable

2. Representación tipológica y espacial de la integración

2.1. Sistemas taxonómicos de clasificación

2.2. Sistema de la escuela de Georges Bertrand

TEMARIO DEL 28 DE FEBRERO

2.3. Nivel de región

a) Caracterización

b) Fuentes de información y métodos

c) Ejemplos de aplicación

2.4. Nivel de paisaje

a) Caracterización

b) Fuentes de información y métodos

c) Ejemplos de aplicación

2.5. Nivel local

a) Caracterización

b) Indicadores para la definición tipológica y espacial a nivel local

c) Fuentes de información y métodos

d) Ejemplos de aplicación

e) Análisis de factores

f) Importancia para la integración ambiental

3. Indicadores de evaluación

3.1. Definición e importancia

3.2. Diseño de indicadores

3.3. Consideración de la escala

3.4. Integración de indicadores en modelos

BIBLIOGRAFÍA

Bertrand, C., Bertrand, G., & Rodríguez Martínez, F. (2006). *Geografía del medio ambiente: el sistema GTP: geosistema, territorio y paisaje*. España: Universidad de Granada.

García Romero, A., & Muñoz Jiménez, J. (2002). *El paisaje en el ámbito de la geografía*. Col. Temas seectos de la geografía en México, III. 2.

Gómez-Zotano, J., Riesco-Chueca, P., Frolova, M., & Rodríguez-Rodríguez, J. (2018). The landscape taxonomic pyramid (LTP): a multi-scale classification adapted to spatial planning. *Landscape Research*, 43(7), 984-999.

Muñoz, J. (1998). Paisaje y geosistema. Una aproximación desde la Geografía Física. En: Martínez de Pisón, E. (Dir.) *Paisaje y Medio Ambiente*. Valladolid: Fundación Duques de Soria y Universidad de Valladolid, 45-55.

Swanwick, C. (2002). Landscape Character Assessment: Guidance for England and Scotland: Prepared on Behalf of the Countryside Agency and Scottish Natural Heritage by Carys Swanwick. Countryside Agency.

Urquijo, P. S., & Bocco, G. (2011). Los estudios de paisaje y su importancia en México, 1970-2010. *Journal of Latin American Geography*, 37-63.

Temario del curso: Aplicaciones de la hidrología

1. Cuencas hidrográficas/hidrológicas
2. Características físicas de las cuencas
3. Componentes de ciclo hidrológico
4. Procesos hidrológicos
5. Aplicaciones de la hidrología

Bibliografía

6. Aparicio Mijares, F.J. (2011). Fundamentos de Hidrología de Superficie. Ed. Limusa. México. http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoreno/HIDRO/Fundamentos_de_hidrologia_de_superficie_-_Aparicio.pdf
7. Breña Puyol, A., & Jacobo Villa, M. (2006). Principios y fundamentos de la hidrología superficial. *México, DF. Universidad Autónoma Metropolitana (UAM)*. https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2012/04/PrincipiosyFundamentosdelaHidrologiaSuperficial.pdf
8. SEMARNAT. (2013). Cuencas Hidrográficas - Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión. Cuadernos de divulgación ambiental. Ed. Printing Arts México, S. de R. L. de C. V. Jalisco, México. https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001596.pdf
9. Vide, J. P. M. (2009). *Ingeniería de ríos* (Vol. 9). Univ. Politèc. de Catalunya.
10. Ley de aguas nacionales. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1° de diciembre de 1992. Texto vigente. Última reforma publicada DOF 08-05-2023. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf
11. Bladé, E., Cea, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vázquez-Cendón, E., ... & Coll, A. (2014). Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos. *Revista internacional de métodos numéricos para cálculo y diseño en ingeniería*, *30*(1), 1-10. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213131512000454
12. NOM-011-CONAGUA-2015. Conservación del recurso agua – que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5387027&fecha=27/03/2015#gsc.tab=0
13. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2017. Plan de acción de manejo integral (PAMIC) – Cuenca del río Antigua. México. https://datos.abiertos.inecc.gob.mx/Datos_abiertos_INECC/CGACC/PAMICs/PAMIC_rio_Antigua.pdf

Cualquier asunto relacionado con el presente correo, quedo a sus órdenes.

POSGRADO EN GEOGRAFÍA
CONVOCATORIA MAESTRÍA EN GEOGRAFÍA INGRESO
2026-1

Curso Propedéutico
Módulo: Corrientes Contemporáneas de Pensamiento Geográfico Responsable:
Fabián González Luna

INTRODUCCIÓN

Hacer geografía implica poner en diálogo una serie de conceptos y categorías con la finalidad de aprehender y dar cuenta de la dimensión espacial de los procesos que constituyen y reconfiguran nuestras realidades, de tal manera que el desarrollo de un conocimiento especializado en la disciplina requiere de aprehender, reflexionar y aplicar una serie de argumentaciones teóricas y formas de aproximación metodológica a problemáticas específicas.

En esta dirección, estudiar y conocer las bases del pensamiento geográfico actual, tanto en los aspectos de consenso como en los de debate y tensión es una tarea necesaria y continua en todo proceso de formación dentro de la disciplina.

OBJETIVOS

- Proporcionar al aspirante conocimientos básicos de las principales corrientes de pensamiento en Geografía, que coadyuven en la construcción de un piso teórico conceptual mínimo para el desarrollo de sus actividades académicas dentro de la Maestría en Geografía.
- Introducir al aspirante en los debates contemporáneos en y desde la geografía, identificando las diferencias entre los enfoques, los temas frontera y los distintos discursos, de tal manera que se genere una base conceptual y discursiva común.
- Identificar algunos autores y aproximaciones teóricas fundamentales en los debates de la historia reciente de la Geografía, que puedan servir como base para la reflexión y discusión epistemológica tanto en el ámbito disciplinar como en la construcción de diálogos interdisciplinarios.

TEMARIO POR SESIÓN

Sesión 1

1. Ejes del pensamiento geográfico contemporáneo
2. Propuestas teórico-metodológicas básicas de la geografía contemporánea (1ra parte)

Sesión 2

1. Propuestas teórico-metodológicas básicas de la geografía contemporánea (2da parte)
2. Debates contemporáneas y temas de frontera

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA POR SESIÓN

Sesión 1

1. González, S. (2010). "Integración de la dimensión espacial en las ciencias sociales: revisión de los principales enfoques analíticos". En Mercado, A. (coordinador), *Reflexiones sobre el espacio en las ciencias sociales,* México: UAM- Cuajimalpa, pp. 161-183.
2. Massey, D. (2012). "Introducción la geografía importa". En Albet, A. y N. Benach, *Doreen Massey. Un sentido Global del Lugar*. Barcelona: Icaria, pp. 95-111
3. Delgado, O. (2003). *Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, pp. 33-77.

Sesión 2

1. Delgado, O. (2003). *Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, pp. 79-101.
2. Lindon, Alicia, 2007, "Los imaginarios urbanos y el constructivismo geográfico: los hologramas espaciales", en Revista EURE (Vol.XXXIII, Núm 99), Santiago de Chile, pp. 31-46.

3. Soya, E. (2016). “La ciudad y la justicia espacial”. En Bret, B. *et al* (comp.), *Justicia e injusticias espaciales*. Rosario: Editorial de la Universidad Nacional de Rosario
   pp. 99-106

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- Capel, H. (2012). *Filosofía y ciencia en la geografía contemporánea*. Barcelona: Ediciones del Serbal.
- Clua, A. y P. Zusman. (2002). “Más que palabras otros mundos. Por una geografía cultural crítica”. *Boletín de la A.G.E.N*. #34, PP. 105-117
- Cowen, D. y N. Smith (2009). “After Geopolitics? From the Geopolitical Social to Geoeconomics”. *Antipode* Vol. 41 No. 1, pp. 22–48.
- Delgado, O. (2003). *Debates sobre el espacio en la geografía contemporánea*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia.
- Lefebvre, H. (2013). *La producción del espacio*. Madrid: Capitán Swing.
- Moraes, A. y W. da Costa (2009). *Geografía crítica. La valorización del espacio*. México: ITACA
- Ramírez B. y L. López. (2015). *Espacio, paisaje, región, territorio y lugar: la diversidad en el pensamiento contemporáneo*. México: IG/UNAM-UAM-

- Ramírez, B. (2023). *Encuentros disciplinarios y debates metodológicos. La investigación crítica sobre las relaciones espacio/territorio*. México: UAM
- Smith, N. (2012). *La nueva frontera urbana*. Madrid: Traficante de Sueños
- Smith, N. (1990). *Uneven Development. Nature, Capital and the Production of Space*, Georgia, University of Georgia Press.

CAPÍTULO 1

Técnicas, principios y conceptos básicos

Los sistemas de información geográfica

La tecnología actual, en particular la informática, permite desarro- llar sistemas automatizados de información de gran capacidad; en este ámbito se han generado herramientas para la manipulación computarizada interactiva de mapas u objetos que tienen atributos es- paciales, estos se denominan sistemas de

información geográfica (SIG), cuya característica primordial es que permiten conservar la referencia territorial de la información.

Ligados en sus orígenes al manejo de grandes bases de datos y a la cartografía automatizada, los SIG han desbordado esos campos y situado su función en el manejo y análisis de la información que los define. Al respecto, Burrough[1] ha señalado que estos sistemas son resultado de la amalgama de desarrollos de cómputo llevados a cabo por diversas disciplinas y técnicas relacionadas con el procesamiento de datos espaciales —cartografía, fotogrametría, tecnología de sensores remotos, geometría computacional, representación gráfica, entre otros. Como herramienta técnica desarrollada en el campo del quehacer geográfico, los SIG han destacado por el hecho de facilitar las tareas básicas características de la geografía: análisis, integración y síntesis de los procesos espaciales.

Los SIG son instrumentos tecnológicos de capacidades múltiples, diseñados y habilitados para registrar y almacenar información geográfica, a partir de la cual desarrollan y ejecutan la serie de funciones de análisis espacial que los distinguen. En consecuencia, son herramientas útiles a todas aquellas labores relacionadas con la planeación,

el ordenamiento y la administración de procesos y actividades con clara expresión territorial.

Con el empleo de un SIG es posible observar gráficamente la loca- lización de objetos, hechos o fenómenos que tengan una expresión espacio-temporal; por ejemplo, las áreas de influencia, las relaciones geográficas y las tendencias regionales; con ello se puede, a la vez, realizar correlaciones de variables sociales y ambientales, calcular dis- tancias y áreas, diseñar estrategias, construir modelos matemáticos, identificar rutas de acceso o evacuación y estimar las necesidades de equipamiento urbano o de infraestructura en general para una locali- dad o región.

Los SIG cuentan con facilidades para manipular distintas clases de objetos en forma diferenciada, así como para relacionar las clases en- tre sí y formar jerarquías de objetos entrelazados. Aparte de la infor- mación geográfica, que incluye localización, morfología y estructura, los objetos geográficos tienen información asociada de carácter no- geográfico organizada en atributos. Para que las bases de datos estadís- ticas tengan sentido de análisis espacial, deben de estar ligadas con las bases de datos geográficas, ya que, de no ser así, se estaría desper- diciando la potencialidad del sistema y no se estarían aprovechando las virtudes de la representación territorial.

Definición

Un SIG nos permite ver el mundo y lo que hay en él, con una pers- pectiva distinta (véase figura 1.1).

Las definiciones tradicionales los describen como un conjunto de *hardware*, *software*, datos, personas y procedimientos, organizados pa- ra capturar, almacenar, actualizar, manejar, analizar y desplegar efi- cientemente rasgos de información referenciados geográficamente. Una definición más actual y puntual es: un sistema que, por medio de computadoras y datos geográficos, nos ayuda a tener un mejor en- tendimiento del mundo en que vivimos y a resolver los problemas que afrontamos diariamente.

A menudo, en casi todas las disciplinas, se toman decisiones que tienen que ver con la geografía, inclusive en actividades de la vida cotidiana. Existen múltiples respuestas a preguntas que

normalmente

se haría un gerente, un administrador, un técnico o un ciudadano común, que podrían ser resueltas con la ayuda de un SIG.

Figura 1.1 El espacio real es desagregado en capas de información

FUENTE: Elaboración del autor con base en *Understanding GIS*, ESRI, 1997.

La solución de muchos problemas requiere el acceso a diferentes tipos de información. El SIG permite almacenar y manipular información diversa usando la geografía como enlace, lo que posibilita analizar patrones, relaciones y tendencias.

A través de un SIG los mapas pueden ser integrados y correlacionados fácilmente con múltiples datos. De hecho, mediante un campo común de referencia, cualquier información en una tabla puede visua- lizarse en un mapa instantáneamente y cualquier problema represen- tado en un mapa puede analizarse varias veces. Al contrario de los mapas tradicionales, los de un SIG cambian dinámicamente en la me-

dida que los datos alfanuméricos son actualizados. En la práctica, estos sistemas pueden "mapear" cualquier información almacenada en bases de datos o tablas con un componente geográfico, lo cual posibilita visualizar patrones, relaciones y tendencias. Con este tipo de sistemas se tiene una perspectiva nueva y dinámica en el manejo de la infor- mación con el fin de ayudar a tomar mejores decisiones.

El campo de utilización de los SIG es tan amplio como el del que- hacer geográfico, de manera que es aplicable lo mismo en materia de servicios a la población, que en actividades económicas, protección del medio ambiente, planeación de uso del suelo, administración de recursos naturales, análisis demográficos o gestión de riesgos, entre otros.

La utilidad de los SIG no tiene duda, sin embargo, su uso cada vez más extendido sí presenta riesgos, uno de éstos, tal vez el más im- portante, es que se suelen confundir los aspectos conceptuales del quehacer geográfico con la operación de la herramienta tecnológica, de donde se derivan incongruencias como privilegiar la cuestión téc- nica por encima de la conceptual y la producción de nueva informa- ción no siempre confiable, aunque sí revestida de calidad y precisión; en consecuencia, el riesgo se sintetiza en el hecho de que dentro del proceso de toma de decisiones "...a los SIG se les adjudique un pa- pel decisivo, que rebase el de mero instrumento técnico, casi como si tuvieran vida propia".[2]

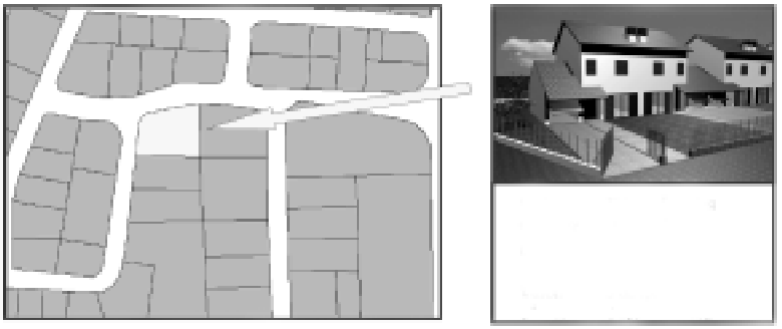
No obstante, es irrefutable que casi todo lo que pasa en la vida cotidiana ocurre en algún lugar, saber dónde sucede resulta de vital importancia en cualquier toma de decisiones; por tanto, la informa- ción geográfica es fundamental.[3] Los grandes problemas que aquejan hoy en día a la humanidad, como la sobrepoblación, el hoyo en la ca- pa de ozono, la expansión del SIDA y otras enfermedades, la defores- tación, los desastres naturales, etcétera, tienen todos una dimensión geográfica que resulta crítica.

La información geográfica es importante inclusive en situaciones como la de buscar una nueva casa, ya que se tienen que tomar en cuen- ta una gran variedad de aspectos geográficos, tales como sectores de estratificación, precio del terreno por colonia, cercanía a lugares co- mo escuelas, supermercados e iglesias, vías de acceso, zonas de riesgo, etcétera (véase figura 1.2). No es pues una decisión simple,

pero con

la ayuda de un SIG se puede facilitar, de manera que se acomode a las especificaciones deseadas.

Figura 1.2 Aplicaciones. Los SIG pueden apoyar la compra-venta en el mercado inmobiliario



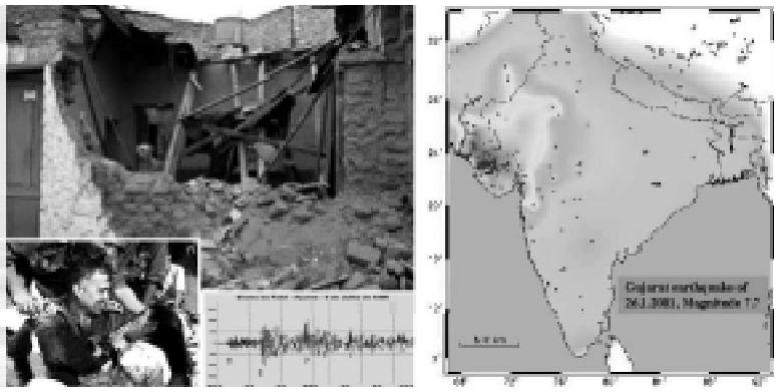
FUENTE: Elaboración del autor.

De igual manera, los SIG también son instrumentos de apoyo valiosos en situaciones de mayor relevancia social, como cuando se considera el impacto de un fenómeno natural capaz de ocasionar un desastre; tal es el caso de la prevención de un terremoto; en este caso se requiere, por ejemplo, información geológica y sísmica para ser analizada y en- lazarla con la distribución geográfica de la infraestructura y ocupación del suelo de la región afectable, así como distintos indicadores demo- gráficos. Asimismo, con un SIG se facilita la obtención de mejores resultados en la atención de la emergencia, en caso de suceder un desastre (véase figura 1.3).

Componentes de un SIG

Un SIG, como cualquier sistema de información computarizado, tra- baja de manera integrada con cinco componentes fundamentales que son: equipo o *hardware*, programas o *software*, datos, personal y méto- dos o procedimientos.

Figura 1.3 Los SIG son herramientas indispensables tanto en la prevención de desastres como en la atención de emergencias por fenómenos naturales, como los sismos



FUENTE: www.esri.com

EQUIPO (*HARDWARE*)

El *hardware* es la computadora con la que opera el SIG, para estos sis- temas se requiere de equipos con alta velocidad de procesamiento y con capacidad de despliegue y almacenamiento de datos digitales. Existen en el medio diferentes equipos, marcas y configuraciones, de acuerdo a las necesidades del usuario. En un ambiente corporativo se utilizan generalmente servidores y equipos de escritorio conectados en red.

También forman parte del *hardware* los periféricos o equipo adi- cional, como son: *plotters* para impresión de mapas, mesas digitaliza- doras, *scanner*, impresoras y unidades de almacenamiento.

PROGRAMAS (*SOFTWARE*)

El *software* o programas para un SIG proveen las funciones y las he- rramientas necesarias para almacenar, acceder, analizar, visualizar y representar cartográficamente la información geográfica. Se debe

dis-

poner de herramientas para entrada, manipulación y salida de la información geográfica:

- Herramientas que soporten consultas espaciales y estadísticas, análisis y visualización.
- Una interfaz gráfica (GUI) para que el usuario acceda fácilmen- te a las herramientas.
- También se incluye por su importancia en un SIG, el *software* para procesamiento de imágenes, elaboración de mapas, transformación de coordenadas y visualización tridimensional.

Los diferentes programas de SIG que existen en el mercado varían en funcionalidad y costo. La siguiente tabla muestra algunos paquetes de *software* o programas más usuales, sin pretender ser una lista exhaus- tiva, sino más bien enunciativa de la gran variedad y disponibilidad existente; además, la tabla sólo consigna los paquetes que pudieron ser evaluados comparativamente para elegir la plataforma de desarro- llo del SIGET.

Cuadro comparativo de algunos de los programas de SIG más usuales

Software	*Desarrollador*	*Costo*	*Funcionalidad*	*Características principales*
ArcInfo	Environmental Systems Research Institute (ESRI)	Alto	Alta	Modular, con facilidades para desarrolladores de sistemas y usuarios de nivel profesional. Construcción de topología. Manejo de grandes volúmenes de datos. Manejo de información en formato vectorial y *raster*. Interfaz gráfica mejorada. Altamente flexible. Curva de aprendizaje lenta. Soportado para plataformas Unix, Windows y Windows NT.
ArcView	Environmental Systems Research Institute (ESRI)	Medio	Alta	Modular. Manejo de grandes volúmenes de datos. Manejo de Información en formato vectorial y *raster*. Interfaz

Continúa...

Continuación...

				gráfica muy amigable. Altamente flexible. Curva de Aprendizaje rápida. Soportado para plataformas Unix, Windows y Windows NT.
Genasys	Genasys Inc.	Alto	Alta	Plataforma para servicios de localización con terminales móviles. Modular. Manejo de grandes volúmenes de datos en formato vectorial y raster. Excelentes índices espaciales. Aceptable Interfaz gráfica. Curva de aprendizaje lenta. Soportado múltiples plataformas Unix y Windows NT.
GeoMedia y Modular GIS Environment (MGE)	Intergraph Corp.	Alto	Alta	Modular. Manejo de grandes volúmenes de datos. Manejo de información en formato vectorial y *raster*. Buena Interfaz gráfica. Soportado para Windows NT y para las máquinas propietarias de Intergraph con sistema operacional Unix propietario.
Mapinfo	Mapinfo Inc.	Medio	Medio	Muy usado en aplicaciones urbanas para estadística demográfica. Buena interfaz Gráfica. Soportado para Windows.
Erdas Imagine	Erdas Inc.	Alta	Alta	Modular. Es un SIG Raster. Muy usado en procesamiento de imágenes de satélite y radar. Integra datos vectoriales en formato nativo ArcInfo. Excelente Interfaz gráfica. Soportado para Unix y Windows NT.
EASI/PACE	PCI Remote Sensing Corp.	Alta	Alta	Modular. Es un SIG Raster. Muy usado en procesamiento de imágenes de satélite y radar. Soportado para Unix y Windows NT.

Ilwis	International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, ITC.	Medio	Medio	Manejo de Información *raster*. Permite digitalización y cálculo de áreas. Soportado para DOS y Windows.
ArcCAD	Environmental Systems Research Institute (ESRI)	Medio	Medio	SIG Vectorial. Necesita de Autocad. Soportado para DOS y Windows.
PC-ArcInfo	Environmental Systems Research Institute (ESRI)	Medio	Medio	SIG Vectorial. Soportado para DOS y Windows y Windows NT. Modular. Manejo de grandes volúmenes de datos. Manejo de Información en formato vectorial y *raster*. Interfaz gráfica mejorada.
Idrisi	Escuela de Geografía de la Universidad de Clark	Bajo	Bajo	SIG *Raster*. Muy usado para educación e investigación en sensores remotos.
GRASS	Armada de Estados Unidos	Bajo	Bajo	SIG *Raster*. Fue desarrollado para cumplir funciones muy específicas.

Hoy en día, se ofrecen en el mercado más de 100 sistemas o paquetes comerciales con las capacidades de un SIG; la empresa de análisis mer- cadológico Daratech reportó que, para el 2000, el valor de la industria SIG en el mundo entero —*software*, *hardware* y servicios— alcanzó casi 7,000 millones de dólares, con un crecimiento anual de 10%.[4] Si consideramos que una de las características más asombrosas —aunque muchas veces frustrante— de los SIG es la velocidad de in- novación y desarrollo, conviene distinguir el universo de paquetes y programas de acuerdo a sus funciones y capacidades; así, se pueden clasificar en seis tipos principales y, adicionalmente, considerar como tecnologías paralelas a los servidores de bases de datos espaciales y a los sistemas de diseño asistido por computadora (CAD).

Clasificación de los principales programas de SIG, basada en su funcionalidad y tipo					
Tipos de SIG	*Autodesk*	*ESRI*	*Intergraph*	*MapInfo*	*GE Smallworld*
Internet	MapGuide	ArcIMS	GeoMedia Web Map, GeoMedia Web Enterprise	MapXtreme MapXsite	Smallworld Internet Application Server
Explorador o visualizador	AutoCAD LT	Arc-Explorer	GeoMedia Viewer	ProViewer	Por especificación o *customized*
Biblioteca para desarrollo o *component*	Incluido en diversos paquetes	Map Objects	Parte de GeoMedia	MapX, MapJ	Parte de Smallworld GIS
Portátil o *Hand-held*	OnSite	ArcPad	En desarrollo	MapXtend	Scout
SIG de escritorio o *desktop*	Autodesk Map	ArcView	GeoMedia	MapInfo professional	Spatial Intelligence
Professional	Autodesk Map	ArcInfo	GeoMedia Pro	MapInfo professional	Smallworld GIS
Servidor de Bases de Datos	Vision	ArcSDE	Utiliza Oracle Spatial	SpatialWare	Parte de Smallworld GIS
CAD	AutoCAD MAP	ArcCAD	Incluido en diversos paquetes	Incluido en diversos paquetes	Parte de Smallworld GIS

FUENTE: P.A. Longley, *Geographic Information Systems and Science*, Wiley & Sons, England, 2001, p. 171.

Tipos de programas SIG

Sistema de Información Geográfica Profesional (Professional GIS). El término profesional se refiere al potencial de esta clase de *software*. Las características distintivas del SIG profesional incluyen acopio y edición de datos, administración de bases de datos, análisis y geopro- cesamiento avanzados, y otras herramientas especializadas. El SIG profesional ofrece múltiples capacidades de análisis espacial; ejemplos de estos programas son ESRI ArcInfo y Smallworld. La gente que los usa con frecuencia se documenta técnicamente y se consideran a sí mismos como profesionales en SIG, con grados universitarios, y

en muchos casos grados avanzados en geosistemas o disciplinas relacionadas.

El precio promedio de un SIG profesional oscila entre 8,000 y 20,000 dólares.[5]

Sistema de Información Geográfica de Escritorio (Desktop GIS). En los últimos años, este tipo de paquetes (también llamado *desktop mapping system*), ha crecido hasta llegar a ser el más ampliamente usado en esta categoría de *software*. Con la particularidad del uso de datos más que la creación de los mismos, cuenta con excelentes herramientas para hacer mapas, reportes y gráficas.

Gran parte de las capacidades de adecuación de estos productos deriva de las posibilidades de integración con otras aplicaciones a través de los mecanismos que proveen los entornos de trabajo como Microsoft Windows, Mac OS, OS/2 PM, Windows NT, X Windows. De esta manera, y junto con aplicaciones específicas, se pueden crear entornos de trabajo que resuelvan gran parte de los problemas de un determinado profesional, integrándose el análisis y visualización espacial con la preparación de documentos, modelos de cálculo, etcétera. Asimismo, se pueden incorporar datos no gestionados di- rectamente por el SIG de escritorio, como sonido, imagen de video, fotografías, entre otros. Este tipo de aplicación tiene un mercado potencial mucho más amplio que un SIG profesional, por las mismas razones que lo tienen los procesadores de textos, hojas de calculo y bases de datos. Permiten crear un modelo geográfico del funciona- miento de un negocio, organización o dependencia gubernamental. El hecho de que gran parte de las bases de datos existentes —se esti- ma que más de 85%— contengan un componente geográfico, permite que el SIG de escritorio muestre patrones, relaciones y tendencias que de otra manera serían difíciles de detectar.

En la actualidad, el SIG de escritorio se usa en gestión pública, departamentos de mercadeo, ventas, distribución y reparto, teleco- municaciones, propiedad inmobiliaria, seguros, servicios de urgencia
—bomberos, policía—, salud, planeación, etcétera. El requisito para explotar estas aplicaciones es que se suministren los datos espaciales básicos referidos al área de interés del usuario o cliente de

forma ya es- tructurada —mapas de municipios, infraestructura, demografía, topo- grafía, entre los principales.

En general, los SIG de escritorio cuentan con las herramientas distintivas para manejo y análisis de la información espacial, incluso con la posibilidad de registrar y superponer imágenes —estructuras de tipo *raster*— a los datos vectoriales, con lo que es posible la digi- talización en pantalla y el enriquecimiento del gráfico. Asimismo, suelen contar con su propio lenguaje de programación y personali- zación de aplicaciones; no obstante, sus limitaciones estriban en que no son aptos para la creación de nuevos mapas por digitalización, es- caneado-vectorización o incorporación de datos geométricos no estructurados, pues habitualmente no se cuenta con la capacidad de depuración de los datos, creación de topología, manipulación y trans- formación para su correcta localización espacial.

Otras funciones más avanzadas de análisis espacial, como manejo tridimensional y procesamiento de imágenes *raster*, entre otras, los SIG de escritorio las cumplen mediante la incorporación de módulos adi- cionales, muchas veces de costo mayor que el paquete central.

Ejemplos muy conocidos de Desktop SIG incluyen Autodesk Map, ESRI ArcView, Intergraph GeoMedia, Idrisi, de los laborato- rios de la Universidad de Clark y MapInfo profesional. Los usuarios a menudo ven un SIG de escritorio sólo como una herramienta que permite hacer su trabajo más rápido, más fácil y más económico, en campos tan diversos como: planeación, ingeniería, docencia, merca- dotecnia y otras profesiones.

El precio es notablemente menor que el anterior tipo, varía de 1,000 a 2,000 dólares.[6]

Sistema de Información Geográfica Portátil (Hand-Held GIS). En los años recientes, la miniaturización en el diseño de los equipos se ha per- feccionado, a tal grado que se ha hecho posible el desarrollo del SIG móvil de uso personal en sistemas portátiles. Con capacidades simi- lares a los sistemas de escritorio de hace pocos años, los SIG portátiles se emplean en computadoras de bolsillo, tipo *palm* y *pocket PC*, y pueden realizar funciones de despliegue, consultas y aplicaciones analíticas simples. Adicionalmente, sistemas como ArcPad pueden vincularse operativamente con un receptor GPS, mediante una cone- xión e

interfaz adecuadas, y servir para el registro directo en campo de datos georreferenciados, en el ambiente de un SIG.

Una característica interesante de esos sistemas en la actualidad, es que todos los programas y datos son mantenidos en memoria por la falta de un disco duro en las computadoras de bolsillo, con lo que se obtiene un acceso rápido a la información, aunque ha obligado a los diseñadores a desarrollar estructuras compactas de almacenaje de da- tos. Los SIG del tipo *hand-held* están ahora disponibles por varios de- sarrolladores, entre los que destacan Autodesk OnSite, ESRI ArcPad, y Smallworld Scout y su precio promedio es de alrededor de 500 dóla- res, por supuesto, sin considerar el costo de la computadora portátil.[7]

Biblioteca para desarrollo (Component GIS). Con el desarrollo de pro- gramas o *software* con base en componentes, algunos desarrolladores ofrecen paquetes que reúnen una biblioteca o colección relacionada a componentes o algoritmos del SIG. Estos son realmente un conjunto de herramientas con funciones —componentes— de SIG, que un pro- gramador con conocimientos razonables puede usar para construir un sistema completo personalizado. Este tipo de sistema es de interés para los desarrolladores, porque puede usar los componentes para crear aplicaciones óptimas altamente especializadas y personalizadas, que pueden instalarse individualmente o ensamblarse con otros sistemas. En general, los SIG de componentes ofrecen una sólida capacidad de despliegue y consulta de datos, pero sólo limitadas herramientas para cartografía y análisis espacial.

Ejemplo del SIG de componentes son ESRI MapObjetcs, MapInfo MapX y Blue Marble Geographics GeoObjects. El precio oscila entre 1,000 y 2,000 dólares por la licencia de desarrollo, y 100 dólares por cada usuario de la aplicación; quienes, por cierto, muchas veces no saben que utilizan un SIG, en virtud de que está ensamblado en otras aplicaciones —por ejemplo, sistemas de ruteo, atlas interactivos, et- cétera.[8]

Explorador o visualizador. A fines de los años noventa, algunos de los grandes desarrolladores liberaron gratuitamente SIG para visualización o exploración capaces de desplegar y consultar información geográ- fica en formatos de archivos comunes. Entre estos se incluían Arc- Explorer, introducido por ESRI, GeoMedia

de Intergraph, así como Viewer y ProViewer de MapInfo.

Actualmente, los SIG para visualización representan una signifi- cativa categoría de productos. La intención detrás de estos es que contribuyen a establecer segmentos de mercado, terminología especí- fica de venta y formatos de datos como estándares de facto de los desa- rrolladores. Los usuarios frecuentemente trabajan con un explorador sobre un objetivo básico, a menudo en conjunción con otros produc- tos más sofisticados de SIG. Los exploradores o visualizadores tienen limitadas capacidades funcionales, restringidas a despliegue, consul- tas y mapeo simple. Este tipo de SIG no ayuda en edición, análisis so- fisticados, modelación o personalización.[9]

SIG en Internet. Son productos con alto potencial de usuarios y bajos costos. Estimulados por la amplia disponibilidad de acceso a Internet y la creciente demanda del mercado de información geográfica, los desarrolladores de este tipo de SIG han comenzado rápidamente a li- berar productos que explotan el poder de Internet. Es tecnología SIG integrada por *browsers* y servidores *web*, y utiliza el protocolo de trans- misión de hipertexto (http) para comunicarse.

Los SIG con base en Internet tienen el más alto número de usuarios de todas las categorías de sistemas, aunque la mayoría se enfoca en tareas simples de despliegue y consulta de información. No obstante, están sentadas las bases para que crezcan significativamente las capacidades de los SIG en Internet y llegarán a ser el SIG dominante como mecanismo de distribución de aplicaciones.[10]

Ejemplos de productos de SIG para Internet son Autodesk Map- Guide, ESRI ArcIMS, Intergraph GeoMedia WebMap y MapInfo MapXtreme. Los precios varían de 5,000 hasta 25,000 dólares, en relación al tamaño de los sistemas, su funcionalidad y las facilidades de multiusuario.

Otros programas con funciones tipo SIG son:

SIG con base en CAD. Este tipo de paquetes surgen como sistemas de diseño asistido por computadora a los que se agregan algunas capa- cidades de SIG, tales como manejo de bases de datos, análisis espacial y cartografía. De ahí que sus principales usuarios se encuentren en campos como la arquitectura, la ingeniería y la construcción. Los ejemplos más conocidos de esta clase de SIG son

Autodesk Map y Arc-

CAD de ESRI, cuyos precios varían de 1,000 a 3,000 dólares, sin con- siderar el costo del sistema CAD central.

Servidores de bases de datos geográficos. El objetivo de este tipo de siste- mas es administrar y facilitar el acceso de múltiples usuarios a grandes bases de datos geográficos. Esta tecnología ofrece un manejo centra- lizado de los datos, la posibilidad de procesamiento en un servidor, con un buen nivel de ejecución de aplicaciones simultáneas, y control sobre la edición y actualización de la información. Los grandes de- sarrolladores de sistemas de manejo de bases de datos, como IBM, In- formix y Oracle, han extendido sus capacidades para almacenar y procesar información geográfica. Los propios desarrolladores de SIG también han creado productos con esta función, entre los que desta- can el ArcSDE de ESRI, Autodesk Vision y MapInfo SpatialWare, cuyo costo fluctúa entre 10,000 y 25,000 dólares, o más, dependiendo del número de usuarios.[11]

Finalmente, conviene resaltar que, de acuerdo con la clasificación an- tes expuesta, el tamaño del mercado mundial en el 2000, medido en número de usuarios, fue de 5,000,000, de los cuales, 3,000,000 corres- ponden a usuarios por Internet, 1,000,000 del tipo explorador o visua- lizador, 850,000 usuarios del tipo SIG de escritorio, y los demás con cantidades mucho menores.[12]

DATOS

Los datos son un componente muy importante en un SIG. Los datos espaciales y los tabulares relacionados pueden ser recolectados direc- tamente o adquiridos con proveedores comerciales. Muchos SIG em- plean un manejador de bases de datos relacional o RDBMS (Relational Database Management Systems) para crear y mantener una base de datos que ayude a organizarlos y administrarlos.

Los sistemas de manejo de bases de datos son especializados en almacenar y administrar todo tipo de datos, incluso datos geográficos. Los RDBMS son optimizados para almacenar y recuperar datos, pero no tienen las herramientas de análisis y visualización espacial comu-

nes en un SIG. La mayoría de los SIG que existen en el mercado per-

miten la conectividad a los RDBMS más comunes que operan sobre plataforma UNIX como lo son: Oracle, INGRES, INFORMIX, DB2, AS400, SY- BASE y sobre plataformas Microsoft utilizando protocolos ODBC.

Oracle desarrolló recientemente Oracle Multidimension con la intención de incorporar el manejo de bases de datos espaciales. El producto que ha liberado al mercado Spatial Database Option SDO permite manipular información de puntos con coordenadas X,Y,Z en el modelo de datos Oracle.

El acopio o generación de datos, en el formato, escala y proyec- ción cartográfica adecuada, suele ser la etapa de mayor consumo de tiempo y costo; el proceso de integración de la información necesaria puede consumir hasta 85% del costo total de un proyecto de aplica- ción de SIG.[13] Aun cuando las bases de datos hayan sido completadas, el énfasis se traslada hacia su mantenimiento y actualización, dado el carácter multianual de la mayoría de los proyectos SIG; en estos ca- sos, la administración de la información puede ser todavía más cos- tosa y compleja que el acopio inicial.

Por lo anterior, se afirma que uno de los grandes problemas en la instrumentación de un SIG es la información. El proceso de automa- tización de datos es tal vez la componente crítica de los proyectos y una buena recomendación en el proceso de conversión de datos es tener un buen sistema de control de calidad. La información puede provenir de fuentes diversas, ya sean manuscritos, mapas existentes en papel, mapas digitales, GPS, imágenes de satélite, ortofotos, etcétera. La digitalización es tal vez el método más conocido de conver- sión, sin embargo, subsisten problemas cuando no se tiene en cuenta que la información va a ser utilizada en un sistema de información geográfica. Un error común es el no cerrar los polígonos, fundamen- tal en el cálculo de áreas. Otro proceso común es la conversión entre formatos.

Normalmente, los SIG tienen herramientas que permiten hacer estas conversiones, no obstante, este proceso es altamente dependiente de la calidad de la información en el formato nativo, por lo tanto es muy recomendable estudiar las estructuras de los datos

del formato original. Un formato común de intercambio vectorial es el DXF creado por Autodesk.

En el futuro los problemas de conversión de datos van a disminuir debido a que se están estableciendo estándares para el manejo de información geográfica. Un buen avance en este sentido es lo que se ha llamado Open Geospatial Consortium (OGC). Ésta es una agrupación conformada por las principales casas fabricantes de SIG, cuyo objetivo es hacer sistemas abiertos, acabando con los formatos propietarios. Destaca la participación de ESRI, fabricante de ArcInfo, Intergraph Corp. de GeoMedia, GE Smallworld, desarrollador de Smallworld GIS, Genasys Inc. de Genasys, y Mapinfo Inc. fabricante de Mapinfo.

PERSONAL

Los integrantes más importantes de un SIG son las personas que lo hacen posible, su nivel de calificación será más determinante para el éxito o fracaso del sistema que cualquier otro elemento técnico.[14]

Una limitante actual de la tecnología de SIG se refiere a la difi- cultad de las organizaciones y dependencias para encontrar expertos o especialistas que administren el sistema y desarrollen planes y pro- gramas que puedan ser aplicados. De aquí que la capacitación del personal involucrado se convierta en la clave del éxito de los proyec- tos SIG. El personal se clasifica en forma general en expertos, usuarios especialistas y usuarios finales. Los expertos son quienes diseñan y mantienen el sistema, los usuarios especialistas son quienes realizan las consultas y análisis e introducen los datos; los usuarios finales son quienes consultan la información y la visualizan.

MÉTODOS O PROCEDIMIENTOS

El éxito al operar el SIG depende de un buen diseño de planes y estrategias, teniendo en cuenta que los modelos y las prácticas operativas son particulares de cada organización. Los procedimientos determi- nan el cómo realizar las tareas, tales como la forma de introducir la información en formato digital, la forma de

almacenamiento y los formatos de salida de información. En este punto es importante defi- nir muy bien los metadatos, el diccionario de datos, la estructura, dia- grama de flujo, etcétera.

Cuando se planea emplear un SIG, es necesario tener una idea clara de todo el proceso, aun cuando los detalles precisos de cada etapa depen- dan de los resultados de las etapas previas. Es imprescindible tener una visión general de todo el sistema y lo que se espera de éste. Podría ser frustrante que después de haber invertido gran cantidad de es- fuerzo en el desarrollo del mismo, éste no cumpla con las expectati- vas planteadas.

El proceso de identificar y compilar los datos necesarios en un proyecto de este tipo es, como ya se mencionó, muy costoso en tér- minos de tiempo y recursos; puede involucrar distintas etapas u ope- raciones, tales como la creación de mapas por medio de trabajo de campo o por interpretación y procesamiento de fotografía aérea o imágenes de satélite; o bien, la integración de cartografía impresa y de información geográfica, ya sea mediante el registro georreferenciado con receptores del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), o con información estadística o descriptiva, que pueda ser de relevancia pa- ra los objetivos del proyecto.

Dentro de un SIG se pueden almacenar dos clases principales de datos: geográficos y no-geográficos o atributos.

- Los datos geográficos son todos aquellos que poseen una re- ferencia espacial; es decir, son los elementos referidos a su localización sobre la superficie terrestre y, por tanto, carto- grafiables.
- Datos no-geográficos o atributos son todos aquellos datos que no tienen una referencia espacial pero que están asociados a los primeros.

DATOS GEOGRÁFICOS

Los datos geográficos tienen, basicamente, dos componentes: la in- formación espacial y la información de atributos. La información es- pacial dice donde está localizado un elemento geográfico, es decir cuales son las coordenadas, ya sean estas planas

o geográficas. La infor- mación de atributos describe y/o caracteriza ese elemento. Tradicio-

nalmente, en la elaboración cartográfica la información del atributo se ha descrito a través de un símbolo de representación en los mapas. Un sistema de dibujo asistido por computadora o CAD, por ejemplo, representa con diferentes símbolos los elementos en un mapa. La dife- rencia con los SIG es que al elemento gráfico se asocia no solamente un símbolo de representación sino una o varias tablas de información para su posterior análisis y manipulación.

La representación de mapas en una computadora requiere de abstracción, es decir, para almacenar la información espacial podemos recurrir a entidades geométricas básicas, como: puntos, líneas y polí- gonos. Un punto es la representación de un par de coordenadas X, Y; una línea es un conjunto de coordenadas X, Y; y un polígono es un conjunto de coordenadas que envuelven un área. Otras entidades geométricas que suelen usarse son circunferencias, simples o concén- tricos, elipses, etcétera.

La escala de un mapa, elemento fundamental de la representación cartográfica, define el detalle de la información y del tipo de entidad representativa de los elementos geográficos. Por ejemplo, una vivienda a escala 1:100,000 se representa con un punto, mientras que a escala 1:1,000 se representa por un polígono. La escala de trabajo y las entidades de representación las definen los objetivos de trabajo por alcanzar.

La información del elemento o rasgo espacial se almacena en ta- blas. Existen algunos datos que provienen de las propiedades geomé- tricas de las entidades representadas, como son las coordenadas de un punto, la longitud de la línea y el área de un polígono. Además de es- ta información, pueden asociarse tablas que describen los atributos alfanuméricos del elemento. Por ejemplo, una vía puede ser represen- tada por una línea a una escala dada. A esta línea pueden asociarse la longitud, el nombre de las vías, el estado, eventos o tipo de vía.

Finalmente, cabe subrayar que en un SIG la información se orga- niza por capas o coberturas, correspondientes a temas distintos —geolo- gía, suelos, vegetación, topografía, drenajes, lotes, vías, usos del suelo, división política, etcétera— que se almacena en forma separada, y cuya estructura varía según el formato de origen, vectorial o *raster*. Los datos con referencia espacial en formato digital presentan dos tipos diferentes de estructura: la

“estructura *raster*” y la “estructura

vectorial". Su utilización depende del tipo de datos que se tengan y del tipo de análisis que se pretenda realizar. No todos los sistemas de información geográfica son capaces de manipular ampliamente ambos tipos de estructuras, ya que se trabajan de manera muy diferente.

Estructura vectorial

La estructura vectorial es por naturaleza más complicada matemática- mente; un "vector" es definido como un conjunto de puntos encade- nados, definidos por coordenadas, que tienen una magnitud y una dirección. Las estructuras vectoriales de datos con referencia espacial están basadas en puntos cuya localización es conocida con precisión. El formato vectorial utiliza entidades geométricas para la repre- sentación de los elementos geográficos. La información asociada es encadenada a través de un identificador que se almacena tanto en la base de datos gráfica como en la tabla de atributos. En una estructura vectorial la información se puede almacenar por puntos, líneas, nodos y polígonos.[15] La siguiente tabla muestra algunos ejemplos.

Estructura vectorial de la información geográfica		
Entidad geométrica	*Representa*	*Ejemplos*
Puntos	Fenómenos puntuales en los cuales se desea conocer la posición X, Y.	Alcantarillas, casetas, bancos de material, pozos, señales, postes, hidrantes, etcétera.
Arcos	Fenómenos lineales en los cuales se define su posición y longitud.	Vías, drenajes, oleoductos, líneas eléctricas, etcétera.
	Fenómenos puntuales en la intersección de arcos	Intersecciones o entronques, semáforos, entregas de aguas en redes de drenaje, etcétera.
Polígonos	Fenómenos superficiales definidos por regiones homogéneas acotadas por una frontera.	Lotes, usos del suelo, cobertura vegetal, manzanas, barrios, derechos de vías, etcétera.

FUENTE: Elaboración del autor con base en D.J. Maguire *et al*., *Geographical Information Systems: principles and applications*, UK, Longman, 1991.

Las entidades geométricas mostradas en la figura anterior pueden ser agrupadas para la creación de entidades más complejas. En cierta medida, un polígono es una entidad compleja conformada por un conjunto de arcos que envuelven un área. Un conjunto de polígonos puede ser agrupado definiendo áreas con características similares. Estas áreas en ArcInfo son llamadas regiones. Una región permite manejar polígonos que se sobreponen. Un ejemplo del uso de regiones es la agrupación de lotes que conforman una manzana. La gran venta- ja del uso de regiones es que disminuye considerablemente la base de datos tanto gráfica como tabular.[16]

En los SIG vectoriales se recurre al uso del análisis topológico para definir las relaciones espaciales de los elementos geográficos. La topo- logía es una rama de la geometría, que estudia algunas de las propie- dades de las figuras en el espacio. Cuando se construye la topología de un elemento espacial en un SIG, las propiedades geométricas y to- pológicas son definidas y almacenadas en tablas. La estructura de esas tablas varía dependiendo del tipo de entidad, sin embargo todas ellas tienen algunas características comunes, como son que cada entidad ocupa un registro en la tabla, cada registro en la tabla contiene como mínimo el identificador que se almacena también en la base de datos gráfica y para un conjunto de datos espaciales es posible tener más de una tabla de atributos. Por ejemplo, se pueden tener tablas para puntos y arcos o para polígonos y arcos.

Actualmente existen varios tipos de estructuras de vectores en uso. Estos se utilizan tanto para el manejo interno de los datos como para su intercambio entre diferentes sistemas, como son: estructura de polígonos completos, estructura DIME (Dual Independent Map En- coding) y estructura ArcNodo.

Estructura *raster* (o barrido)

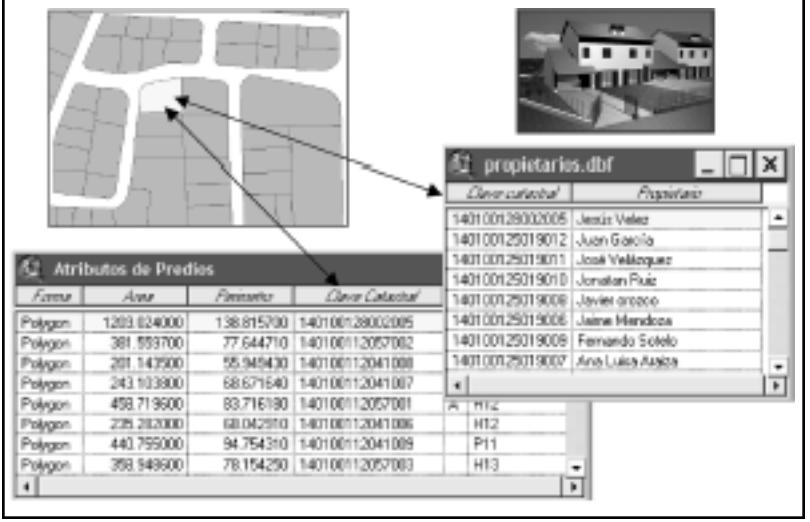
La estructura de datos con referencia espacial más sencilla es la *raster*; ésta ordena los datos en una forma celular o de celdas. El valor de ca- da parámetro de interés es almacenado en un arreglo espacial para cada celda. Por lo general las celdas son pixeles cuadriculares —aun cuando se ha tratado de implementar formas hexagonales y

triangu- lares—, de tamaño constante dentro del mismo mapa y cuyo tamaño

está directamente ligado a la resolución de la imagen y por lo tanto a los datos asociados a ésta.[17]

En la estructura *raster* es posible tener varias imágenes que representen diferentes características de la misma área, por ejemplo, es posible tener imágenes de la topografía, la cobertura del suelo y la distribución espacial de un insecto, y sobreponerlos o realizar operaciones que nos permitan obtener información derivada, como la relación de altura-cobertura del suelo y presencia del vector —insecto— en áreas que presenten las mismas características de cobertura del suelo y elevación (véase figura 1.4).

Figura 1.4 Tablas de atributos distintos ligadas por campos comunes de elementos espaciales vectoriales únicos



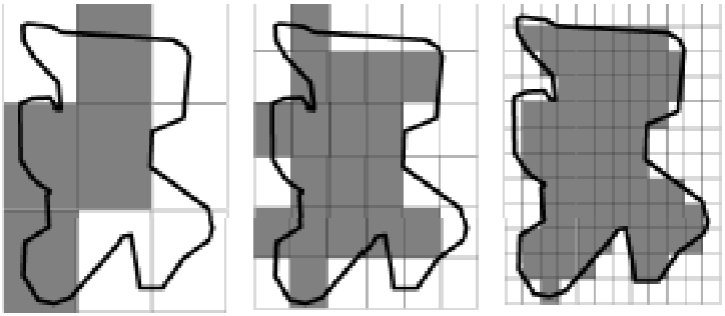
FUENTE: Elaboración del autor.

El carácter celular del *raster* obliga a tener cuidado en lo que se refiere a la relación que existe entre el tamaño de la celda y el elemento más pequeño que se desea "mapear". Si el tamaño de la celda es simi- lar al tamaño mínimo de mapeo, es posible que nuestra imagen omita características del terreno que son de interés para el análisis que se

pretende efectuar. Estas consideraciones son importantes al momento de planear el proyecto. Una sugerencia conservadora es definir el tamaño de la celda de un tercio o un cuarto del tamaño de la carac- terística más pequeña que se desea representar en el mapa.

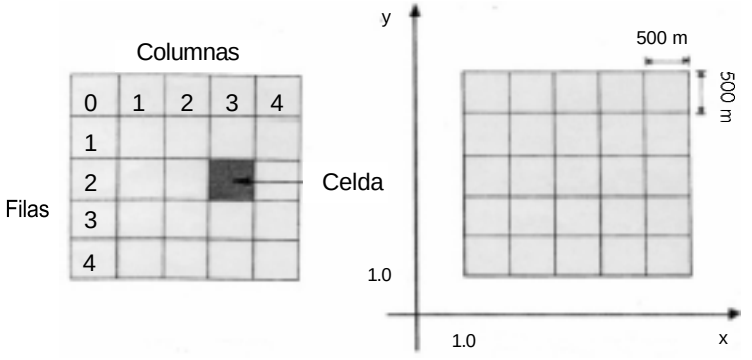
La simpleza de la estructura *raster* permite realizar gran cantidad de operaciones ya que por su naturaleza celular, la forma natural de almacenar estas imágenes en la computadora es en forma de matriz y, por tanto, pueden manejarse con los principios del álgebra matricial. Hay otro elemento que interviene en la definición de la resolu- ción o el tamaño de la celda. Dado que el atributo es asociado a cada celda como un valor único, por lo tanto, el número total de valores a ser almacenados depende del número de filas y columnas de la ma- lla. La resolución define el tamaño de los archivos digitales así como también la precisión de localización de los elementos. A mayor pre- cisión, mayor resolución, por lo tanto crece el tamaño de los archi- vos; pueden llegar a ser demasiado grandes y el procesamiento muy lento. Pero si la resolución es tosca, los datos pueden estar representados inadecuadamente (veáse figura 1.5).

Figura 1.5 Resolución espacial según tamaño de celda en formato *raster*



FUENTE: Elaboración del autor con base en D.J. Peuquet & D.F. Marble, *Introductory Readings in GIS*, London, UK, Taylor & Francis, 1990.

Figura 1.6 Componentes de una malla o rejilla de celdas en el formato *raster* de información

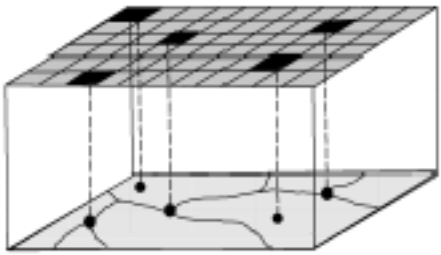


FUENTE: Elaboración del autor con base en D.J. Peuquet & D.F. Marble, *Introductory Readings in GIS*, London, UK, Taylor & Francis, 1990.

Los componentes de una malla son entonces: la celda, las filas y las columnas (véase figura 1.6); que a su vez deben estar referidas me- diante un sistema cartesiano de coordenadas, proyectado cartográfi- camente a su posición en el mundo real para, de esta manera, hacer posible la sobreposición de otras mallas con información diversa del mismo espacio representado (véase figura 1.7).

Figura 1.7 Esquema de conversión de datos vector-*raster*

Una malla debe estar referenciada a coordenadas del mundo real por una proyección



Si todas las mallas están referenciadas por una proyección común, estarán referenciadas entre ellas.

Convertir datos vectoriales referenciados a *raster* es más fácil y rápido que en el sentido inverso.

FUENTE: Elaboración del autor con base en D.J. Peuquet & D.F. Marble, *Introductory Readings in GIS*, London, UK, Taylor & Francis, 1990.

FUENTES DE DATOS GEOGRÁFICOS

Los SIG pueden manejar, analizar y representar una amplia variedad de tipos de datos geográficos, generados desde muy diversas fuentes. Desde la perspectiva del proceso de creación de las bases de datos geográficos, es conveniente clasificar a las fuentes en primarias y se- cundarias. Las fuentes primarias de datos son aquellas que se utilizan específicamente en un SIG mediante métodos directos de medición de los objetos registrados, mientras que las fuentes secundarias se refie- ren a aquellos datos capturados para otro propósito y que necesitan ser convertidos o transformados para ser usados en el proyecto SIG.[18] Ejemplos de fuentes primarias de datos geográficos son, en forma- to *raster*, las imágenes satelitales de sensores remotos como Landsat, Spot e Ikonos, o también las fotografías aéreas digitales; y para cap- tura de datos vectoriales, destacan los registros topográficos y de agri- mensura, por un lado, y los sistemas de posicionamiento global (GPS), por otro; cabe resaltar que las mediciones modernas en campo se rea- lizan con equipos electro-ópticos llamados estación total, que pueden medir automáticamente ángulos y distancias con precisiones de 1 mm, con lo que se ha remplazado a los equipos tradicionales como trán- sitos y teodolitos (véase recuadro de la figura 1.8).

Los GPS son, sin duda, uno de los avances más importantes en la navegación y en las actividades relacionadas con el posicionamiento geográfico. El funcionamiento se basa en receptores móviles sobre la Tierra que capturan las señales electromagnéticas que emiten una constelación de 21 satélites en órbita. Los receptores GPS calculan su posición tridimensional mediante una operación trigonométrica con base en la señal de cuando menos cuatro satélites a la vez; esto es posible debido a que reciben codificada la información de los pa- rámetros orbitales de los satélites y la distancia se calcula midiendo el tiempo que tarda en llegar la señal que viaja a la velocidad de la luz. Finalmente, mediante un proceso de triangulación, el receptor deter- mina su posición con un margen de error promedio de 10 metros, aun con equipos de muy bajo costo (véase figura 1.8).

En el caso del levantamiento del Inventario Nacional de Infraes- tructura para el Transporte (INIT), se empleó este sistema

para pro- ducir “archivos vectoriales codificados —binarios—” que, después

de un proceso de transformación, se incorporaron al SIGET como plataforma fundamental de la base de datos geográficos. La información sobre GPS se ampliará más adelante.

Figura 1.8 Sistema de posicionamiento global por satélite

GPS Modelo Magellan Meridian Line Marine. En el recuadro a la derecha, estación total Trimble 5600.

Las fuentes secundarias de datos geográficos son, básicamente, docu- mentos y mapas impresos que son integrados como bases de datos del SIG mediante procesos de creación de archivos vectoriales o *raster*. En el caso del formato vectorial, los registros se capturan a través de digitalización manual o automática, vectorización y operaciones foto- gramétricas; para formato *raster*, la captura de datos se realiza con un *scanner* o barredor que convierte los mapas, planos, fotos e imágenes del formato analógico a digital. Es necesario conocer algunas coorde- nadas del objeto barrido para tener la posibilidad de georreferenciar- lo e incorporarlo a las capas de información digital de las zonas de interés.

El proceso de digitalización convierte los mapas o las imágenes en formato digital de tipo vectorial. Esto se hace a través de dos méto- dos principales:

- *Digitalización manual*. El técnico sigue con un cursor todos y cada uno de los elementos de un mapa, dicho instrumento transmite a la tableta digitalizadora la ubicación exacta de los rasgos geográficos contenidos en el mapa —puntos, líneas y polígonos.
- *Digitalización automática*. Barrido de imágenes —tipo televisión— con sensores especiales o con luz láser para el trazado de las líneas y de los elementos a fin de incorporarlos al SIG. Es más rápido que el proceso manual.

La vectorización es el proceso de convertir datos *raster* a archivos de datos vectoriales; el proceso inverso es llamado *rasterización*. Gene- ralmente, se utilizan programas que automatizan la vectorización de manera interactiva con el usuario, para evitar errores y abreviar la ine- vitable tarea de edición posterior; no obstante la intensiva labor que implica, la vectorización interactiva resulta mucho más productiva que la digitalización y produce datos de mayor calidad y exactitud.

La fotogrametría, por su parte, es utilizada para registrar mediciones desde las aerofotografías y otras fuentes de imágenes; a partir de los pares estereoscópicos es posible obtener modelos tridimensionales que son manejados en los SIG. También, mediante procedimientos de corrección de las distorsiones por relieve y georreferenciación, se ob- tienen ortofotografías de gran utilidad para análisis del territorio.

Finalmente, cabe anotar que algunas bases de datos estadísticos digitales incluyen las coordenadas de los elementos referidos —como algunos productos del INEGI. Dentro de los SIG actuales existen co- mandos con instrucciones predefinidas para representarlos cartográ- ficamente, casi de manera automática.

En general, se puede afirmar que los formatos dispuestos a la venta en México son compatibles o se ajustan a los requerimientos de los actuales SIG. Además, tienen la capacidad de importar los formatos dis- ponibles y asociarlos automáticamente a la base de atributos.

Por ejemplo, si se requieren datos sobre el Conteo de Población y Vivienda de 1995 o del Censo 2000 es posible obtener por estado, los discos compactos que contienen la información respectiva y de ahí recuperar las coordenadas de todas las localidades registradas en cada entidad del país. O bien, comprar las capas de información en

forma- to DXF e incorporarlo al SIG en uso en cada institución.

En la actualidad, el INEGI moderniza sus sistemas para ofrecer al público mapas en diferentes escalas, en formato digital, que puedan ser integrados fácilmente a un SIG, así como sistemas propietarios para la exploración, consulta y despliegue cartográfico de información es- tadística y geográfica. Por su parte, numerosas dependencias y organis- mos gubernamentales y académicos han generado una gran cantidad de información digital georreferenciada, tanto de variables medio-am- bientales, como socio-económicas. En el contexto privado, la empre- sa Sistemas de Información Geográfica (SIGSA), ofrece cartografía digital de buena calidad, a escalas distintas a las del INEGI.

INFORMACIÓN NO-GEOGRÁFICA

Cuando hablamos de información no-geográfica nos referiremos a los atributos, mismos que son la clase de información que no tiene una referencia espacial pero que es utilizada para describir características de los objetos geográficos.

Aunque pueden ser capturados simultáneamente a los datos geográficos, es usual incorporarlos de manera independiente; en parte, debido a que es una tarea relativamente simple que no requiere de costosos equipos ni programas, y también a que algunos atributos pueden ser registrados con instrumentos de captura directa en campo o, más comúnmente, mediante el registro en una hoja de cálculo o base de datos existente.

Los datos no-geográficos o atributos que se asocien a los objetos georreferenciados pueden ser clasificados de la siguiente manera:[19]

- Nominales o categóricos.
- Ordinales.
- Intervalos.
- Reales o de razón.

Las *variables nominales*, como su nombre lo indica, están descritas por un nombre, y no tienen un orden específico, son mutuamente exclu- yentes pero no tienen relación entre sí. Ejemplo de este tipo de da- tos son los nombres de localidades, sexo de la población, categorías de uso de suelo, tipos de clima, etcétera.

Las *variables ordinales* son listas de clases discretas pero tienen un orden inherente, se representan comúnmente por números en un índice o escala de mayor a menor. Ejemplos de este tipo de datos comprenden el nivel de marginación, clase social, clasificaciones hidro- lógicas —ríos de primer orden, segundo orden, etcétera—, niveles de educación, alfabetismo, entre otras.

Las *variables de intervalo* utilizan números para describir una con- dición pero las diferencias entre los datos tienen un significado real. El ejemplo más claro de esto es una escala de temperaturas, en la que la diferencia entre 90 y 80 grados centígrados es la misma que entre 20 y 30. En un índice de marginación no necesariamente sería lo mismo.

Las *variables reales o de razón* son iguales que las de intervalo, sólo que, en adición, éstas tienen un punto natural de inicio o valor cero. El rango de temperaturas dentro de la escala Kelvin sería un buen ejemplo de esto, ya que tiene como referencia el cero absoluto.

Las bases de datos pueden y, en el caso de los SIG, deben estar indexadas. Esto permite que las operaciones de búsqueda y selección se realicen en forma eficiente.

Un índice es una base de datos especial que mantiene los registros debidamente ordenados basándose en una o más variables. Esto tiene el efecto de minimizar el tiempo que la computadora tarda en buscar los registros que cumplan con los criterios de búsqueda o selección.

Para poder trabajar con bases de datos relacionales es requisito que éstas estén indexadas por la variable de relación.

Para que exista dicha interacción, entre información geográfica y estadística, se requiere de un catálogo maestro o llave de acceso a los dos bancos de datos, también conocido como "campo llave". Si, por ejemplo, el mapa contiene la división municipal, ésta debe correspon- der con el mismo código que identifica los datos estadísticos de cada municipio, o bien, si la base de datos estadísticos está por puntos de interés dentro de una ciudad, la clave de esos puntos deberá estar tam- bién en la base de datos geográfica, ya que no tendría sentido y sólo ocuparía espacio de más, el que existiera en el SIG información esta- dística sin su correspondiente información geográfica.

Por último, cabe resaltar la importancia de elaborar los llamados "metadatos" de la información geográfica y no-geográfica. Una defi- nición estricta sería que los metadatos son datos acerca de los datos; es decir, información que describe las bases de datos con múltiples propósitos, desde la relación de contenidos hasta las instrucciones pa- ra su manipulación.[20] Los metadatos son esenciales para automatizar procesos, al facilitar a los usuarios y a sus sistemas el reconocimiento de las características de la información, parámetros cartográficos, es- tructura y tamaño de las bases de datos, especificaciones técnicas de los formatos, programas utilizados, fechas y metodología de creación, etcétera.

La descripción de una base de datos puede generar un gran volumen de información, además de constituirse en una labor ardua, compleja y costosa, debido a que exige un elevado nivel de entendi- miento de los datos y amplia experiencia profesional, particularmente cuando se carece de datos técnicos como, por ejemplo, la precisión de la cobertura geográfica de los datos, los parámetros cartográficos de proyección y *datum*, entre otras propiedades que pueden no estar fá- cilmente accesibles. No obstante, ante el crecimiento exponencial de información geográfica digital, resulta indispensable la creación y mantenimiento de los metadatos respectivos.

TOPOLOGÍA

En los mapas digitales vectoriales, las propiedades espaciales de los elementos y sus relaciones son determinadas a través de un procedi- miento matemático conocido con el nombre de análisis topológico. La topología estudia las propiedades espaciales de las figuras geométri- cas que subsisten aún si éstas se someten a deformaciones tan radica- les que las hagan perder todas sus propiedades métricas y de proyección en la geometría euclidiana. Los conceptos de adyacencia y vecindad, así como de intersección y de contención de un cuerpo, son en esen- cia conceptos fundamentales de la topología.

Toda transformación de una figura que no destruya la adyacencia de las distintas partes que la conforman se dice que es continua,

si ocurre que no sólo se conservan las adyacencias sino que se crean otras nuevas, la transformación se dice que es topológica. Por lo tanto,

Relaciones topológicas de los elementos espaciales	
Relaciones espaciales	*Propiedades espaciales*
Cada arco tiene un nodo inicial y un nodo final.	Establece una dirección y una longitud del arco.
Arcos conectados entre sí por medio de nodos.	Establece conectividad definiendo rutas.
Arcos conectados formando fronteras de polígonos.	Establece áreas y perímetros.
Arcos con polígonos a la izquierda y a la derecha.	Establece adyacencia.

bajo la transformación topológica de una figura cualquiera, las partes que estaban en contacto siguen en contacto, y las que no lo estaban, seguirán sin estarlo; para decirlo de una forma más breve, en una transformación topológica no hay ni roturas, ni fusiones. En particu- lar, un principio topológico es que dos puntos no se pueden unir en uno solo.

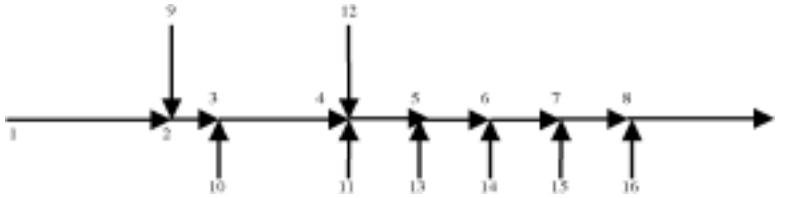
Los principales conceptos topológicos manejados por un SIG son: el de conectividad —arcos conectados a otros por medio de nodos—, la contención o definición de áreas —arcos conectados envolviendo un área—, adyacencia —arcos dotados de dirección, teniendo lado iz- quierdo y derecho— e intersección.

Algunas aplicaciones requieren de la utilización de la dirección del arco, tales como las redes de transporte, de drenaje y la creación de modelos de elevación digital correctos. Un buen SIG debe permitir cambiar o establecer las direcciones a los arcos, la cual está definida por el nodo inicial y el nodo final (véase figura 1.9).

La topología de polígono-arco expresa la relación entre las enti- dades tipo arco y entidades tipo polígono, para las cuales los arcos forman la frontera del polígono, permitiendo definir áreas y adyacen- cias. Dos polígonos son adyacentes si comparten un arco (véase fi- gura 1.10).

En los SIG (véase figura 1.11), las relaciones espaciales presentes entre los elementos de un mapa se expresan con base en las caracte- rísticas topológicas requeridas en la mayoría de los análisis espaciales, esto es:

Figura 1.9 Topología de arco-nodo. Dos arcos estarán conectados siempre y cuando compartan un nodo



FNODE	TNODE	LPOLY	RPOLY	LONG	ARC-ID
1	2	0	0	10.0	1
9	2	0	0	7.0	2
2	3	0	0	4.0	3
10	3	0	0	5.0	4
3	4	0	0	5.0	5

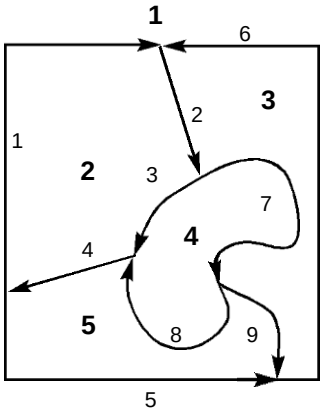
FUENTE: ESRI, *Understanding GIS*, The ArcInfo Method, 1997.

- Adyacencia y proximidad.
- Contención.
- Conectividad.
- Intersección.

Adyacencia y proximidad

Adyacencia es la relación de vecindad entre dos o más entidades geo- gráficas que comparten límites comunes. La relación de adyacencia se presenta entre entidades cuando los rasgos geográficos percibidos como líneas o áreas sean parcial o totalmente contiguos o coinci- dentes. Además debe existir una base de datos geográficos que sus- tente esa relación (véase figura 1.12).

Figura 1.10 La topología de polígono-arco. Dos polígonos son adyacentes si comparten un arco

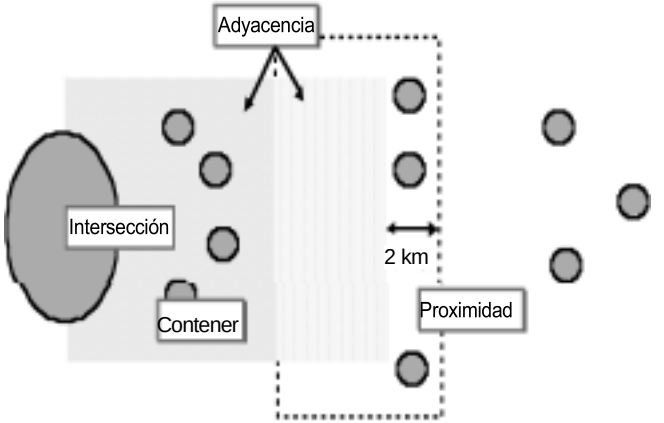


Polígono	*# de arco*	*Lista de arcos*
1	3	1,6,5
2	4	1,2,3
3	4	6,9,7
4	3	7,8,3
5	4	4,8,9

Arco	*Polígono izquierdo*	*Polígono*
1	1	2
2	3	2
3	4	2
4	5	2
5	5	1
6	3	1
7	3	4
8	5	4
9	3	5

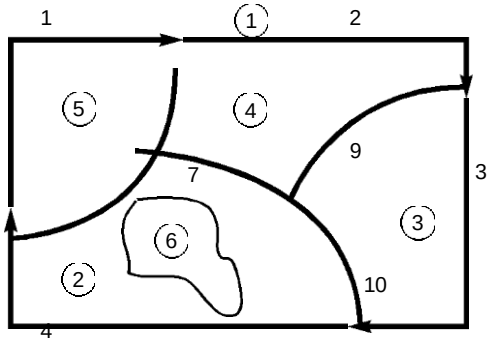
FUENTE: ESRI, *Understanding GIS*, The ArcInfo Method, 1997.

Figura 1.11 Esquema de las relaciones topológicas de los elementos espaciales en un SIG



FUENTE: Elaboración del autor.

Figura 1.12 Adyacencia o contigüidad. Diagrama esquemático



Coordenadas de los arcos

Arco número	Polígono izquierdo	Polígono derecho
1	1	5
2	1	4
3	1	3
4	1	2
5	5	4

Línea número	Pares de coordenadas (x, y)
1	5,3 5,5 8,5
2	8,5 20,5 ...
3	20,4 20,1 ...
4	18,1 5,1 5,3
5	7,4 8,5
6	7,4 6,3 ...
7	...
8	...
9	
10	

FUENTE: ESRI, *Understanding GIS*, The ArcInfo Method, 1997.

Las funciones de vecindad consideran las propiedades de la región a la que pertenece cada localización. Estas propiedades corresponden a parámetros intrínsecos derivados de su ubicación, con respecto al emplazamiento vecino. Por ejemplo, cuántos casos de cáncer se pro- ducen a una determinada distancia de una central nuclear, o cuál es el uso del suelo en lotes adyacentes (véase figura 1.13). Se pueden realizar operaciones de búsqueda, filtrado, polígonos de Thiessen,[21] interpolación o topográficas.

La adyacencia implica que dos polígonos estén contiguos; seme- jante a la vecindad. Para ilustrar lo anterior, en un paquete como Arc- View, se pueden identificar, por ejemplo, en el caso del estado de Yu-

Figura 1.13 Adyacencia. Lotes de terrenos contiguos destinados a diversos usos (departamentos, oficinas, parques, tiendas, etcétera)

Fuente: Colliers Internacional Real State, Victoria, British Columbia, Canadá, en *ESRI Map Book*, vol. 16, 2001.

catán, cuáles elementos son adyacentes a otro polígono, a partir de seleccionar el objeto geográfico bajo análisis.

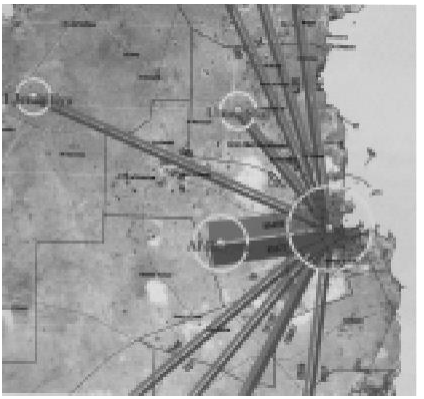
Se elige la instrucción en la cual la distancia al elemento geográ- fico seleccionado sea igual a 0 kilómetros o la unidad de distancia predefinida. Y el resultado es un mapa donde se resaltan los estados vecinos al de Yucatán.

Otro tipo de análisis es el de "proximidad". En éste se buscan los objetos situados alrededor del elemento geográfico que se encuentre a una distancia determinada. Puede ser a través de una instrucción en la que se solicita se seleccionen los elementos ubicados a "x" distancia o por la creación de áreas de influencia denominadas "*buffer*", que de- limitan dicha área.

La proximidad es pues la relación —distancia— que comparte y al mismo tiempo separa un área seleccionada o de interés, con respec- to a una entidad o grupo de entidades representados en el mismo plano geográfico.

La figura 1.14 es parte de un mapa de análisis de la demanda de viajes en Doha, Qatar, región donde se concentran más de tres cuar- tas partes de la población del país. El mapa muestra el flujo de viajes entre las ciudades de Doha, Al Rayyan y Al Jemailiya. Se observa que el flujo mayor se presenta con la ciudad más cercana, Al Rayyan.

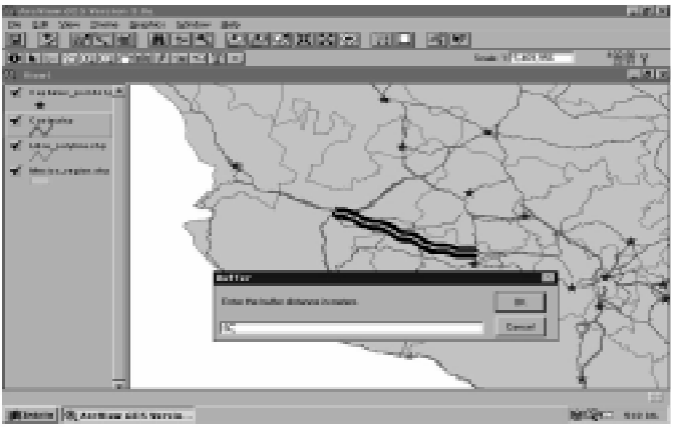
Figura 1. 14 La diferenciación de flujos de viajes entre ciudades se ve condicionada por la proximidad



FUENTE: Planning Department, Ministry of Municipal Affaire and Agriculture, Doha, State de Qatar, en *ESRI Map Book*, vol. 14, USA, 1999.

En la figura 1.15 se ilustra la función de proximidad, otra vez desde el ambiente de ArcView y con la información del SIGET, el ejemplo co-

Figura 1.15 Proximidad. Creación de un *buffer* de 60 metros equivalente al derecho de vía



FUENTE: Sistema de Información Geoestadística para el Transporte (Siget).

rresponde a la creación de un "*buffer*" de 60 metros a lo largo de la autopista Morelia-Guadalajara, con objeto de delimitar su derecho de vía. Una vez construido el *buffer*, se pueden seleccionar los objetos que están dentro de la zona así creada.

Contención

Se refiere a la entidad o entidades geográficas —puntos, líneas, polí- gonos— localizadas dentro de los límites de una entidad de mayores dimensiones —polígono. Indica que cualquier elemento del mapa está dentro de un polígono, bajo las siguientes modalidades:

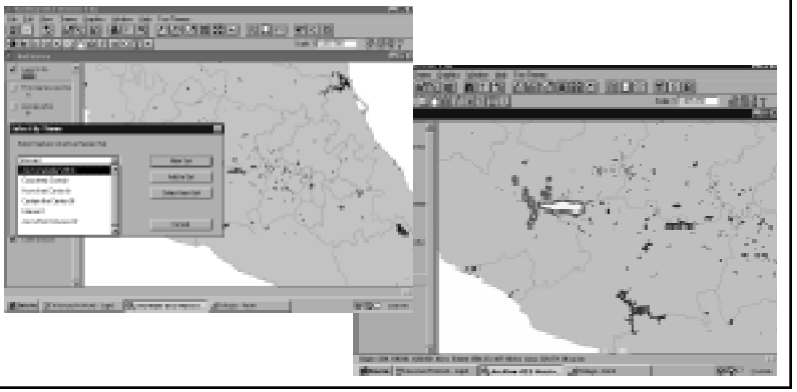
a) Que el polígono contenga en forma completa otro grupo de elementos puntuales. La figura 1.16 ilustra las entidades federativas que contienen los 20 aeropuertos más grandes del país.

Figura 1.16 Contención. Los elementos puntuales (aeropuertos) contenidos en polígonos (entidades federativas)

FUENTE: Sistema de Información Geoestadística para el Transporte (Siget).

b) Que los objetos estén contenidos completamente en un polígono. Ejemplo, caso de los lagos que se encuentran completamente dentro del estado de Jalisco (véase figura 1.17).

Figura 1.17 Contención. Polígonos (lagos) contenidos completamente en otro polígono (Jalisco)



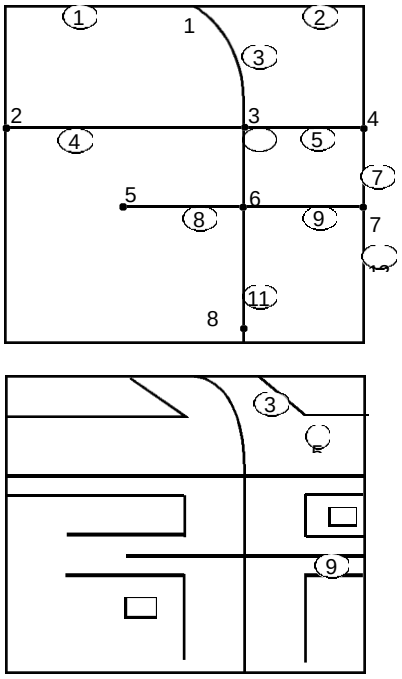
FUENTE: Sistema de Información Geoestadística para el Transporte (Siget).

El lago de Chapala no queda seleccionado porque parte de su super- ficie se localiza en Michoacán.

Conectividad

Es la relación de conectar físicamente entidades, se presenta cuando existe una intersección planimétrica entre los rasgos geográficos invo- lucrados, arcos y nodos (véase figura 1.18). Comprende operaciones relacionadas con la conexión entre las entidades geográficas repre- sentadas. En este tipo de operaciones se incluyen las medidas de con- tigüidad, proximidad, costo, trazado óptimo, cuencas, visibilidad y análisis de redes.

Figura 1.18 Conectividad. Esquema diagramático de la conexión topológica de arcos y nodos



Polígonos izquierda-derecha

Arco número	Del nodo	Al nodo
1	2	1
2	1	4
3	1	3
4	2	3
5	4	3
6	3	6
7	4	7
8	5	6
9	6	7
10	2	8
11	6	8
12	8	7

Coordenadas de los arcos

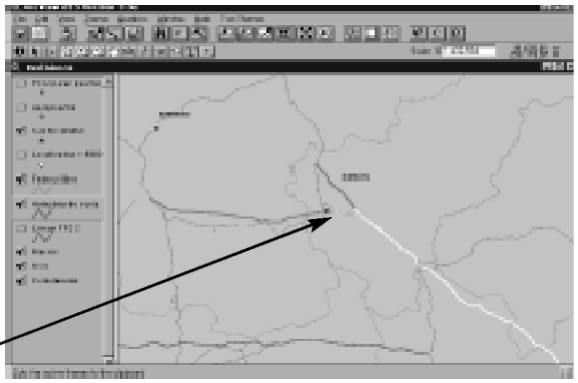
Línea número	Pares de coordenadas (x, y)
1	5,5 5,7 8,7
2	8,7 11,7 11,5
3	8,7 9,5
4	5,5 9,5
5	11,5 9,5
6	...
7	...
8	...

FUENTE: ESRI, *Understanding GIS*, The ArcInfo Method, 1997.

Intersección

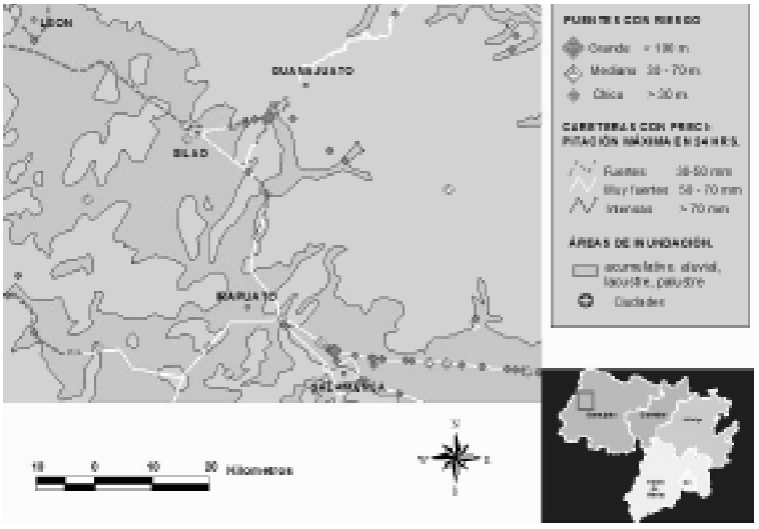
Es la relación existente entre entidades espaciales cuando el total o parte de sus rasgos físicos coinciden en una misma ubicación geográ- fica; cada entidad o elemento está diferenciado por su propia base de datos geográficos. Esto es, que dos objetos geográficos comparten al menos un punto o alguna área común (véase figuras 1.19 y 1.20).

Figura 1.19 Conectividad entre distintos tipos de carreteras



FUENTE: Sistema de Información Geoestadística para el Transporte (Siget).

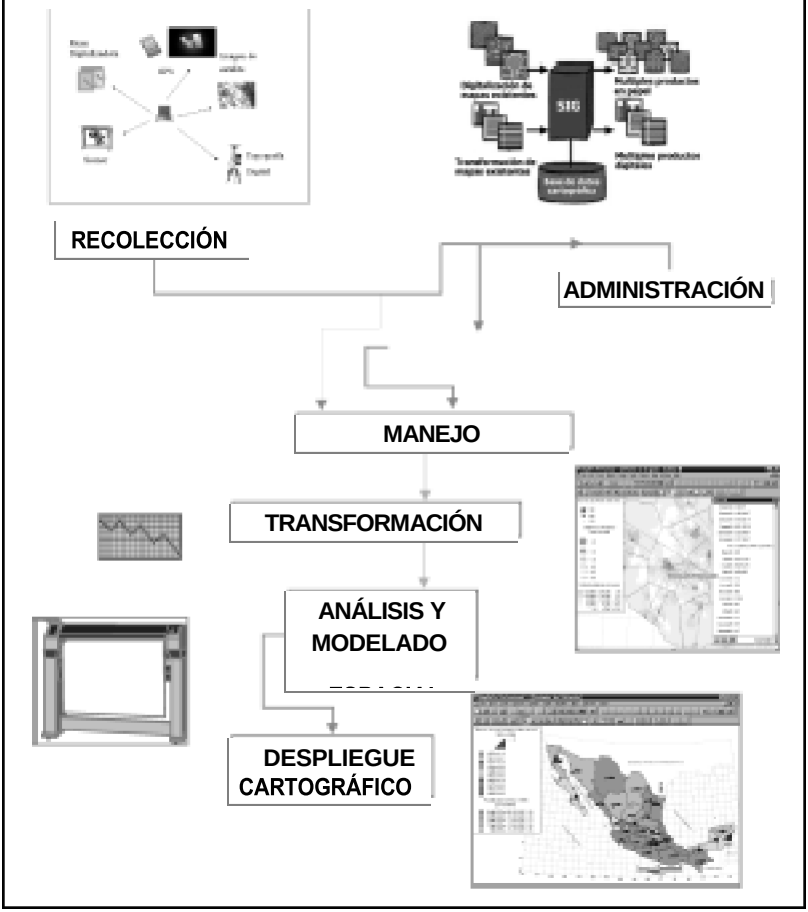
Figura 1.20 Intersección. Puntes (puentes) que se intersectan con polígonos (llanuras de desborde) en el estado de Guanajuato



FUENTE: Elaboración del autor con base en el Sistema de Información Geográfica para el Análisis Espacial de Riesgos en la Red Nacional de Carreteras, aplicación del Siget (*Vid supra* capítulo 3).

En general, los procesos o funciones que desempeña un SIG permiten incorporar, almacenar, manejar, consultar, analizar y representar o vi- sualizar información estadística y geográfica o espacial. Las funciones operativas de un SIG, descritas a continuación, no son necesariamen- te secuenciales y, en ocasiones, son simultáneas (véase figura 1.21).

Figura 1.21 Diagrama de las funciones operativas de un SIG

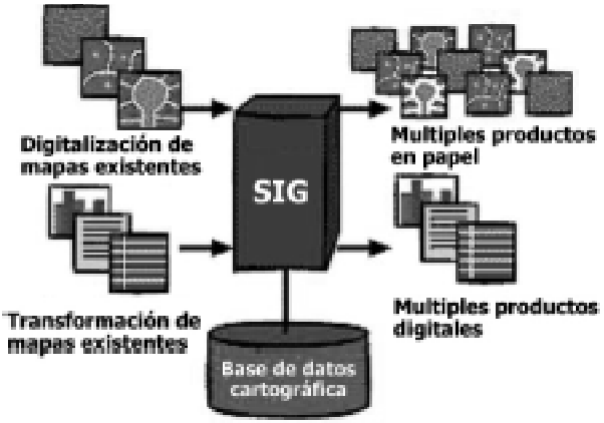


FUENTE: Elaboración del autor.

ENTRADA DE DATOS

Consiste en el ingreso de la información. Antes de poder ser utiliza- dos, los datos geográficos en un SIG deben convertirse a un formato digital apropiado. El proceso de integrar datos puede implicar la cap- tura, la automatización, la conversión, la transferencia, la traduc- ción y la digitalización; aunque subyacen diferencias entre estos tér- minos, en esencia describen la entrada o ingreso de información geográfica a la base de datos (véase figura 1.22).

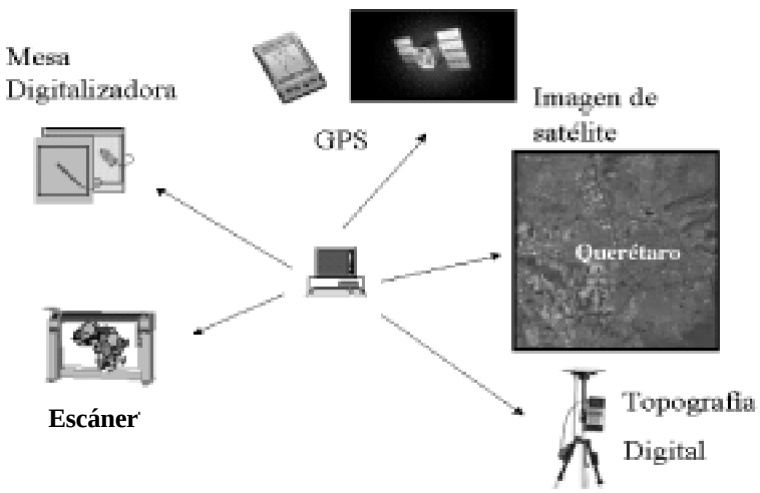
Figura 1.22 Funciones operativas de entrada y salida de un SIG



FUENTE: Elaboración del autor con base en www.esri.com

Como ya se describió antes, tecnologías como el GPS, los sensores remotos, la topografía digital, la ortofotografía, la digitalización auto- matizada y los *scanner*, entre otras, facilitan en gran medida el proce- so de captura de datos (véase figura 1.23).

Figura 1.23 Fuentes y formatos diversos de ingreso de datos a un SIG



FUENTE: Elaboración del autor con base en P.A. Longley, *Geographic Information Systems and Science,* Wiley & Sons, England, 2001.

MANIPULACIÓN

Por lo general, los datos requeridos para un proyecto SIG necesitan ser transformados o manipulados en varias formas que sean compatibles con un sistema determinado. Por ejemplo, la información geo- gráfica puede estar disponible en diferentes escalas —cartografía rural 1:25,000, catastro urbano 1:2,000, división política 1:100,000, etcéte- ra— y necesitar de una transformación temporal para propósitos de despliegue o permanente para cuando se requiera un análisis. Entre muchos otros ejemplos de manipulación de datos georreferenciados se pueden incluir cambios de proyección, agregación de datos y gene- ralización de los mismos.

ADMINISTRACIÓN

Para pequeños proyectos de SIG puede ser suficiente almacenar la información geográfica en archivos digitales. Pero cuando el volumen de datos y de usuarios es grande, es mejor usar un sistema de adminis- tración de bases de datos relacionales —DBMS por sus siglas en inglés— para almacenar, organizar y administrar los datos. Un DBMS no es más que un s*oftware* para manejar bases de datos y mantener la integri- dad de éstos.

BÚSQUEDAS O CONSULTAS. FUNCIONES DE RECUPERACIÓN, CLASIFICACIÓN Y MEDICIÓN

Entre otras funciones, los SIG están en condiciones de abordar una larga serie de preguntas de carácter espacial, cuyas respuestas implican, desde luego, el manejo y procesamiento de sus bases de datos. Por ejemplo: ¿dónde están los mejores sitios para vialidades de la expansión urbana?, ¿cuál es el tipo de suelo predominante en un bosque determinado? Si se va ha construir o ampliar una vía, ¿cómo será afectado el tráfico y cuál el área de afectación?

Las funciones de recuperación consisten básicamente en la ex- tracción o selección de información del banco de datos del SIG. Esta recuperación se realiza a partir del establecimiento de un criterio de búsqueda que se expresa mediante la indicación de las condiciones que debe cumplir la información a obtener. El resultado de la recu- peración puede registrarse nuevamente en la base de datos de forma independiente como un nuevo estrato de información, o no ser con- siderado y eliminarse. Se trata de funciones empleadas con mucha fre- cuencia, no sólo desde el punto de vista analítico, sino también para la gestión de la información.

La recuperación de información puede clasificarse en distintos tipos.[22] Entre los más usuales están la recuperación temática y la recu- peración espacial. La primera se refiere a la selección de la informa- ción espacial que cumple una determinada condición respecto a su componente temática —ejemplo: seleccionar zonas con pendiente
>50%. En este tipo de funciones el modelo de datos y la estructura

de la información tienen gran trascendencia.

La recuperación espacial, por su parte, comprende tanto la de tipo geográfico como la geométrica o topológica; esto es, en la recu- peración geográfica se selecciona la información espacial que se en- cuentra contenida en un determinado emplazamiento —por ejemplo identificar los polígonos comprendidos entre las coordenadas UTM x1=440.0, y1=4348, x2=443.0, y2=4350. En la recuperación geo- métrica se establece una regla geométrica, como son la proximidad a un punto, relaciones topológicas, áreas de influencia, etcétera.

Además, es posible la combinación de distintos tipos de condicio- nes de recuperación mediante la aplicación de operadores "boolea- nos"[23] o lógicos —y, o, ni, no, etcétera— que emplean las reglas de la lógica booleana, para operar con los atributos y las propiedades es- paciales de las retículas, o de las entidades básicas espaciales —por ejemplo, seleccionar áreas con altitud >300 m y cuya ocupación sea la de encinar.

Las funciones de clasificación, también conocidas como de reco- dificación de atributos, comprenden funciones que actúan sobre la información temática de la base de datos, modificando los valores numéricos asignados a las distintas variables. Se seleccionan una serie de categorías dentro de una variable y se procede a la recodificación de la misma, se aumenta o disminuye su número conforme a los objeti- vos establecidos —verbigracia, sobre una capa temática que contiene las comunidades vegetales y presenta diez clases temáticas, se aplica un proceso de reclasificación que transforma la leyenda original de tres clases representando el valor botánico de las clases originales.

Por último, las funciones de medición ofrecen la posibilidad de calcular los parámetros mesurables de los objetos geográficos; se con- sidera una de las capacidades analíticas de los SIG de mayor impor- tancia por las posibilidades de aplicación que le brinda al sistema. Por ejemplo, la gestión catastral fundamenta gran parte de su eficacia en el cálculo automático de superficies a partir de la digitalización del catastro.

Dentro de este grupo de funciones de medida se incluyen ope- raciones para cálculo de superficies, perímetros y longitudes; deriva- ción de perfiles espaciales y temporales, así como también análisis de formas.

Mención aparte merece la estadística espacial, misma que trata de caracterizar el espacio geográfico a través del análisis del modelo de distribución de los datos espaciales. Sus fundamentos son semejantes a los de la estadística tradicional, si bien el tipo de información que procesan y los resultados que generan tienen una proyección directa sobre el espacio. La ventaja de los SIG para la aplicación de la estadís- tica espacial es su disponibilidad de información geográfica en for- mato digital y su capacidad para la interpretación de los resultados territorialmente.

Existen dos clases de análisis estadístico de datos espaciales, en el primero se utiliza únicamente el componente espacial de la informa- ción y se relaciona con el análisis de las distribuciones espaciales, en el segundo se trata integradamente el componente locacional y el te- mático, y se analiza la variación espacial en función de los valores de los atributos.

Los sistemas de manejo de datos vectoriales no suelen incorporar funciones propiamente de estadística espacial, con lo que, prác- ticamente queda restringido a sistemas de formato *raster*; en éstos, encontramos tres tipos de funciones:

1. Funciones de estadística tradicional. Incluyen aplicaciones pa- ra la explotación estadística del componente temático de los datos —media, mediana, moda, varianza, correlación, regre- sión, etcétera.
2. Funciones de estadística espacial. Autocorrelación espacial, centro de gravedad, tendencia, análisis de formas, entre otras.
3. Funciones para la explotación de información de paquetes estadísticos estándar.

ANÁLISIS ESPACIAL

La fortaleza de los SIG radica en que pueden ser usados para analizar datos geográficos. Los procesos geográficos de análisis —a menudo llamados análisis espaciales o geoprocesamiento— usan las propieda- des geográficas de los elementos para observar patrones y tendencias, así como para tratar de explicar qué ocurre si el escenario cambia.

La principal característica que distingue a los SIG de otros sistemas informáticos que operan con información espacial —CAD, sis- temas de cartografía automatizada, sistemas catastrales, etcétera— es su capacidad para el análisis territorial.

Los fundamentos estructurales de los SIG se establecen median- te un proceso de modelado del espacio geográfico, se le descompone en unidades lógicas discretas —puntos, líneas, polígonos, retículas, objetos, entre otros— que pueden ser manipuladas mediante la tec- nología digital. Es decir, en su propia base estructural ya se realiza implícitamente un cierto análisis al distinguir y separar las partes del espacio geográfico. Por ello, el modelo de datos va a condicionar di- rectamente las posibilidades analíticas de cada SIG.

El análisis de la información espacial ocupa el nivel jerárquico superior dentro de las funciones de un SIG. Esta circunstancia implica que para su correcto desarrollo se debe disponer de un banco de datos espacial configurado con información exacta y precisa, que sea ope- rativa y significativa con los objetos marcados. También deberá en- contrarse libre de errores tanto en su componente locacional como temático, de manera que su procesamiento no arrastre desfases e in- coherencias que desvirtúen los resultados finales.

El análisis espacial se refiere a un amplio conjunto de procedi- mientos de estudio de los datos geográficos en los que se consideran sus características espaciales; cabe señalar que el análisis espacial tie- ne un importante soporte en la estadística espacial, descrita líneas arriba, cuyas técnicas han sido heredadas de la estadística descriptiva e inferencial.

Los SIG actuales cuentan con poderosas herramientas analíticas, en particular cinco muy importantes:

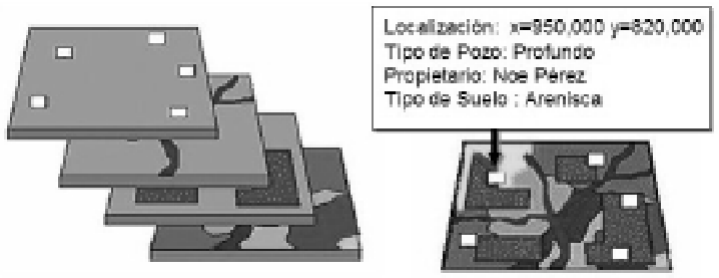
a) *Análisis de proximidad*. Los SIG son a menudo usados para responder a preguntas tales como: ¿cuántas construcciones se encuentran dentro del área de derecho de vía de las carreteras?, ¿cuál es el número total de clientes en un radio de 10 km al- rededor de un almacén?, ¿cuál es la vía más cercana a un pozo de agua?, ¿qué tan lejos está A de B?

   Para resolver estas preguntas, los SIG utilizan procesos llama-

dos de geoprocesamiento que determinan la relación de proximidad entre diferentes tipos de elementos.

b) *Análisis de superposición*. La integración de diferentes capas de información involucra un proceso llamado superposición —*overlay*. La superposición puede ser simple si sólo se requiere para visualización, pero cuando se necesita para operaciones analíticas es necesario que las capas de información se integren físicamente, se genera así nueva información gráfica y tabular, y se establecen nuevas relaciones entre los elementos geográficos[24] (véase figura 1.24).

Figura 1.24 Superposición de diferentes temas de información geográfica



FUENTE: Elaboración del autor con base en http://campus.esri.com/

La superposición es la función más utilizada en los SIG. Su pro- pia estructura se asimila a una serie de estratos de información, de manera que la superposición es una propiedad implícita de su naturaleza.

El proceso de superposición engloba prácticamente la totalidad de las funciones analíticas desarrolladas de un SIG. El hecho de que se trate aquí como un tipo de función indepen- diente viene condicionado por un criterio simplificador.

El conjunto de funciones descritas anteriormente se implementa mediante el uso combinado de operadores matemáticos —adición, sustracción, multiplicación, división y exponen- cial— y los ya mencionados operadores booleanos, "y", "o", "ni", "no", etcétera.

En sistemas vectoriales, la superposición de capas presenta una complejidad adicional al afectar tanto al componente espacial como al no geográfico de la información. De la super- posición de dos capas de polígonos se genera una nueva capa con una nueva estructuración topológica.

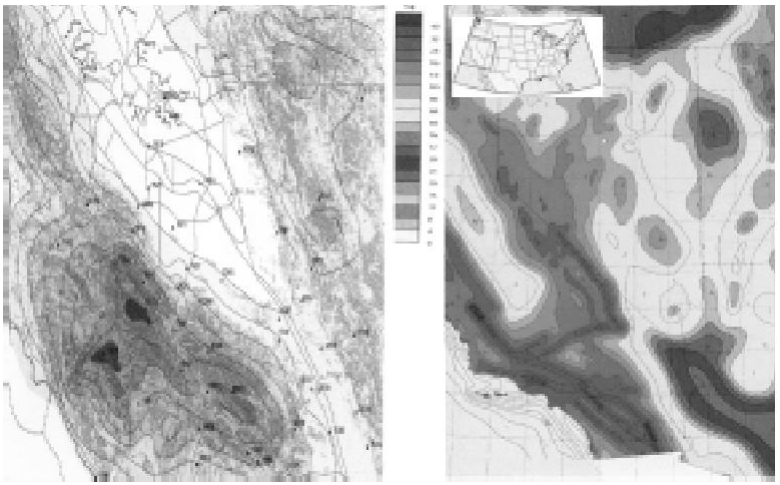
c) *Análisis de conglomerados*. Es una variante del análisis de proximidad. Puede ser por simple cercanía física, o bien, a partir de características del objeto geográfico. Un SIG puede agrupar los objetos que estén cercanos entre sí, tanto por la distancia mínima que los separa, como por la similitud de sus atribu- tos.[25] Los ejemplos clásicos son:

- Distancias mínimas. El SIG agrupa todos los objetos de la misma clase que se encuentren a las distancias mínimas establecidas por el usuario.
- Los polígonos de Thiessen. En cuyo procedimiento se mar- can las distancias medias entre dos o más puntos y se cons- truyen polígonos a partir de esos límites alrededor de los puntos, definiendo así áreas de influencia o de servicio.
- Generación de contornos o *countouring*. Es el proceso, simi- lar a la interpolación, de generar contornos mediante isolí- neas; un contorno es una línea imaginaria lógica que conecta puntos con diversos valores o características señaladas.

  Los contornos son generados por la conexión de puntos de igual valor. El objetivo del *countouring* es reunir una ba- se de datos con una representación espacial. Aplicaciones usuales en climatología.

  En la figura 1.25 se muestran ejemplos de resultados del proceso de *contouring;* una delimita áreas de riesgo por deslizamiento de suelos en los alrededores de la bahía de San Francisco, California, y la otra el riesgo sísmico, en la cos- ta suroeste de Estados Unidos.
- El análisis gravitatorio aplica la base conceptual del Modelo Gravitatorio de Reilly, el cual establece el nivel de interacción entre nodos o puntos de un sistema. La interacción es directamente proporcional al producto de las masas e inversamente proporcional a la distancia que los separa. Su

Figura 1.25 *Contouring*



Riesgo de deslizamientos de suelo sobre pendientes ocasionado por lluvias en San Francisco, California.

Probabilidad de riesgo sísmico en California.

FUENTE: *ESRI Map Book*, vol. 14, USA, 1999.

mejor aplicación se relaciona a la definición de áreas de influencia o tributarias.

d) *Análisis de redes y rutas más cortas*. En una red de líneas conectadas, por ejemplo caminos o ríos, los SIG llevan a cabo numerosas operaciones para calcular todas las rutas posibles a seguir sobre una red y encontrar aquella o aquellas que presenten las menores distancias. Se pueden agregar atributos a cada línea a fin de caracterizar los límites de velocidad, las condiciones del camino, el sentido, etcétera, y así obtener las rutas más rá- pidas, que no necesariamente las más cortas. Este análisis es aplicable a los servicios de emergencia o a las rutas de distribu- ción de personas o mercancías.

e) *Análisis de terreno*. En los SIG más complejos o en algunos de sus módulos de procesamiento existen herramientas para rea- lizar análisis de terreno. En ellos, el sistema calcula las eleva-

ciones, mide las pendientes y marca límites con base en la to- pografía.

El análisis del terreno se basa en el procesamiento de la información digital correspondiente a las características topográficas —valores X, Y, Z— de la superficie terrestre, con la que se construyen los modelos digitales del terreno, para la deri- vación de nuevas variables: pendiente, orientación, ilumina- ción, visibilidad, cuencas de drenaje, cálculo de volúmenes, etcétera.

A este respecto existe una diferencia sustancial entre los sistemas de estructura vectorial y los de *raster*.

En un sistema vectorial la topografía está representada por un TIN —Triangulated Irregular Network: Red de Triángulos Irregulares—, derivado de la interpolación a partir de una capa de puntos o de las curvas de nivel. La topografía se representa por una serie de triángulos y sus características —altura, pen- diente, orientación— corresponden a sus atributos asociados. En sistemas *raster*, la topografía se representa por una capa de información en la que cada una de las retículas posee un valor numérico correspondiente a su altura. Algunas posibilidades de aplicación, para ambos sistemas, son:

- Análisis de láminas de agua de una cuenca. El SIG determi- na las elevaciones circundantes más altas y en consecuencia su línea divisoria, con lo que delimita el área que drena una corriente y sus afluentes.
- Análisis de visibilidad. Se determina el área que puede ser visualizada desde una ubicación específica, dada la topogra- fía o algunos otros obstáculos en la línea de observación.
- Pendiente y aspecto. Algunos SIG incluyen el cálculo del perfil topográfico y determinación de la pendiente, así co- mo la dirección de las caras de las pendientes —aspecto.

DISEÑO Y VISUALIZACIÓN DE MAPAS

Para muchos tipos de operaciones geográficas el resultado final se visualiza en un mapa, el cual constituye la herramienta fundamental de análisis para el geógrafo. Los mapas son la forma más eficiente

para

almacenar y comunicar información geográfica. Mientras que los car- tógrafos han creado mapas manualmente desde hace miles de años, la tecnología SIG provee una herramienta nueva para extender y po- tenciar la ciencia y el arte de la cartografía.

Ahora bien, visualizar y representar cartográficamente la infor- mación en un SIG, agrega una serie de ventajas a los métodos tradicio- nales de manejo y análisis de los mapas impresos, sin dejar de respetar las convenciones que en rigor un mapa debe cumplir.[26] La primera ventaja se refiere a la facilidad de ampliar o reducir la escala de visua- lización del área de interés de un mapa, o bien pasar de un nivel de agregación espacial a otro, revelando detalles distintos en cada caso, por ejemplo de una vista nacional a una estatal, y de ésta a otra mu- nicipal o urbana, etcétera (véase figura 1.26). En ese mismo sentido, los SIG agregan la posibilidad de ensamblar en una misma vista, ma- pas de áreas contiguas o rasgos que se ubican en la intersección de cartas distintas.

La tercera ventaja estriba en la posibilidad de visualizar la informa- ción del mapa en forma dinámica, inclusive con animación; además, a diferencia de los mapas en papel, por medio de un SIG se puede te- ner una perspectiva tridimensional del espacio geográfico represen- tado (véase figura 1.27).

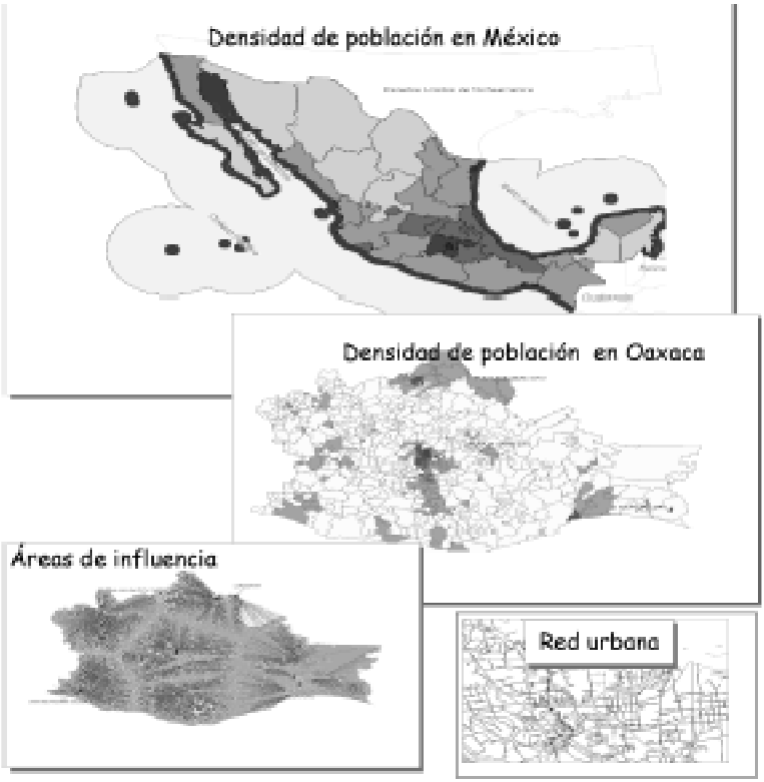
El proceso de "mapear" o representar cartográficamente la infor- mación en un SIG, es un proceso abierto, es decir, se pueden agregar y actualizar permanentemente las bases de datos que le dan origen, a diferencia de los mapas en papel; además, como ventaja adicional, vale decir que el usuario de los mapas en el ambiente de un SIG puede crear de manera interactiva su propia visión del espacio representado.

Potencial de aplicación de los SIG en el transporte

El transporte, como fenómeno social, posibilita la articulación e inte- gración territorial, así como el intercambio de bienes e ideas entre poblaciones. Es además un fenómeno geográfico incuestionable por su clara expresión territorial; de aquí que la dimensión espacial del transporte adquiera la categoría de elemento de análisis fundamental en los procesos de planeación, en la formulación de

proyectos de in-

Figura 1.26 Múltiples niveles de escala



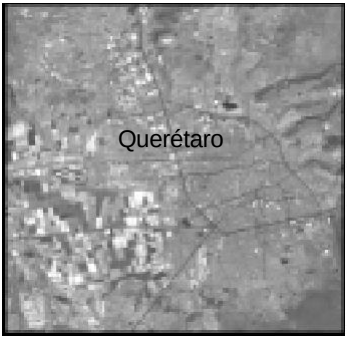
FUENTE: Sistema de Información Geoestadística para el Transporte (Siget).

versión y que sea un criterio relevante en el proceso de toma de decisiones dentro del sector transporte.

El transporte es sin duda una actividad compleja que involucra distintos actores —transportistas, usuarios, autoridades y prestadores de servicios auxiliares— con necesidades e intereses diferentes; realiza funciones diversas como la comunicación, integración, traslado de bienes y personas y requiere de múltiples tareas para su ejecución, como son: planeación, organización, diseño, construcción, manteni- miento, conservación, control de operación, etcétera.

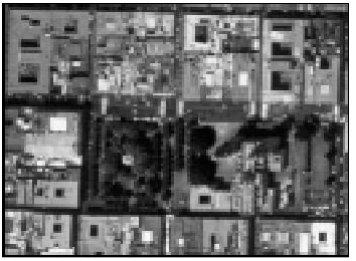
Figura 1.27 Los SIG cuentan con funciones de visualización y representación multivariada del espacio geográfico

Imagen de satélite en falso color de la ciudad de Querétaro

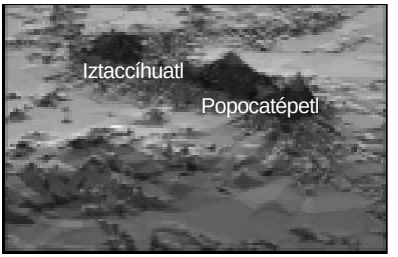


Mapa planimétrico de la ciudad de Querétaro

Fotografía aérea digital Georreferenciada de la Ciudad de Morelia, Michoacán



Modelo digital de elevación.



FUENTE: Sistema de Información Geoestadística para el Transporte (Siget).

La organización del sistema de transporte debe considerar, además de las condiciones anteriores, las características geográficas del territorio que atraviesa y comunica.

Las aplicaciones específicas de los SIG en el sector transporte po- drían clasificarse en siete áreas fundamentales:[27]

1. Inventarios de infraestructura. Localización, dimensiones, condiciones físicas, nombre de propietarios o de administradores a cargo, capacidad y costos de operación.

2. Inventario de equipamiento, condiciones y uso. Información sobre el número, las distancias de recorrido, propiedad, velocidad, capacidad, costos de operación y características de los modos de transporte.
3. Funcionamiento y condiciones de las empresas de transporte. Gastos, ingresos, propiedad, cobertura de mercados, fuerza la- boral, características de los servicios públicos y privados.
4. Flujos de pasajeros y carga. Volúmenes, valor, distribución y comportamiento geográfico.
5. Aspectos demográficos y actividades económicas. Distribución regional, inventario de vehículos y capacidad de traslado, comercio y usuarios en el sistema de transporte.
6. Ahorro y seguridad. Accidentes, registro de heridos, servicios médicos de emergencia, horario de operación de los servicios, causas, etcétera.
7. Financiamiento y programas de administración.

Las ventajas del uso de los SIG en el análisis del transporte se con- centran en tres de sus atributos primordiales:

a) Integración de datos asociados a elementos geográficos.
b) Análisis y modelado de la información espacial y estadística.
c) Despliegue y representación cartográfica de la información.

La visión sistémica del transporte permitirá delinear el marco de aplicación de los SIG de acuerdo a la problemática particular de cada modo de transporte o elemento del sistema y la escala territorial abordada.

En síntesis, un SIG puede describirse también por el tipo de demandas a las que puede dar respuesta. Un sistema suficientemente sofisticado debe poder responder a cinco preguntas genéricas:[28]

- Localización: ¿Qué hay en...?

La primera de las preguntas se refiere a identificar qué es lo que se encuentra en una localización determinada. La localización puede describirse de varias formas, por ejemplo, por su topónimo, por su código postal o por referencias geográficas como latitud y longitud.

En el caso del transporte, la utilidad de esta función es múltiple; permite explorar y ubicar la información disponible, por ejemplo, a partir del tipo de camino, de una marca de kilometraje determinada; o bien, reconocer en el mapa o vista un elemento de infraestructura determinado, por ejemplo un puente, una intersección a desnivel, un puerto o aeropuerto, entre otros.

- Relación: ¿Dónde se encuentra?

La segunda demanda es la inversa de la primera y requiere un análisis espacial. En lugar de identificar lo que se encuentra en un punto, lo que se busca es un lugar que reúna ciertas condiciones, por ejemplo: un terreno sin bosque que tenga un área mayor de 2,000 metros cuadrados, que esté a menos de 100 metros de una carretera y al que sus condiciones geotécnicas le permitan soportar edificios.

Otros ejemplos en el sector transporte versan en torno a la diferenciación de tramos carreteros según características de los flujos que transitan por ellos, por ejemplo aquellos que tiene un tránsito diario promedio anual determinado, pero que tengan una composición vehicular con predominio de tractocamiones; otro ejemplo, es cuando se busca distinguir los aeropuertos con una cantidad de operaciones de despegue y aterrizaje.

- Evolución o tendencia: ¿Qué ha cambiado desde...?

Esta pregunta involucra a las dos anteriores y su respuesta establece qué diferencias ocurren en un área determinada a través del tiempo. Para el caso del transporte, al ser un proceso evidentemente dinámico de clara manifestación espacial, su utilidad es mucha. Se aplica cuando se desea analizar los cambios en el tránsito diario promedio de una carretera, los cambios en la ocupación de los derechos de vía, así como el impacto en el entorno a partir de la construcción de alguna obra de infraestructura del transporte.

- Distribución: ¿Qué patrones de distribución espacial existen?

Esta pregunta es más compleja. Se plantea cuando se trata de identi- ficar un patrón espacial de ocurrencia de un fenómeno o

hecho; por

ejemplo, al querer determinar si el cáncer es una causa importante de mortalidad entre las personas que residen en las proximidades de una central nuclear.

Para el sector transporte la identificación de patrones espaciales es muy importante; derivado de la configuración de una red vial es posible inferir patrones en la ocupación del uso del suelo; por otro lado, el trazo y ubicación de determinadas obras de infraestructura condicionan el patrón de crecimiento de algunos asentamientos humanos; asimismo, se pueden estudiar los procesos de articulación o estructuración del territorio, a partir de los patrones o esquemas de distribución de los distintos modos de transporte.

- Modelamiento: ¿Qué sucede si...?

Cuestión que se plantea al intentar conocer qué pasa en un sistema cuando ocurre un hecho determinado, por ejemplo, que le sucede a un sistema vial si construimos una carretera o que sucedería si se produjera un determinado vertimiento tóxico en la red de suministro de agua potable. Las respuestas requieren, además de la información geográfica, otros datos adicionales, como pueden ser determinadas leyes científicas.

Es práctica común la aplicación de modelos matemáticos para la planeación y gestión del transporte, su uso, vinculado a las herramien- tas de análisis espacial propias de un SIG, sin duda potencia sus re- sultados. Su utilidad se extiende a la logística y distribución de carga, al diseño de redes de transporte de pasajeros, a los estudios de repar- to multimodal de carga, entre otros.

El Sistema de Posicionamiento Global. Definiciones conceptuales y principios operacionales

El Sistema de Posicionamiento Global —Navigation Satellite Timing and Ranging (Navstar) Global Positioning System (GPS), nombre completo del sistema— es un programa de navegación y posiciona- miento basado en satélites, financiado por el gobierno de Estados Uni- dos y administrado por el Departamento de Defensa de ese país.[29]

El GPS se ha constituido en la herramienta más completa para el registro de la localización de rasgos o elementos sobre la superficie del planeta. El 17 de julio de 1995 alcanzó su plena operación, se completó con la puesta en órbita de una constelación de 24 satélites
—21 en operación y 3 de reserva— con la misión de transmitir señales con información de diversos parámetros de posicionamiento, que registradas por receptores en tierra permiten calcular, con un alto grado de exactitud, la localización geográfica de cualquier punto en la superficie terrestre.

La tecnología GPS es usada primariamente como una herramienta para determinar la localización exacta de un lugar sobre la superficie terrestre, pero además puede proporcionar información sobre tiempo y velocidad de objetos en movimiento, lo que le permite actuar tam- bién como un sistema de navegación por radio. Los receptores usan los datos transmitidos para calcular posiciones tridimensionales —la- titud, longitud y altitud— de la antena del receptor.

Es, entonces, un sistema de recepción pasiva para posicionamiento y navegación. Los satélites transmiten información a los usuarios en tierra pero no reciben información proveniente de los usuarios, esto significa que los satélites de esta constelación no funcionan como enlace de comunicación entre el usuario y alguna estación base, por ejemplo. También significa que no hay suscripción o cuotas a pagar por el acceso a las señales GPS, y que no hay límite en cuanto al nú- mero de usuarios que simultáneamente puedan aprovecharlas. Aunque se originó con objetivos bélicos, paulatinamente se ha convertido en una poderosa herramienta de aplicaciones civiles en todo el mundo.

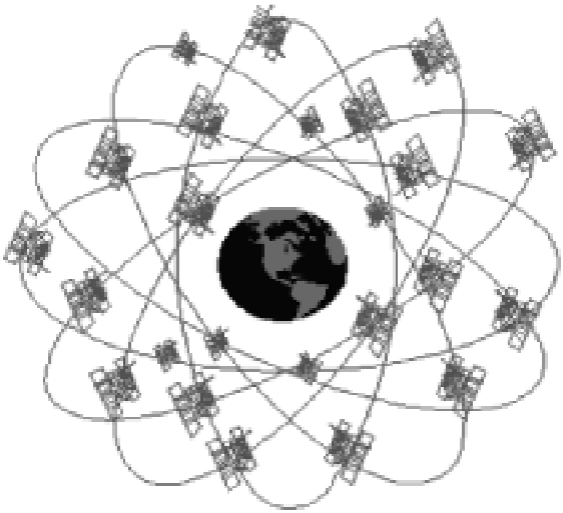
Componentes

El sistema está integrado por tres componentes o segmentos, el del espacio, el de control y el del usuario El segmento del espacio está constituido por la constelación Navstar: los 21 satélites activos más los 3 de reserva. Se localizan a aproximadamente 20,180 km de alti- tud, distribuidos en 6 órbitas elípticas, cada una con 55° de

inclina- ción respecto al Ecuador, y tienen un periodo de casi 12 horas. La configuración de la constelación asegura que, con pocas excepciones,

siempre haya un mínimo de cuatro satélites visibles desde cualquier punto de la tierra (véase figura 1.28).

Figura 1.28 Constelación de satélites GPS



21 satélites, con 3 de reserva

6 planos orbitales, 54 grados de inclinación
20,200 km de altitud, órbitas de 12 horas

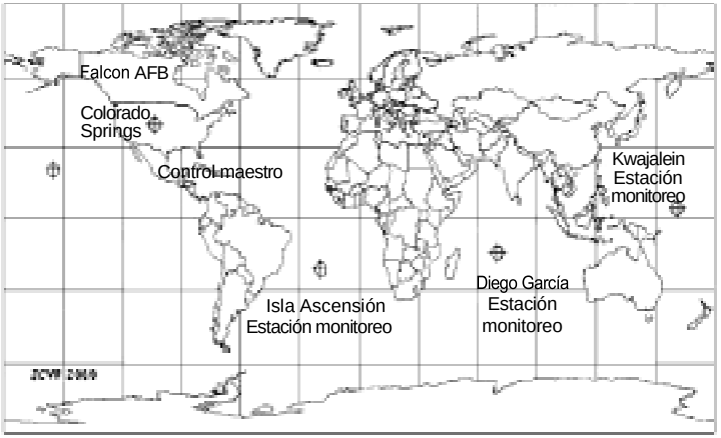
FUENTE: Elaboración del autor con base en P. Dana, *The Geographer´s Craft Project*, USA University of Texas at Austin, 1998.

Cada satélite emite una señal de radio en la que transmite no sólo un código pseudoaleatorio con fines de medición de tiempo, sino tam- bién un conjunto de datos acerca de su localización orbital exacta y del estado del sistema en su totalidad. Esta señal es extremadamente resis- tente a la interferencia producida por el tiempo atmosférico y las seña- les de radio emitidas por estaciones terrestres y equipo electrónico.[30] Estos satélites están equipados con relojes atómicos activados por osciladores de Cesio o Rubidio, que permiten al satélite transmitir on- das electromagnéticas en dos frecuencias distintas, L1 con $v1 = 1{,}575.42$

MHz y L2 con *v*2 = 1,227.6 MHz, indicando su tiempo exacto de transmisión, mismas que son captadas por los receptores utilizados para la observación.

Los satélites de GPS se diferencian por un ruido específico en su señal, de modo que el receptor pueda identificarlos, dicho identifi- cador se conoce como "Falso Ruido Aleatorio" —Pseudo Random Noise (PRN)— y con este identificador son reportados en las pantallas de los receptores cuando se capta su señal; en la bibliografía es usual que se indiquen con las siglas SV —Space Vehicle: Vehículo Espacial. El segmento de control está constituido por cinco estaciones te- rrestres distribuidas estratégicamente alrededor del mundo para moni- torear los satélites y acumular información sobre distancias a partir de las señales emitidas por los mismos. Esta información es procesada por la estación maestra, localizada en Colorado Springs, California, en Estados Unidos, para la determinación de los datos orbitales, los cuales son posteriormente enviados a los satélites (véase figura 1.29).

Figura 1.29 Control maestro y red de estaciones de monitoreo GPS



FUENTE: Elaboración del autor con base en P. Dana, *The Geographer´s Craft Project*, USA, University of Texas at Austin, 1998.

Cada estación de control rastrea los satélites GPS mediante radiotelescopios y envía la información hacia la estación maestra, donde se llevan a cabo complicados cálculos para determinar las "efemérides precisas" de cada satélite y el error de reloj correspondiente. La esta- ción maestra genera la actualización de la información de navegación de cada satélite y la transmite a los satélites, de donde, a su vez, es retransmitida como parte de su mensaje de navegación al subsiste- ma usuario.

El segmento del usuario lo constituyen todos aquellos con un receptor de GPS. Un receptor de GPS consta típicamente de una antena, dispositivos electrónicos para el procesamiento de la señal y un procesador digital (véase figura 1.30). La función primaria de un recep- tor es adquirir señales, recuperar datos orbitales, hacer mediciones Doppler y de distancias basadas en tiempos, y procesar esta informa- ción en tiempo real para obtener la posición, velocidad y tiempo del usuario.

Figura 1.30 Receptores GPS: 1. Garmin GPSMAP76 CS, 2.Garmin 12 XL con tarjeta de adaptación a PC Pocket, 3 GPSMAP 276C, 4. Trimble Recon

Funcionamiento

Un receptor de GPS es capaz de medir la distancia que existe entre éste y cualquier satélite "visible" de la constelación. Para determinar esta distancia, el receptor usa el tiempo que tarda la señal de radio en viajar desde el satélite, multiplicado por la velocidad de la luz. Puesto que la señal que envía el satélite incluye información orbital, enton- ces también se conoce la posición del satélite, con lo que se tienen todos los elementos para calcular posiciones (véase figura 1.31). Pa- ra calcular una posición, el procedimiento se basa en la triangulación de las posiciones de los satélites y el receptor, mediante cálculos tri- gonométricos que ejecuta éste automáticamente; esta posición puede ser calculada a partir de tres satélites para obtener una posición en 2D
—dos dimensiones, "X", "Y" o latitud, longitud. Si se desea obtener una posición en 3D —incluida la altitud—, entonces una cuarta me- dición es absolutamente necesaria.

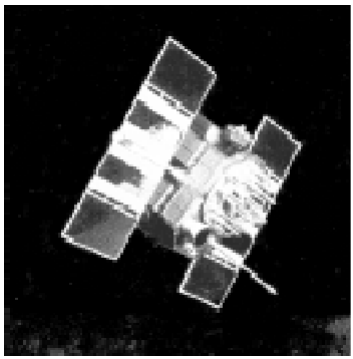
Paso 1. La triangulación.
- Distancia a los satélites.
- Cuatro satélites para 3D.

Paso 2. Medición de distancia a los satélites.
- Velocidad de la luz —186,000 millas/seg.
- Sincronización de los relojes.
- Código común de "seudo-rango".

Paso 3. Tiempo de viaje de la señal.
- Reloj atómico en los satélites.
- La clave = 4° satélite.

Paso 4. Parámetros orbitales.
- Monitoreados por el DoD.
- Actualización de efemérides.

Figura 1.31 Satélite GPS



Fuente:www.navtech.com

Paso 5. Corrección de errores y demoras.

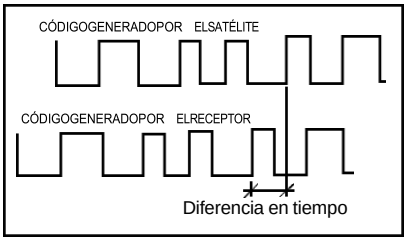
- Ionósfera y tropósfera.
- Geometría de los satélites.
- Reflexión por obstáculos.

Las señales que emiten los satélites Navstar son ondas electromagnéticas que entran en la banda L del espectro electromagnético, entre las microondas, las ondas de radio y de radar; se emiten, como ya se mencionó, en dos frecuencias, L1 y L2, moduladas por los códigos P y C/A de acuerdo con los siguientes parámetros:[31]

Frecuencia fundamental:	fo = 10.23 MHz
Frecuencias portadoras:	L1 = 154 x fo = 1575.42 MHz
	L2 = 120 x fo = 1227.60 MHz
Código C/A :	C/A = fo /10 = 1.023 MHz
Código P :	P = fo = 10.23 MHz
Código Y :	Código P encriptado
Mensaje de navegación :	1 500 bit a 50 bit por segundo (bps)

El código de acceso claro (C/A) está sobrepuesto en la banda L1 únicamente. El código de precisión (P) aparece sobrepuesto tanto en L1 como en L2.

La función de los códigos es, por un lado, establecer una diferencia entre los usuarios, pero primordialmente sirven como marcas de tiem- po. Los receptores GPS tienen relojes que, aunque no son tan precisos, son considerados, en la práctica, como "sincronizados" con los relo- jes de los satélites.



La parte más difícil para medir el tiempo de viaje de las señales desde el satélite al receptor es, sin duda, determinar cuándo salió la señal del satélite. El sistema GPS logra es- to por medio de la sincronización de los satélites y los receptores para generar el mismo código al mismo

tiempo; es decir, el receptor genera una réplica del código generado por el satélite, una vez que el receptor recibe la señal del satélite, compara el código que acaba de recibir con un código idéntico gene-

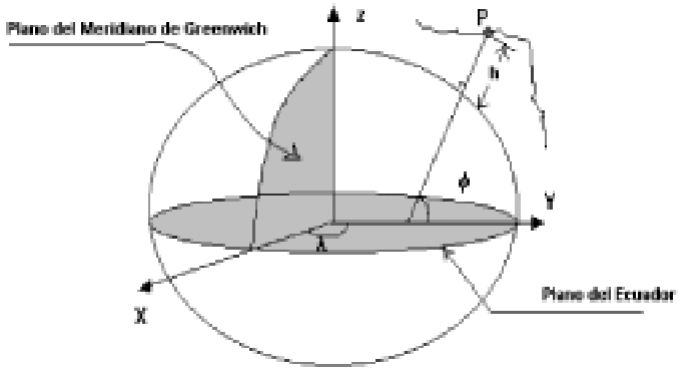
rado por el propio receptor. La diferencia en tiempo entre una sección particular del código recibido y el generado por el receptor es el tiempo que requirió la señal en su viaje Δt.

El dato Δt al multiplicarse por la velocidad de la luz C, resulta en la distancia a la que se encuentra el satélite con relación al receptor, $d = C \times \Delta t$.

Ahora bien, todo el sistema GPS se apoya en un modelo geomé- trico denominado sistema geocéntrico cartesiano, que es un *datum* geodésico particular, el WGS84 —World Geodetic System 1984: Sis- tema Geodésico Mundial de 1984— con un elipsoide específico y cuyo origen hipotético se encuentra en el centro de masa de la tierra, de manera que los satélites Navstar tienen coordenadas X,Y, Z, en este sistema, calculadas por parte del subsistema de control y retransmiti- das continuamente como efemérides a los usuarios en el mensaje de navegación.

Una vez que el receptor "engancha" la señal de al menos cuatro satélites, calculará sus correspondientes coordenadas X_P, Y_P, Z_P en el sistema geocéntrico cartesiano y, mediante un algoritmo matemático, las transformará en coordenadas geodésicas —latitud φ, longitud λ, altura sobre el elipsoide h—,[32] como se muestra en la figura 1.32.

Figura 1.32 Transformación de coordenadas cartesianas en geodésicas



FUENTE: www.geocentro.com

Existen factores naturales y operativos que introducen errores en la precisión del posicionamiento. Entre estos factores destacan los efectos adversos de la atmósfera de la Tierra sobre la propagación de la señal del GPS, la geometría de la constelación de satélites, la desvia- ción y reflexión de la señal por diversos cuerpos —por ejemplo, re- lieve y vegetación, este último de mayor significación para el levan- tamiento del INIT—, y la degradación de la señal o "Disponibilidad selectiva", introducida intencionalmente por el Departamento de De- fensa de Estados Unidos. Afortunadamente, a partir de mayo de 2000, por decreto del presidente de ese país, se suspendió la aplicación de esta degradación de la señal, con lo cual los registros son ahora más precisos y acordes con las especificaciones que establecen los fabri- cantes de receptores GPS.

Existen también errores menores producidos por desajustes en los relojes atómicos de los satélites y en los de los receptores GPS, así co- mo por desviaciones ligeras en las órbitas de los satélites, pero estos no son muy significativos y son fácilmente corregibles.

Gran parte de los errores introducidos por los factores antes mencionados, principalmente los causados por la "Disponibilidad se- lectiva" y por los efectos de la ionósfera, se pueden eliminar con la técnica conocida como GPS Diferencial —Diferential Global Positio- ning System (DGPS).[33]

Esta técnica se basa en el registro de las señales de satélite por medio de dos o más receptores simultáneamente. Este procedimiento funciona debido a que los satélites se encuentran en órbitas relativamente altas, de forma tal que la señal de un mismo satélite puede ser recibida por dos o más receptores en un área de hasta 500 km. Lo que significa que los errores causados por "Disponibilidad selectiva" y la atmósfera son registrados simultáneamente también.

El posicionamiento diferencial requiere de dos receptores. Una de las unidades se ubica en un punto cuyas coordenadas son conocidas con gran precisión. Esta unidad es comúnmente llamada "estación base" —*reference* o *base station*, en inglés. La otra unidad es operada en el lugar cuyas coordenadas se desea conocer. Esta unidad es refe- rida como la unidad de campo —*remote* o *field station*, en inglés. Ambas unidades deben registrar datos de posición durante el mismo periodo de tiempo, de modo que éste sirve como índice para conocer

cuál corrección hecha en los registros de la unidad base debe aplicarse a qué registro de los datos de campo.[34]

Los datos de campo son corregibles si ambas unidades reciben las mismas señales de al menos cuatro satélites, esto es, ambas unidades deben haber registrado señales de los mismos cuatro satélites. Las correcciones pueden ser aplicadas en dos formas: en tiempo real o por medio de posprocesamiento; en el primer caso, el receptor de campo recibe las correcciones del de base a través de una emisión simultánea de radio. En el caso de que se utilice posprocesamiento, los datos re- gistrados por ambas unidades son posteriormente procesados en una computadora, corrigiendo primero los datos de la estación base y lue- go aplicando estas correcciones a los datos colectados en campo.

Aplicaciones en el transporte

- *Localizar* ¿Dónde se ubica algún elemento de infraestructura o equipo?
- *Navegar* ¿A dónde se dirige el vehículo?
- *Monitorear* ¿Dónde están las unidades móviles?
- *Mapear* ¿Dónde y cómo se distribuyen los componentes de un sistema de transporte?
- *Cronometrar* ¿Cuánto tiempo consumen las operaciones en un trayecto determinado?

Ejemplos:

- Topografía y agrimensura en obras de infraestructura.
- Inventario de infraestructura.
- Sistemas de gestión del mantenimiento.
- Navegación.
- Localización y monitoreo de vehículos.
- Sistemas inteligentes de transporte.
- Despacho y control de flotillas.
- Sistemas de información al conductor.
- Control de la navegación aérea.

La importancia creciente de las aplicaciones del GPS en el sector trans- porte es reconocida por los propios actores de la actividad; en una encuesta tendiente a dimensionar el potencial de las distintas tecno- logías asociadas a los llamados sistemas inteligentes de transporte (SIT), aplicada a funcionarios gubernamentales federales y estatales —de transportes, comercio, aduanas, migración, etcétera—, empre- sarios —concesionarios de autopistas de cuota, transportistas, agentes de carga, fabricantes y comerciantes de equipo SIT, entre otros—, y ejecutivos de asociaciones SIT nacionales e internacionales —Socie- dad de SIT en México, ERTICO, ITS-América, etcétera—,[35] se obtuvo que las aplicaciones de GPS en combinación con SIG, ocuparon el se- gundo lugar entre las tecnologías de mayor potencial de utilización en el transporte de carga por carretera en México, sólo detrás del co- bro automatizado de peajes (véase figura 1.33).

A cada persona entrevistada se le solicitó calificar el potencial de aplicación de las tecnologías de su incumbencia de acuerdo con cri- terios de costo de implementación, mercado posible, beneficios por mejoramiento de la calidad de servicio, reducción de costos de trans- porte, etcétera.

Entre las aplicaciones mencionadas en la encuesta, destacan el uso para la gestión de flotillas, el monitoreo de unidades en ruta, la administración de unidades para atención de emergencias, y los siste- mas de información al conductor o al usuario de transporte público. Otra de las aplicaciones de mayor desarrollo del GPS en el trans- porte es, sin duda, su utilización en el modo aéreo. En la actualidad, se afirma que el GPS proporciona ventajas considerables en distintas áreas de la navegación aérea, y en un futuro cercano, en cuanto se es- tandarice su uso internacional, mejorará la eficiencia de las operacio- nes, proporcionando:[36]

- Mayores niveles de la seguridad de los vuelos, por la vigilancia automática de precisión.
- Reducción de los mínimos de separación entre vuelos que per- mitirán una mayor capacidad en el espacio aéreo y en las pis- tas de aeropuertos, sin acrecentar los riesgos.

- Trayectorias de vuelo en ruta más directas.
- Nuevos servicios de aproximación de precisión.

Figura 1.33 Equipos con base en GPS

1 y 2. Sistemas de información al conductor (Magellan 750Nav y Magellan FX324 Map color).

3. Localización y monitoreo de vehículos y para sistemas inteligentes de transporte (Trimble CrossCheck).

4. Terminal Echo RTX).

FUENTE:

- Equipo reducido y simplificado a bordo de las aeronaves.
- Considerables economías para los gobiernos por la eliminación progresiva de los costos de mantenimiento de las ayudas para la navegación más anticuadas basadas en tierra, como radio- faros, telemetría y la mayoría de los sistemas de aterrizaje por instrumentos.

El gobierno mexicano, como Estado contratante de la Organización Internacional de Aviación Civil, —OACI, por sus siglas en inglés— adquirió el compromiso de adoptar el empleo del Sistema Mundial de Navegación por Satélite —GNSS, por sus siglas en inglés. Con este propósito, el 8 de abril de 2001 se expidió en el Diario Oficial de la Federación,[37] la Norma Oficial Mexicana: NOM-051-SCT3-2001, que regula los procedimientos de aplicación del GPS, como medio de navegación dentro del espacio aéreo mexicano. Esta norma establece los lineamientos para la selección, instalación y certificación de los equipos a bordo de las aeronaves; así como los procedimientos de operación del GPS como medio de navegación.

El GPS proporciona referencias geográficas precisas, en tiempo real y de amplia cobertura en espacio y tiempo, que son ideales para la definición de rutas de transporte en general. También, abrió la po- sibilidad de un nuevo entorno automatizado para la navegación aérea con grandes beneficios para sus usuarios en cuanto a la seguridad de los vuelos, eficiencia de la operación y en la utilización del espacio aéreo y la confiabilidad del control del tránsito aéreo. Estos bene- ficios podrán ser medidos en términos de mayores niveles de seguri- dad en la navegación, de un uso y control más eficiente del espacio aéreo, de menor utilización de las aeronaves y menor consumo de combustible para cubrir las rutas en forma más directa.

Los recursos tecnológicos para la navegación aérea con la utiliza- ción de señales de satélite ya han sido desarrollados y se encuentran disponibles en el mercado, por lo que la instrumentación del sistema mundial de navegación y control de tránsito aéreo sólo requiere del establecimiento de instrumentos institucionales a nivel internacional y del desarrollo de procesos de organización que le darán estructura y cohesión.[38]

NOTAS

[1] P.A. Burrough, *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*, New York, USA, Oxford University Press, 1990.

[2] G. Bocco, *Sistemas de información geográfica: ética y concepto*, (http://dgsca.unam.mx/jornada/1999/abr99/990405/cien-bocco.html).

[3] P.A. Longley, *Geographic Information Systems and Science*, England, Wiley & Sons, 2001.

[4] Daratech, *Geographic Information Systems: Markets and Oportunities*, Cambridge, Massachusetts, Daratech, 2000.

[5] P.A. Longley, *op. cit.*, p. 171.

[6] *Ídem*, p. 173.

[7] *Ídem*, p. 174.

[8] *Ídem*, p. 176.

[9] *Ibídem*.

[10] *Ibídem*.

[11] *Ídem*, p. 177.

[12] Daratech, *op. cit*.

[13] *Ídem*, p. 206.

[14] S. Lewis, y D. Fletcher, "An introduction to GIS for transportation", Transpor- tation Research Board, Annual Conference 1991, Washington, D.C., 1991.

[15] D.J. Maguire *et al.*, *Geographical Information Systems: principles and applications*, UK, Longman, 1991.

[16] ESRI, *Understanding GIS. The ArcInfo Method*, Redlands, Cal., ESRI Press, 1997.

[17] D.J. Maguire, *op. cit.*

[18] P.A. Longley, *op. cit.*, p. 206.

[19] *Ídem*, p. 66.

[20] *Ídem*, p. 154.

[21] Consiste en generar polígonos a partir de un conjunto de puntos, de tal forma que los lados de los polígonos sean equidistantes con respecto a los puntos vecinos. Aunque el problema que se plantea —dentro del modelo vectorial— es la mini- mización de distancias euclidianas con respecto a los puntos originales, la solu- ción no se alcanza por cálculos de distancias, sino mediante un procedimiento geométrico. Gutiérrez Puebla y Gould, *SIG: Sistemas de Información Geográfica*, Síntesis, pp. 147 y 177.

[22] D.J. Maguire, *op. cit.*

[23] Llamados así por George Boole, matemático británico (1815-1864), creador de la lógica matemática moderna.

[24] Yue-Hong Chou, *Exploring Spatial Analysis in Geographic Information Systems*, San- ta Fe, USA, Onword Press, 1997.

[25] *Ibídem*.

[26] P.A. Longley, *op. cit.*, p. 251.

[27] A.P. Vonderohe *et al.*, "Adaptation of Geographic Information Systems for Transportation", *Transportation Research Board*, NCHRP Report 359, Washington D.C., 1993.

[28] ESRI, *Understanding GIS*, *op. cit.*

[29] J. Hurn, *GPS: A guide to the next utilit*, USA, Trimble Navigation Ltd., 1989.

[30] www.trimble.com/GPS

[31] J. Pinzón, "Seminario: Generación y actualización de bases de datos GIS con tec- nología GPS", apuntes, SIGSA, México, 2000.

[32] *Ibídem*.

[33] www.garmin.com/aboutGPS

[34] www.trimble.com/GPS

[35] Aplicaciones potenciales de los SIT en México, estudio realizado por Cal y Mayor y Asociados, S.C., por contrato para el IMT, marzo de 1999.

[36] James C. Johns, "La capacidad acrecentada del GPS satisface las necesidades de na- vegación del siglo XXI", *ICAO Journal*, vol. 52, núm. 9, noviembre 1997, Montreal,

pp. 7-10.

[37] *Diario Oficial de la Federación* , lunes 8 de abril de 2002, p. 47.

[38] F. Heredia, "La aplicación del Sistema Mundial de Determinación de la Posición (GPS) al transporte aéreo", *Boletín Notas*, núm. 46, Instituto Mexicano del Trans- porte, mayo, 1999.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO POSGRADO EN
GEOGRAFÍA
Curso Propedéutico para Aspirantes al Programa de la Maestría en Geografía

Facilitador: Dr. Jaime Morales

Asignatura: EL RAZONAMIENTO ESTADISTICO
Día viernes 21 y 28 de febrero de 2025, de las 10:00 a 15:00 hrs

Presentación.

La Estadística Aplicada en sus diferentes formas o ramas ha tomado un papel fundamental como medio para la toma de decisiones, en el análisis de los elementos de la Geografía Ambiental, Manejo Integrado del Paisaje, Ordenamiento Territorial, Sociedad y Territorio, Geomática. Así, en cualquier lugar del mundo, la estadística tiene relevancia en nuestro entorno geográfico. Por lo tanto, el conocimiento y razonamiento estadístico que sirve para inferir, pronosticar, analizar y resumir información, es considerado como una ventaja competitiva en la investigación aplicada, que todo geógrafo debe tener.

Este pequeño curso tiene como finalidad el homogeneizar conocimientos y lenguajes disciplinares. Así como enfatizar la importancia y el dominio de los conocimientos básicos que se debieron de haber adquirido en la licenciatura. Ahora bien, si esto no sucedió, esta es la oportunidad de hacerlo o reforzarlo. Ya que son de interés para una formación completa y actualizada en el curso de grado.

Objetivo.

Incrementar la capacidad crítica del alumno respecto a las posibilidades que la Estadística Aplicada tiene para abordar y resolver problemas que se plantean desde diferentes líneas del saber (Geografía Ambiental, Manejo Integrado del Paisaje, Ordenamiento Territorial, Sociedad y Territorio, Geomática) con distintos grados de incertidumbre. Y de manera transversal, vincular el razonamiento estadístico con el Diseño de Proyectos, la utilización de los Sistemas de Información Geográfica, la Metodología de la Investigación Científica, entre otros.

Temario.

1.2 Estadística Descriptiva
1.3 Estimaciones y pruebas de hipótesis
1.4 Muestras Independientes y Muestras Apareadas
1.5 Inferencia estadística para muestras grandes
1.6 Inferencia estadística para muestras pequeñas

Bibliografía.

Se puede consultar las ediciones más recientes de los siguientes autores, o bien cualquier otro.

1. Canavos, C. George (2012). **Probabilidad y Estadística**, Aplicaciones y Métodos, McGraw-Hill Interamericana México.

2. Casas Sánchez, José M. (2016). **Inferencia Estadística Para Economía y Administración de Empresas**, Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A.

3. Ferris J. Ritchey(2008). **Estadística para las Ciencias Sociales**, editorial Mc Graw-Hill.

4. Fuenlabrada Trucios, Samuel e Irma Rosa Fuenlabrada Velázquez (2013). **Probabilidad y Estadística**, ed. Mc Graw-Hill

5. Gutiérrez González, Eduardo y Olga Vladimirovna Panteleeva (2017). **Probabilidad y Estadística Aplicaciones a la Ingeniería y Ciencias**, ed. Patria.

6. Julián de la Horra Navarro (2013). **Estadística Aplicada**, Editorial Diaz de Santos, España.

7. Luque, Bartolo (2024). **Las leyes del azar: De la entropía al algoritmo de Google (y otros caminantes aleatorios) Cómo la probabilidad y la estadística explican el mundo que nos rodea**, CIENCIA, editor Shackleton Books.

8. Marques Dos Santos, María José (2001). **Estadística Básica, un Enfoque No Paramétrico**, UNAM, Facultad de Estudios Superiores Zaragoza.

9. Mendenhall, William(2010). **Introducción a la Probabilidad y Estadística**, editorial Wadsworth Internacional / Iberoamérica.

10. Mendenhall, William (2015). **Introducción a la Probabilidad y Estadística**, Editorial Cengate Learning.

11. Mullor Ibáñez, Rubén (2024). **Estadística básica I, Introducción a la estadística,** Textos docentes, Publicacions Universitat Alacant.

12. Moncho Vasallo, Joaquín (2021). **Estadística Aplicada a las Ciencias de la Salud**, ed. Elsevier.

13. Morales Vallejo, Pedro (2024). **Construcciones de escalas de actitudes tipo likert,** Cuadernos de estadística, Arcos Libro La Muralla.

14. Peña, Daniel (2024). **Fundamentos de Estadística,** El libro universitario – Manuales, Alianza Editorial.

15. Pérez, César (2012). **Estadística Aplicada Conceptos y Ejercicios a través de Excel**, ed. Garceta.

16. R. Spiegel, Murray y Larry J Stephens (2020). **Estadística**, editorial McGraw-Hill.

17. Sánchez, Inzunza (2021). **Probabilidad y Estadística 1**, ed. Patria

18. Sánchez, Inzunza (2021). **Probabilidad y Estadística 2**, ed. Patria

19. Sánchez Otero, Julio (2022). **Introducción a la Estadística No Paramétrica y al Análisis Multivariado**, ed. Cámara ecuatoriana del libro.

20. Serrano Angulo, José (2024). **Iniciación a la estadística bayesiana,** Cuadernos de Estadística número 23, Arcos Libro La Muralla.

21. Triola, Mario F. (2018). **Estadística**, Editorial Pearson, México.

22. Walpole, Ronald Myers, Raymond Myers, Sharon L (2012). **Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias**, editorial Pearson.

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE

MÉXICO. POSGRADO EN GEOGRAFÍA.

CURSO PROPEDÉUCTICO.

México, CDMX, 2025

Taller integrado de investigación en Geografías.

Programa y Plan de trabajo.

Prof. Luis Manuel Cuevas Quintero
Dr. En Geografía Universidad Nacional Autónoma de México

Correo: mcuevas@upn.mx ;

luismanuelcuevasquintero@gmail.com

> "El espacio siempre está en proceso de realización, nunca se haya concluido. En el espacio siempre quedan cabos sueltos. Este carácter relacional y abierto del espacio, hace que siempre tenga algo de inesperado, de impredecible, siempre tiene algo de caótico…"
>
> Doreen Massey, La filosofía y la política de la espacialidad: algunas consideraciones.

La perspectiva espacial enriquece la mirada sobre la realidad y la complejidad. Tales condiciones remiten conexiones entre la disciplina geográfica ─campo de preocupación de la Maestría en Geografía de la UNAM─, y un conjunto de disciplinas tanto de las ciencias sociales como de las ciencias matemáticas y físicas que se acercan o trabajan sobre las condiciones existentes en las dimensiones espaciales y corográficas. En consecuencia, un enfoque complejo de gran angular autoriza la interpretación, explicación o análisis del planeta y de sus relaciones a diversas escalas y dentro de un campo complejo de problemas, pliegues y emergencias temáticas.

En una entrevista Yi Fu Tuan uno de los pensadores más importantes de la geografía (quién falleció hace poco), hablaba de las razones que le movieron estudiar geografía, una de ellas refería al significado de la vida y cómo a través de la ciencia y el arte del conocimiento geográfico, esos significados variaban en los diversos espacios tiempos y lugares. Junto a esta perspectiva emergente del deseo de interrogar e interrogarse fenoménicamente en el espacio que habitamos el problema del por qué hacemos investigación o porqué respondemos a

determinadas preguntas aparecen vinculadas a temas urgentes como el cambio climático, las migraciones, la diseminación de la pandemia, el eclipse de la ciudad, los espacios de desigualdad, el tema del desarrollo, la revisión de los discurso geográficos, las fuerzas de la naturaleza transformadoras del espacio; las relaciones

bióticas, la emergencia nuevamente del *polemos* en contextos nacionales e internacionales entre otros temas que aterrizan el conocimiento del espacio geográfico en los marcos de la Geograficidad e historicidad que permiten encontrar sentidos y explicaciones que remiten a la vida en el planeta y a la revisión del conocimiento geográfico como un campo en expansión de investigación y explicaciones co-relativas entre actores humanos y no humanos con la dimensión espacial y de lugares.

En cierto modo, de eso trata la geografía, de estudiar desde un enfoque múltiple la vida y las relaciones materiales y energéticas situadas en un espacio y productora a su vez de espacios. Desde este punto de vista un enfoque espacial considera la variable multidimensional como un producto o una construcción que modela y es modelado por diversas fuerzas bióticas y abióticas entre ellas , la humana cuya expresión no es solo material, sino también, emocional, representacional, imaginaria, y las de la naturaleza que ejerce también un papel transformador al punto que altera por un lado las pretensiones humanas de dominio, control y por otro la obliga a ejercer su responsabilidad con el sistema global y local de relaciones.

Este taller continúa la serie de reflexiones emprendidas dentro del campo geográfico y sus relaciones y las actualiza o innova en el contexto de los proyectos de investigación propuestos por los aspirantes a la Maestría. Trata como diría Bunge con paquetes de problemas que desafían las visiones convencionales de lo geográfico.

El planteamiento epistemológico, transversal, ético y reflexivo construye y considera al espacio geográfico como un campo complejo de conexiones tanto en su expresión física como en sus expresiones humanas, culturales y sociales, esto conduce a un posicionamiento dialógico entre las ramas y vertientes del conocimiento geográfico como de su interacción con los campos de otras disciplinas y con los saberes de la gente común.

También plantea una revisión de nuestras propias prácticas de investigación y de cómo la ciencia geográfica se expande en sus bordes, señala nuevas preguntas y construye horizontes posibles en contextos de mayor exigencia tanto de los aportes de investigación como de los compromisos de las relaciones del ser humano con la tierra. Esto supone un doble trabajo: a) una preocupación por la geografía concreta y situada; b) una pregunta por las teorías y representaciones que asisten la formación del conocimiento geográfico, un conocimiento que está presionado por la especialización constante pero también, por una revisión integrada de un campo de conocimientos que se conectan para dar cuenta del geosistema y de las escalas que se pueden examinar a objeto de mostrar, describir, analizar, explicar e interpretar.

El campo de trabajo de los geógrafos es cada vez más amplio y su conexión con otras disciplinas, ha abierto nuevos derroteros de investigación que conectan con otros campos de conocimiento. Es más, los acercamientos de esas otras disciplinas provenientes del estudio del mundo físico, matemático o de las ciencias ambientales, sociales, culturales y humanísticas son cada vez más frecuentes. El campo que se abre producto de estos contactos nos habla de emergencias nuevas de problemas y de enfoques interactivos que activan giros y emergencias cualitativas.

Los giros recientes experimentados en muchas disciplinas, y los crecientes debates sobre la estabilidad epistemológica de la ciencia nos permiten situar un campo complejo para el ejercicio de la investigación. En cierto modo esto puede causar perplejidad en un momento para el

joven

investigador o para el investigador acostumbrado al compartimento estanco de una disciplina, una idea geográfica o una práctica cerrada de corte analítico.

En una visión de conjunto, los temas geográficos se amplían creando una tensión entre la dispersión temática super especializada, y el trabajo epistemológico que internamente trata de mantener una estructura que brinde cierto equilibrio a la disciplina en términos ontológicos y topológicos.

En tal orden de ideas, la disciplina geográfica trata de mantener sus principios o fundamentos a partir de los cuales se organiza una base reflexiva que aspira a la síntesis geográfica, pero también, se orienta al viaje inverso, el de relación de lo conceptual con las exigencias concretas y problemáticas del mundo que desafían continuamente al conocimiento y a sus posibilidades no solo de dar cuenta de algo, sino de ofrecer soluciones a los grandes problemas de este tiempo que no están alojados en abstracciones sino en la vida real. Como señala recientemente Chomsky, "Si no tenemos la posibilidad de un discurso racional de los grandes temas, entonces nada más importa, estamos acabados." (2023). El tono de alarma salta a la vista.

Las ramificaciones de la geografía se multiplican a partir de diversos problemas y preocupaciones que acontecen en varias esferas del planeta: la física, humana, social, cultural, económica, política y ecológica entre otras. Tales esferas si bien se distinguen entre si marcando campos especiales de investigación en geografía, no pueden perder de vista el horizonte de integración que significa la síntesis o globalidad que es expresiónde la complejidad de las relaciones del hombre y la tierra. Esta integración por su parte y dentro de una concepción hylo-sistémica no puede perder de vista la especificidad de algunos problemas y en un segundo nivel, la conexión de estos con la globalidad del pensamiento geográfico en el que toma un sentido cognitivo más amplio y mejor situado en torno a las relaciones complejas de todo el geosistema.

Este Taller de investigación parte de lo anteriormente señalado e intenta situar al aspirante a cursar la Maestría en Geografía en un campo atravesado de muchas tensiones, problemas y condiciones de posibilidad de estudio. Toma como se observa, una forma práctica en el sentido dialógico de enfrentar problemas reales, hipótesis, teorías, métodos y especulaciones que organizan el horizonte de lo geográfico como una episteme en la cual el espacio y las dimensiones conexas constituye su inicio y su llegada continuamente actualizadas y en expansión.

El formato que seguimos es más amplio y relacional con respecto a todos los campos desde los cuales los aspirantes hacen sus proyectos y que tratamos de abordar en las clases orientando la solución de problemas en un contexto y marco amplio de observaciones cuyo centro es según he sostenido continuamente el sentido de habitar. Este marco que conecta especificidad y globalidad es clave para la explicación y sustentación de todo trabajo de investigación en geografía, por un lado, responde a las exigencias prácticas, por el otro, enlaza con la existencia ontológica de la disciplina en el horizonte epistémico de las ciencias que se preguntan por sus fundamentos, sus aportes y sus funciones.

Aquí volvemos siempre sobre las preguntas de: ¿Qué es lo que produce el geógrafo en términos de investigación? Y, ¿Cuáles son las funciones sociales y ambientales de los conocimientos geográficos?

Estas preguntas orientan el debate en el doble sentido de que no solo somos observadores del espacio, sino que también participamos de él siendo influenciados e influenciando e medio, siendo alterados por los impactos de fenómenos naturales y por la propia disposición geomorfológica del

espacio geográfico y sus climas como también, siendo agentes de transformación a través de la técnica, el trabajo y las cargas de valor que orientan el sentido del lugar y de la conexión de espacios cuyos saldos pueden conducir a un Colapso como ha señalado Jared Diamond , a una crisis del habitar según Besse, a una conexión compleja que implica interescalas como apreciaban Santos y Massey o a buscar relaciones más armónicas con el medio, esto en la pretensión del conocimiento geográfico, de Humboldt, Ritter, Kropotkin y Reclus a Brunet, Fremont, Buttimer, Tuan y Harvey, todos desde perspectivas diferentes pero articulados en torno a la explicación y comprensión del geosistema, de sus espacios y sus lugares.

Hoy el gran tema es la geografía de las crisis y la única manera de enfrentarla es sin perder la especificidad de cada rama, imaginar y dar el salto a la transversalidad y dialogicidad de los saberes especializados para completar la síntesis que es un principio de globalidad geográfica en donde el tejido de escalas abre a la explicación de los espacios geográficos complejos.

Descripción del Taller.

El taller está destinado a aspirantes de estudios de posgrado provenientes no solo de la carrera de geografía o ciencias conexas sino también, de otras disciplinas. Está dedicado como su nombre lo indica a establecer una conexión práctica entre la teoría y el problema a investigar en un campo que contiene en su unidad epistémica una diversidad de objetos, corrientes y enfoques.

A los fines concretos se trata de que el aspirante plantee su problema de investigación y muestre la forma como pretende resolverlo. Luego el estudiante deberá confrontar su propuesta con el resto de los estudiantes a los fines de orientar una primera revisión proyecto y definir tres cosas:

A) En qué enfoque se sitúa el estudio que adelantan.

B) La conciencia de síntesis que remite a las relaciones entre las dos grandes vertientes entendidas en una escala mayor del conocimiento, es decir, su carácter global o para decirlo de otro modo, el alcance de la tesis en función del conocimiento general de la geografía y la integración del conocimiento específico en ese gran sistema del saber de las relaciones del hombre y la tierra.

C) La mediación ética de cara a las relaciones del Geosistema en un contexto de crisis y de amenaza a la existencia de todas las especies vivientes y de los entornos físicos.

El taller para las dos grandes matrices geográficas: Física y Humana y sus diversas ramas está estructurado en torno a dos Unidades y un módulo práctico.

La dos primeras Unidades abren y cierran el programa: La primera se mueve en el problema de la conciencia geográfica, el papel del observador científico, la distinción de las vertientes del conocimiento y sus campos delimitados y finalmente la síntesis global en donde cada investigación que hace un trabajo dentro de cada matriz debe estar consciente de que los compartimentos estancos no deben ser un límite para intentar asociar los conocimientos del mundo físico y del mundo humano, cultural o social. La Unidad dos cierra el programa si se plantea el problema de la conciencia geográfica dentro del marco de una ética de la investigación que debe superar el aislamiento del conocimiento y la indiferencia para plantearse su función social, entendida esta sin la anteojera ideológica y si dentro de principios que ayuden a mejorar el mundo de la vida y las relaciones entre el hombre y la tierra.

El Módulo práctico o módulo dialógico de integración de saberes geográficos. Esta parte práctica del taller contempla la exposición sintética del proyecto, el conversatorio sobre cada uno y su mejora en términos de contenido y forma, así como, los estilísticos (como se presenta siguiendo en todo momento el formato del posgrado).

Implementación.

A los fines de ser coherentes, la primera Unidad envuelve a todo el grupo de aspirantes a los fines de que entiendan que las vertientes marcan una posición, pero en modo alguno, deben limitarse a ellas, esto al menos, a tratar de orientarse en el horizonte de la teoría general que pretende darle sentido al campo de las interrogantes geográficas que explican el sistema y el habitar el sistema.

Se busca que los aspirantes conozcan en un primer momento los diversos proyectos y se vean reflejados en ellos y dialoguen. Esto les permitiría encontrar asociaciones tal vez novedosas que ayuden a darle mayor alcance y solidez al proyecto que deberán presentar. La discusión aquí vuelve sobre el objeto de estudio, la teoría de la ciencia y su alcance y el valor de formularse preguntas que a fin de cuentas son las que se van a trabajar y movilizan la travesía de bifurcación y conexión de los estudios geográficos.

El módulo es intermedio entre las dos unidades persigue el intercambio efectivo de ideas y que todos se sientan comprometidos con el método dialógico. Dado que los grupos usualmente son grandes se trabajará con ellos las dos últimas horas de cada sesión. En cada grupo lo deseable es que haya trabajos de las dos vertientes a los fines de mostrar enfoques y construir espacios de intercambio que como se ha señalado, enriquezcan una visión integral de la geografía sin menoscabar el espíritu de especialización.

La última unidad referida a una ética de la investigación y de las relaciones del hombre y la tierra sigue el formato práctico del módulo, son dos grupos y la dinámica es absolutamente dialógica acompañada con la invitación de uno o dos académicos que den una charla sobre ética más lecturas asignadas para tal fin.

TEMARIO DE LAS UNIDADES TEÓRICO-REFLEXIVAS Y MODULO DIALÓGICO DE INTEGRACIÓN DE SABERES.

PRIMERA SESIÓN

Unidad I. Generalidades en torno a la función sintética del conocimiento geográfico

-Presentación del curso. El conocimiento científico en el campo de la complejidad.
- vídeo documental y debate. Milton Santos, Nogué Font y Bruno Latour (Links al final)
-El mundo de los objetos geográficos. Los principios.
-La observación geográfica, la interpretación geográfica. Objetividad y subjetividad
-La distinción, campo de lo específico. Objetos físicos y objetos humanos.
-Las vertientes del conocimiento geográfico

-La síntesis geográfica, un fin para abrirse al conocimiento integral del espacio geográfico.
- Lo geográfico como integración de la geografía física, humana, social, cultural y aplicada.

SEGUNDA SESIÓN

El Módulo práctico o módulo dialógico de integración de saberes geográficos.

Presentación de los proyectos.
Defensa y Diálogo en torno a cada proyecto

Retroalimentación y Fase correctiva.

Unidad II. La relación ética de los estudios geográficos.

-La tierra: la casa que habitamos. -la ética de la naturaleza.
- La ética Charla con profesor invitado.
-Diálogo en torno a la función social del geógrafo.

BIBLIOHEMEROGRAFÍA SUGERIDA

AGNEW, John, and David Livingstone (Edited) (2010), *The SAGE Handbook of Geographical Knowledge*

BACHELARD, G. (1973), *El compromiso racionalista*, Siglo XXI. México

BARBA, Iulian; MINCA, Claudio (2016), "The surface and the abyss/Rethinking topology, Environment and Planning D: *Society and Space*, Vol. 34(3) 438–45

BASSOLS Batalla, Ángel (2003), "Elementos de metodología de investigaciones geoeconómicas regionales", *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, UNAM No. 50, pp. 147-16

BERTRAND, Claude; BERTRAND, Georges (2007), *Geografía del medio ambiente. El sistema GTP: Geosistema, Territorio y Paisaje*, Universidad de Granada, España

BERTRAND, George (2008), "Un paisaje más profundo. de la epistemología al método", *Cuadernos Geográficos*, No. 43 (2008-2), 17-27

BESSE, Jean-Marc (2010), *La sombra de las cosas. Sobre paisaje y geografía*, Editorial Biblioteca Nueva; Colección: Paisaje y Teoría, Madrid

BERIAIN, Josetxo (2005), *Modernidades en disputa*. (Prefacio de Shlomo Noah Eisenstädt), Anthropos, Barcelona

BRUNHES, Jean (1988), "El carácter propio y el carácter complejo de los hechos de geografía humana", en Gómez Mendoza, Josefina et al. *El pensamiento geográfico*, Colección Alianza Universidad- Textos, Madrid, Ed. Alianza, pp. 252-266

BUTTIMER, Anne (1993), *Geography and the Human Spirit*, (Foreword Yi-Fu Tuan), The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London

_____(1983), *The Practice of Geography*, Longsmans, London

CALHOUN, Craig y Michel WIEVIORKA (2013), "Manifiesto por las Ciencias Sociales", Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales" Universidad Nacional Autónoma de México Nueva Época, Año LVIII, No. 217, pp. 29-6

CAPEL, H. (1977a), Institucionalización de la geografía y estrategias de la comunidad científica de los geógrafos (I), Geo Crítica, Cuadernos Críticos de Geografía Humana, Universidad de Barcelona, No. 8 (I) pp.1-28, [http://www.ub.edu/geocrit/geo8.htm: 5 de octubre de 2012]

__(1977b), Institucionalización de la geografía y estrategias de la comunidad científica de los geógrafos (II), Geo Crítica. Cuadernos Críticos de Geografía Humana, Universidad de Barcelona, No. 9 (I); pp. 1-28; [http://www.ub.edu/geocrit/geo9.htm: 5 de octubre de 2012

CLAVAL, Paul (2013), "¿Como construir a história da geografia?", Terra Brasilis (Nova Série), No. 2,
disponible en: [http://terrabrasilis.revues.org/637`]
_____(1982), Espacio y poder, Fondo de Cultura Económica, México
_(2011), "New Paradigms for Geography at the Beinning of the Third Millenium, Lucrârile Seminarului Geographic "Dimitrie Cantemir", No. 32

COLLIGNON, Béatrice (2004), "It's a long way to the other geographers and geographic knowledges",
GeoJournal, August 2004, Volume 60, Issue 4, pp 375-379. Disponible en:
[http://link.springer.com/article/10.1023%2FB%3AGEJO.0000042973.66983.cd#/page -1]
COOK, I. et al. (2005). «Positionality/Situated Knowledge». In: ATKINSON, D.; JACKSON P.; SIBLEY, D.; WASHBOURNE, N. Cultural Geography. A critical dictionary of key concepts, London: I.B. Tauris,
p. 16-26
CORONIL-HARTMAN, Fernando (1999), "Beyond Occidentalism: Toward Nonimperial Geohistorical Categories", Cultural Anthropology, Vol. 11, No. 1 pp. 51-87

COSGROVE, D. (1994), "Worlds of Meaning: A Cultural Geography and Imagination", en FOOTE, K.; HUGILL, P.J.; MATHEWSON, K. & SMITH, J. M. *Re-reading cultural geography*. University of Texas Press, Austin, pp. 387-395

CRUTZEN, P. J. y Stoermer, E. F. (2000), «The 'Anthropocene'». *Global Change Newsletter* 41: 17-18.

CUEVAS Q. LUIS M. LÓPEZ-LEVI, Liliana (2022). ¿Quién tiene derecho a la nación? (in) justicia espacial, imaginarios y migrantes en busca de refugio
en M. Pilatowsky, México expulsor, México receptor. La migración en el imaginario nacional, UNAM, FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

CUEVAS QUINTERO, Luis Manuel (2017), "El giro de la mirada. La imaginación geográfica de Andrés Bello o del arte de volver los ojos hacia el paisaje americano." *Revista Derecho y Reforma Agraria. Ambiente y Sociedad*. No. 43, Año XLII.

DARDEL, Eric (1952), L´homme et la terre: nature de la realité geographique, Presses Universitaires de France, Nouvelle encyclopédie philosophique, Paris

DEBARBIEUX, D. (2012), "Los imaginarios de la naturaleza" en A. LINDÓN y D. HIERNAUX
(directores), *Geografías de lo imaginario*, Anthropos, UAM, México, pp.141-157

DEMERITT D (2009), "Geography and the promise of integrative environmental research."
Geoforum, No 40: 127–129

DIAMOND, Jared (2006), *Colapso: por qué unas sociedades perduran y otras desaparecen,* Debate, Barcelona

D0LLFÜS, Olivier, (1975), *El espacio Geográfico*, Oikus-Tau, Barcelona

FARINELLI, Franco (2013), *Franco Farinelli del mapa al laberinto*, Ed. Y selección de textos a cargo de Bernat Lladó, Icaria, espacios críticos, Barcelona

FUENZALIDA, M.; BUZAI, G. D.; MORENO JIMÉNEZ, A.; GARCÍA DE LEÓN, A. (2015), *Geografía*,
geotecnología y análisis espacial: tendencias, métodos y aplicaciones. 1ra ed., Santiago de Chile: Editorial Triángulo.

GEOGHEGAN, H; T WOODYER, (2012), (Re)enchanting geography? The nature of being critical and the character of critique in human geography, Progress in Human Geography 37(2) 195–214

GEORGE, Pierre (1985 [1972]), El medio ambiente, Ediciones Orbis, Barcelona
____(1973), Los métodos de la geografía, Oikos-Tau, ¿«Que sais-je?» No. 96

GÓMEZ ROJAS, Juan C. (2001), "La experiencia cultural del espacio: el espacio vivido y el espacio abstracto. Una perspectiva ricoeureana", Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM, No. 44, pp. 119-125

GONÇALVES Porto, Carlos W, (2016), "Da geografia às geo-grafias: um mundo em busca de novas territorialidades". Disponible en:

https://issuu.com/sedsc/docs/artigo_-_das_geografias_as_novas_te/19
GOUDIE, Andrew S. (2002), "The Integration of Physical Geography", *Geographica Helvetica*, No. 55 2000/Heft 3

GREGORY, K. J.; J. LEWIN (2018), "A hierarchical framework for concepts in physical geography"

Progress in Physical Geography: Earth and Environment, No. 3, pp. 721–738

[https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0309133318794502]

HARRIS, Cole (2005), "Power, Modernity, and Historical Geography", *Annals of the Association of American Geographers* 81(4), pp.671 - 683

HARVEY, D. (2008), *La condición de la postmodernidad: investigación sobre los orígenes del cambio cultural,* Amorrortu, Buenos Aires

HOLTON, Gerald (1985), *La imaginación científica*, Fondo de Cultura Económica, México

INKPEN, Rob (2005), *Science, Philosophy and Physical Geography*, Routledge, New York

KOLB, Melanie y Carlos A. López Morales (2020), "Las demandas ambientales tienen que formar parte de las demandas sociales", *Letras Libres*. Disponible en:

https://www.letraslibres.com/mexico/revista/las-demandas-ambientales-tienen-que-formar-parte-las-demandas-sociales

LAVE, Rebecca et all (2013), "Intervention: Critical physical geography", *The Canadian Geographer / Le Géographe canadien*, Vol. 58, No. 1 1–10

LINDÓN, Alicia y D. HIERNAUX (directores), (2010), *Los giros de la geografía humana*, Anthropos, UAM, México.

LONGHURST, Robyn (2007), Cultural geography. Different encounters, encountering difference,
Doc. Anàl. Geogr. No. 50, pp. 105-120

MARTÍNEZ-MIGUELEZ, M. (2011), *EL paradigma sistémico, la complejidad y la transdisciplinariedad como bases epistémicas de la investigación cualitativa*

[https://outlook.live.com/owa/?path=/attachmentlightbox]

MASSEY, D.B. (1991), "A Global Sense of Place", *Marxism*

Today

[http://banmarchive.org.uk/collections/mt/index_frame.htm]

_____(2010). World City, published with new Preface: "After the Crash", Cambridge , Polity Press

NICOLÁS-OBADIA, George (1991), *El espacio de los geógrafos. Epistemología de la geografía*, Universidad Central de Venezuela, Caracas

PETCH, Jim; Roy HAINES-YOUNG, (2018), "Concepts in geomorphology: An alternative view – a response to Gregory and Lewin", *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*.

[https://doi.org/10.1177/0309133318819407]
RAENTO, Pauliina (2020). Interdisciplinarity, Elsevier Tampere University, Tampere, Finland Revista Universitaria, Los Rostros de la migración (Dossier), https://revistauniversitaria.uc.cl/revista/los-rostros-de-la-migracion/

RUDDIMAN, William F. (2005). Plows, Plagues, and Petroleum: How Humans Took Control of Climate. Princeton, N.J: Princeton University Press.

SANTOS, Milton (2000), La Naturaleza del espacio: Técnica y tiempo. Razón y emoción. Ariel, Barcelona

SASSEN, Saskia (2007), "Deciphering the Global: Its Scales, Spaces and Subjects.", Routledge, New York

SPRINGER, Simon (2014), "Why a Radical Geography Must be Anarchist", *Dialogues in Human Geography*, Vol.4(3)249–270.

STRAHLER, A. (2008) Visualizing Physical Geography. Wiley and sons in collaboration with The National Geographic Society

TRINCA FIGHERA, Delfina (2018), “The Geographic Space: A Fragmented Space?”,

Antipode. UNESCO, Bienvenidos al Antropoceno, *El Correo de la UNESCO*.

Disponible en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261900_spa

UNESCO (2015), UNESCO science report: towards 2030. Disponible en:

https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000235406

VERNADSKI, Vladimir Ivanovich (2007), La *biosfera y la noosfera*. Ediciones Ivic.

VIDART-DELGADO, María Lucía (2018), “El cambio climático necesita nuevas metáforas”, *Letras Libres*, Disponible en: https://www.letraslibres.com/mexico/ciencia-y-tecnologia/el-cambio- climatico-necesita-nuevas-metaforas.

WAUGH, David (2002), *Geography: An Integrated Approach*, United Kingdom, Nelson

ZUSMAN, Perla. La tradición del trabajo de campo en Geografía, Geograficando 2011, año 7 no. 7,
p. 15-32
VÍDEOS obligatorios:
Claval, Paul (2018), Livre 7. L’épistémologie de la géographie Disponible en:

https://www.youtube.com/watch?v=FxVqZsUkR50

Haesbaert, Rogério (2021), Espacio geográfico y territorio, perspectivas descoloniales, VIII Coloquio Internacional del CIGA: Conferencia Magistral –

Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=3MtFX4k-An4
Latour, Bruno (2014), El estado de la naturaleza: Valparaíso, Disponible en:

https://www.youtube.com/watch?v=uvHiLPJtWFE

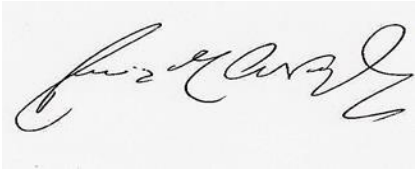
Nogué Font, (2018), El paisaje como bien común, Cantabria, disponible en:
https://www.youtube.com/watch?v=x2KiHeOYapY

Soja, Edward (1997), "Thirdspace. Expanding the shape of the geographical imaginations"

https://www.youtube.com/watch?v=kwdJn7vhAdg

Santos, Milton "La fuerza del lugar. Orden universal. Orden local."

https://www.youtube.com/watch?v=gLb4aSPa21



Dr. Luis Manuel Cuevas Quintero

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO POSGRADO EN GEOGRAFÍA

Curso propedéutico para los aspirantes al Programa de Maestría durante el proceso de ingreso 2026-1

ASIGNATURA: CAMBIO GLOBAL Y AMBIENTAL

UNIDAD 1. EL CAMBIO GLOBAL Y SUS IMPLICACIONES

1. Definiciones: cambio ambiental, cambio global y cambio climático
2. Causas e impactos del cambio global y cambio climático
3. La vulnerabilidad al cambio climático en México
4. Manejo sustentable de tierras y gases de efecto invernadero en ecosistemas terrestres.

- *Fecha de impartición: 19 de febrero de 2025 - 10:00 - 12:00 p.m.*
- *Docente: Dra. Erika Rocio Reyes González [erikareyes@filos.unam.mx]*

UNIDAD 2. ALTERACIONES ACTUALES EN LOS ECOSISTEMAS Y SERVICIOS AMBIENTALES

1. Cambio de uso del suelo y deforestación
2. Pérdida de la biodiversidad
3. Desertificación y seguridad alimentaria
4. Compromisos internacionales para la conservación y desarrollo sostenible.

- *Fecha de impartición: 26 de febrero de 2025 - 10:00 - 12:00 p.m.*
- *Docente: Dr. Gabriel Sánchez Rivera [gabrielsanchez@filos.unam.mx]*

*

** México, 10 de febrero de 2025

Posgrado de Geografía

Universidad Nacional Autónoma de México

Enero 2025

Propedéutico

Tema: Geomorfología

Profesor: M.C. Sergio Salinas

Sesiones: 4

Lunes (17, 24 de febrero) y miércoles (19 y 26) de 12 – 14 hrs.

Lugar: Vía Zoom

Duración: 8 hrs (4hrs/semana)

Temario

Días	NO. HORAS	TEMAS	Actividad
19 feb	2 hrs	**I Introducción** **II Elementos geomorfológicos** **III Métodos y cartografía** **IV Geomorfología tectónica y volcánica**	Mapas morfométricos
26 feb	2 hrs	**V Procesos y relieves de la dinámica externa** **VI Relieves litológicos y estructural**	Cálculo de procesos
2 días	4 hrs		2

POSGRADO EN GEOGRAFÍA

PROPEDEUTICO ingreso 2026-1

Temario de Sistemas de Información Geográfica

M. en C. Gabriela Gómez Rodríguez

1. **¿Qué es un SIG?,** componentes del SIG (30 min.)
2. **Estructura de datos** (1.5 horas)
   - 2.1. Vector.
     - 2.1.1. Puntos, líneas, polígonos
     - 2.1.2. Topología, definición y propiedades topológicas
   - 2.2. Raster.
     - 2.2.1. Imágenes de Satélite.
     - 2.2.2. Modelos de elevación del terreno
     - 2.2.3. Mapas temáticos
   - 2.3. ¿Raster o vector? Ventajas y desventajas
3. **Funciones y operaciones básicas de los SIG** (30 min)
4. **Bases de datos** (30 min)
   - 4.1. Estructura
   - 4.2. Consulta
   - 4.3. Operaciones
5. **Análisis espacial**. (1 hora)
   - 5.1. Proximidad
   - 5.2. Coincidencia
   - 5.3. Conectividad

Bibliografía básica:

Aguirre Gómez, R. ed.(2009) **Conceptos y aplicaciones de SIG y Percepción Remota en México**. Instituto de Geografía UNAM.

Backhoff Pohls, M.A., (2005) **Transporte y espacio geográfico: una aproximación geoinformática** Volumen 28, Colección Posgrado UNAM, 206 pp.

Bartelme, N. (2022). **Geographic Information Systems. In: Kresse, W., Danko, D. (eds) Springer Handbook of Geographic Information. Springer Handbooks**. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-53125-6_6

Chang, Kang-Tsung,2010, **Introduction to Geographic Information Systems.** 5ª. Edición. Dubuque, Iowa : McGraw-Hill, 448 pp

Tomaszewski, B. (2020). Geographic Information Systems (GIS) for Disaster Management (2nd ed.). Routledge. https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.4324/9781351034869

Bibliografía complementaria:

Chuvieco, E. 1996. **"Fundamentos de la teledetección espacial**". 3ª. Edición. RIALP S.A.. Madrid. 567 pp.

Chuvieco, E. 2010,**Teledetección Ambiental: La observación de la tierra desde el espacio**, 3ª edición revisada, Barcelona, Editorial Ariel. 590 pp.

Chang, Kang-Tsung,2010, **Introduction to geographic information systems.** 5ª. Edición. Dubuque, Iowa : McGraw-Hill, 448 pp

Khorram S., C. F. van der Wiele, F. H. Koch, S. A. C. Nelson, M. D. Potts. 2016**. Principles of Applied Remote Sensing**. Springer

Moreno, J. A. (2008**) Sistemas y análisis de la información geográfica : manual de aprendizaje con ArcGIS** / Coordinador, Antonio Jiménez. México, D.F. : Alfaomega : Ra-Ma