

Curso de Grado Optativo:

INTRODUCCIÓN A LA GEOINFORMACIÓN

Profesor Responsable: Dr. Marcelo Arturi

Docente: MSc Ing Agr y Ftal Miriam Presutti

1. Fundamentación

Los profesionales, científicos y tomadores de decisión que participan en el manejo y gestión de los recursos naturales, se enfrentan habitualmente con problemáticas complejas tales como la planificación y gestión del uso de la tierra, desarrollo de la agricultura sustentable, conservación del medio natural, etc. Todas estas actividades requieren ser analizadas en un contexto espacial mediante el uso de datos e información sobre diversos temas, tales como: agricultura, ecología, demografía, infraestructura, propiedad de la tierra, uso de la tierra, información socio-económica. Para ello, se están utilizando cada vez mas intensamente los Sistemas de Información Geográfica (SIG) para capturar, archivar, consultar, analizar y presentar los datos. Los desarrollos producidos en todas estas áreas han resultado en una moderna disciplina llamada Ciencias de la Geoinformación, que engloba diferentes ciencias y técnicas: Geografía, Cartografía, Geodesia, Topografía, Teledetección, Sistemas de Información Geográfica, Sistemas de Navegación, Informática Gráfica.

Por lo anteriormente mencionado, se ha optado por "**Introducción a la GeoInformación**" como nombre para el curso, quedando explicitado que el contenido temático del curso trata tecnologías geoespaciales que tanta importancia tienen en la actualidad en la ciencia y en la industria como los SIG y la teledetección, entre otros. Este término representa lo que realmente interesa en el ámbito de nuestras carreras, que es el trabajo con información geográficamente referenciada, más allá de las tecnologías particulares que sostienen la actividad en un momento determinado.

La mayor utilidad de un sistema de información geográfica esta íntimamente relacionada con la capacidad que posee de construir modelos o representaciones del mundo real, a partir de bases de datos digitales. Esto se logra aplicando una serie de procedimientos específicos que generan aún más información para su análisis. La construcción de modelos o modelos de simulación, se convierte en una valiosa herramienta para analizar fenómenos y procesos para poder establecer los factores influyentes.

Con la inclusión de los contenidos del curso en la formación de los ingenieros agrónomos y forestales, en una manera conjunta e integrada se permitirá que el alumno y futuro profesional, se forme un criterio científico y técnico para enfrentar el estudio de problemas de índole espacial y la integración de datos adquiridos en otras disciplinas. Se pretende potenciar la formación de grado mediante la inclusión de conocimientos actuales, como así también orientar al alumno hacia una futura formación de post-grado.

El programa del curso no pretende cubrir todos los aspectos de la materia, sino que se centra especialmente en los **conceptos, fundamentos y aplicaciones de técnicas analíticas en teledetección y SIG**, de manera que los alumnos sean capaces de aplicar tales procedimientos en su carrera profesional.

1.1. Ubicación del curso en las carreras

El curso es de carácter optativo para los alumnos de Ingeniería Agronómica e Ingeniería Forestal. Las materias en cuyos conocimientos se basa este curso son: Cálculo Estadístico y Biometría, Topografía y Edafología, siendo por consiguiente las materias correlativas necesarias para cursar la asignatura. La duración total del curso es de 10 semanas, con una carga horaria semanal de 6 horas y un total de **60 horas**, por lo cual se propone la acreditación de **6 (seis) créditos** a los estudiantes que aprueben el curso.

2. Objetivos del curso

2.1. Objetivo General:

El curso está orientado a que el alumno aprenda a **modelizar los datos espaciales** y a resolver determinadas problemáticas medioambientales mediante el uso de la teledetección y SIG, para ello se lo orientará en las distintas técnicas de captura de datos espaciales y de análisis e integración de datos e información.

La meta del curso es que el alumno aprenda **los principales conceptos y técnicas matemáticas y herramientas informáticas de la geoinformación**, mediante la descripción, análisis y modelización de las características y procesos que se perciben del mundo real mediante la utilización de datos espaciales e información.

El curso proporciona una introducción general a los conceptos y tecnologías principales de las Ciencias de la Geoinformación, explorando algunas de sus aplicaciones más comunes y brindando los conocimientos para reconocer, describir y analizar problemas en aplicaciones medioambientales, con especial énfasis en las aplicaciones agrícolas y forestales.

2.2. Objetivos Específicos:

1. Introducir al alumno en el conocimiento del proceso de la geoinformación: captura, análisis, visualización de datos y presentación de los resultados.
2. Conocer los principios físicos necesarios para entender la interacción entre la radiación electromagnética y las principales cubiertas terrestres.
3. Familiarizarse con los sensores y programas actualmente disponibles, de cara a seleccionar adecuadamente los datos más relevantes para un proyecto de ingeniería.
4. Desarrollar principios de interpretación visual y especialmente digital, de las imágenes, como base para la integración de la información extraída a partir de la teledetección en los Sistemas de Información Geográfica.
5. Introducir al estudiante a los conceptos, fundamentos, arquitectura, tecnología y usos de los SIG.
6. Familiarizarse con los principales modelos de datos espaciales (modelos vectoriales, modelos raster) y su utilización en el modelado cartográfico y en el análisis espacial.
7. Adquirir destrezas y habilidades en el diseño de sistemas de información geográfica.
8. Aprender a modelar la dependencia espacial de los datos utilizando técnicas estadísticas de correlación e interpolación de datos.

3. Desarrollo Programático

3.1. Estrategia metodológica

Considerando al conocimiento como un proceso continuo y dinámico, la metodología general del curso consiste en partir del conocimiento previo que el alumno fue adquiriendo durante su formación académica y de su percepción de la realidad para ir transformándolo con los nuevos aportes de sus docentes y compañeros. Con la incorporación de nuevos conceptos e interpretando los datos se podrán formular estrategias para alcanzar el objetivo propuesto. Este proceso de aprendizaje implica la adquisición de nuevos conocimientos y procedimientos para comprender la dimensión espacial de los datos, la extracción de información y la integración de datos para la elaboración de propuestas.

El docente debe acompañar, coordinar y orientar a los alumnos en el camino de la búsqueda y transformación del conocimiento, desde este compromiso se enriquecerán mutuamente.

Las clases teóricas y prácticas consistirán en una exposición introductoria al tema a tratar, resaltando los conceptos principales y motivando el interés del alumno. Una vez expuestos el objetivo de la clase y los contenidos teóricos se procederá a la realización de los ejercicios previamente seleccionados. Para estos ejercicios se utilizarán diversos programas de procesamiento digital de imágenes y SIG; además en algunos casos, por criterios meramente pedagógicos, se realizarán ejercicios manualmente.

Por último, se realizará un ejercicio al finalizar el curso cuya finalidad es la integración de los nuevos conocimientos adquiridos con los que previamente fue adquiriendo en su carrera. Para realizar esta actividad los alumnos aplicarán los nuevos conocimientos y procedimientos, desarrollando sus habilidades en el uso de herramientas y en la utilización de información básica e integración de conocimientos previos. Este trabajo se realiza en grupos de alumnos y permitirá estudiar, analizar y producir resultados en una situación real, con datos reales. A su vez, la evaluación de este ejercicio aportará a la nota final obtenida al finalizar el curso.

Por otra parte, se prevé invitar a diferentes profesionales que actualmente estén trabajando en el tema de la geoinformación tanto en niveles de la administración pública como de la academia, para que realicen una exposición de sus aplicaciones y/o investigaciones en distintas áreas de la gestión de los recursos naturales. El fin de esta modalidad es ayudar al estudiante a formarse una visión de la situación actual de la temática en nuestro país.

3.2. Organización general del curso

El curso está organizado de modo tal que el alumno empiece por comprender las características de los datos espaciales y el modelado espacial; en una segunda etapa de conocimiento se lo introducirá en el conocimiento de las diferentes fuentes de datos y en las técnicas para extraer la información necesaria para su proyecto; y en una tercera y última etapa de integración de datos espaciales y no espaciales provenientes de diversas fuentes, en un entorno SIG.

El curso está dividido en **tres módulos temáticos**: Teledetección, SIG y la integración de ambas; subdivididos a su vez en **once unidades didácticas**.

La duración total del curso es de 60 horas, desarrolladas en 10 semanas, dos clases semanales de 3 horas cada una.

Aula: Sala de computación de la Facultad

Horarios: el curso se puede ofrecer en cualquiera de los dos cuatrimestres, dependiendo de la cantidad de interesados y de la disponibilidad del aula.

Los horarios tentativos son Martes y Miércoles de 17 a 20 hs.

3.3. Contenidos temático de las unidades didácticas.

UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN A LAS GEOCIENCIAS.

Objetivo:

La finalidad de esta unidad didáctica es la de introducir al alumno en el ciclo de las ciencias de la geoinformación: Fuentes para la captura de datos georeferenciados, representación para el modelado espacial y las dimensiones de los datos.

Contenido:

La información geográfica. Características, componentes y modelado espacial. Datos e información geográfica. La información espacial y la descriptiva. Diferencias entre datos e información. Dimensiones de los datos: temática, temporal y espacial. Datos analógicos y datos digitales. Sistemas de referencias: Proyecciones cartográficas. Entidades básicas de representación: punto, línea, polígonos. Concepto de topología. Fuentes de datos espaciales: GPS, fotos aéreas, imágenes satelitales, mapas, datos de campo.

Manipulación de datos espaciales: interpolaciones, operaciones geométricas y transformaciones. Concepto de modelo. Representación de los datos espaciales: Datos raster y vector. Modelado de superficies y redes. Modelo Digital de elevación (DEM). Modelado de la tercera y cuarta dimensión.

Modalidad:

Clase teórica.

MODULO 1: TELEDETECCION

UNIDAD 2: INTRODUCCIÓN A LA TELEDETECCIÓN.

Objetivo:

El objetivo es introducir al estudiante en los fundamentos de una de las principales fuentes de captura de datos espaciales, la teledetección, especialmente la satelital.

Contenido:

Conceptos y objetivos de la teledetección. Aspectos históricos en la evolución de los sensores remotos como instrumentos recolectores de datos. Situación actual. Las ventajas y las limitaciones de la teledetección. Reseña sobre las aplicaciones de la teledetección en las geociencias y en la cartografía.

Modalidad:

Clase teórica

UNIDAD 3: BASES FÍSICAS DE LA TELEDETECCIÓN.

Objetivo:

Que el alumno se familiarice con las respuestas típicas de los diferentes componentes de la superficie terrestre en las distintas regiones del espectro electromagnético: región del visible, infrarrojo, térmico y microondas.

Contenido:

Elementos de un sistema de teledetección. Fuentes de energía. Principios y leyes de la radiación electromagnética. El espectro electromagnético y los sensores remotos. Interacción de la atmósfera con la energía solar. Absorción, dispersión y emisión atmosféricas. Interacción de la energía con los componentes de la superficie terrestre. Las curvas de reflectancia o firmas espectrales. Reflectancia espectral del agua, suelos y rocas y vegetación. Características principales en los espectros visible e infrarrojo reflejado. El dominio del infrarrojo térmico. Características de la radiación energética en este dominio. Comportamiento espectral de la vegetación, agua, suelos y rocas en el infrarrojo térmico. La región de las micro-ondas. Características de distintos elementos en la región de las micro-ondas.

Modalidad:

Clase teórica

UNIDAD 4: SISTEMAS ESPACIALES DE TELEDETECCIÓN.**Objetivo:**

Promover la habilidad del alumno para elegir adecuadamente el tipo de datos satelitales útiles a su proyecto, según las diferentes resoluciones (espectral, radiométrica, temporal y espacial).

Contenido:

Descripción de los sensores pasivos y activos más utilizados.

Sistemas Ópticos: Resolución espectral, radiométrica, espacial, y temporal. Su importancia en la selección de imágenes para una determinada aplicación. Ejemplos de sensores: El programa Landsat. Características orbitales. Sensores TM y ETM+. Aspectos espectrales, resoluciones y escalas normales de presentación de las imágenes. El programa argentino SAC-C. Otros programas: Spot, El programa NOAA, Sensor AVHRR, MODIS ASTER, IKONOS,

Radar: Introducción a la percepción remota mediante Radar. Ventajas del uso de radares. Fundamentos del radar: Radar de Apertura Sintética (SAR). Resolución en Alcance y en Azimut. Angulo de incidencia. Frecuencia y polarización.

Características de la imagen: Desplazamiento topográfico. Moteado.

Mecanismos de reflexión de las microondas: Reflexión Difusa, Especular y Angular. Introducción a los sensores: Radarsat-1 y 2, ERS, Envisat. Calibración y Realce radiométrico. Concepto de Interferometría: Su aplicación.

Modalidad:

En clase se expondrá uno de los programas de sensores más utilizados en la evaluación de recursos naturales. Cada subgrupo de alumnos deberá realizar una búsqueda de información sobre el resto de los sensores y sus conclusiones serán expuestas al resto de la clase.

UNIDAD 5: TRATAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES:**PRE-PROCESAMIENTO****Objetivo:**

Que el alumno aprenda a leer los datos satelitales, la teoría de formación del color para visualización en pantalla, a extraer las estadísticas fundamentales de la imagen y que comprenda cuales son las correcciones necesarias a realizar y por que.

Contenido:

Lectura de datos satelitales. Visualización de las imágenes. Obtención de estadísticos e histogramas de las imágenes. Preprocesamiento. Tratamiento de las imágenes para efectuar correcciones de carácter geométrico y radiométrico. Ajuste del brillo y del contraste. Composiciones en color. Estiramiento o expansión del contraste ('stretching'). Compresión de contraste. Estiramiento lineal. Estiramientos lineales modificados. Estiramiento por equalización de histograma o 'uniforme'.
Filtrados. Naturaleza de los filtros digitales y sus propósitos. Filtros de paso bajo, de paso alto, de gradiente, laplaciano y direccionales.
Realce de las imágenes. Relaciones de bandas. Índices de Vegetación. La transformación 'tasseled cap', Análisis de Componentes Principales.
Concepto de textura. Fusión de datos con distinta resolución. Sensores multiespectrales e hiperespectrales.

Modalidad:

Clase teórica y clase práctica.

UNIDAD 6: TRATAMIENTO DIGITAL DE IMÁGENES: EXTRACCIÓN DE INFORMACIÓN. CLASIFICACIÓN.

Objetivo:

Que el alumno aprenda el significado de clasificar una imagen satelital y cuales son las diferentes técnicas disponibles en la actualidad para realizarla.

Contenido:

Clasificación digital en imágenes multibanda. Fundamentos de la clasificación digital basada en patrones multiespectrales. Fase de entrenamiento. Clasificación supervisada y no supervisada. Métodos mixtos. Análisis de las estadísticas de entrenamiento. Base de la clasificación no supervisada: análisis de agrupamientos o 'clustering'. Asignación de categorías. Clasificador de mínima distancia. Clasificador de paralelepípedos. Clasificador de máxima probabilidad. Clasificadores en árbol. Clasificador basado en redes neuronales. Clasificación orientada a objetos: Nuevos conceptos
Clasificadores a nivel sub-píxel. Análisis lineal de mezclas espectrales. Clasificador basado en conjuntos difusos o borrosos.
Evaluación del error en la clasificación: Matriz de confusión y coeficiente Kappa. Su interpretación.
Técnicas de análisis multitemporal. Requisitos previos. Técnicas para la detección de cambios. Series multitemporales.

Modalidad:

Clase teórica y clase práctica.

MODULO 2: SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

UNIDAD 7: DEFINICIÓN Y FUNCIONALIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA.

Objetivo:

Introducir al estudiante en los conceptos, fundamentos y usos de los SIG. Que el alumno comprenda la importancia de la calidad de los datos georeferenciados.

Contenido:

Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. Definiciones de SIG. Funciones principales. Los datos geográficos. Problemática y requisitos para su carga en un SIG. La calidad de los datos. Problemática de los datos en

general: la calidad de los datos geográficos. Problemas especiales de la definición de la unidad de observación

Modalidad:

Clase teórica

UNIDAD 8: EL PROCESO DE ADQUISICIÓN Y CAPTURA DE DATOS GEOGRÁFICOS

Objetivo:

Introducir al estudiante en el proceso de captura de datos para un SIG, que se familiarice con los formatos gráficos de representación y los datos tabulares asociados.

Contenido:

Introducción. Importancia de la calidad de los datos de entrada. Proceso general de entrada de datos al sistema. Métodos de observación directa. La digitalización. Fuente secundaria de obtención de información geográfica. Vectorización de datos «raster». Edición y corrección de los datos geográficos digitales. Entrada de información temática y atributos de datos. Concepto de Bases de Datos. Bases de datos relacionales. Concepto de Sistemas de Gestión de Bases de Datos. Características y requisitos.

Modalidad:

Clase teórica y clase práctica.

UNIDAD 9: OPERACIONES DE ANÁLISIS ESPACIAL.

Objetivo:

Que el alumno se familiarice con las operaciones de análisis espacial que pueden realizarse en un entorno SIG con las consultas a las bases de datos.

Contenido:

La función de análisis espacial en los Sistemas de Información Geográfica. Los tipos de operaciones: Operaciones espaciales simples y Operaciones espaciales complejas. Principales operaciones de superposición. Otras operaciones. Procedimiento de análisis espacial. Funciones de búsqueda, recuperación y consulta. Consultas temáticas, geométricas y topológicas. Operaciones de extracción de información de una base de datos. Búsqueda temática.

Modalidad:

Clase teórica y clase práctica.

UNIDAD 10: ANÁLISIS DEL TERRENO CON SIG: MODELOS DIGITALES DE ELEVACION.

Objetivo:

Se introducirá a los estudiantes a los conceptos de la geoestadística y su importancia en el contexto SIG. Que el alumno comprenda la importancia del modelado de la superficie del terreno en determinadas aplicaciones.

Contenido:

Definición y conceptos básicos de los modelos digitales del terreno (MDT o DTM). Altitudes y topografía su representación digital a través del modelo digital de elevaciones (MDE o DEM). Estructuras y métodos para la construcción de un MDT/MDE. Fuente de datos para su generación, Raster DEM, Vector DEM: TIN (Triangulated irregular network). Métodos de Interpolación: Interpoladores Globales (Trend Surface) e Interpoladores locales (Krigging). Concepto de variograma.

Descripción y análisis del relieve: elevación, cálculo de pendientes, orientaciones y curvaturas. Errores e incertidumbre en los DEMs. Importancia.

Aplicaciones: Simulación de procesos: cuencas hidrológicas. Intervisibilidad de puntos de la topografía y cuencas visuales. Otras utilidades: ortorectificación de fotos aéreas e imágenes satelitales y visualización de la información geográfica en 3D.

Modalidad:

Clase teórica y clase práctica.

MODULO 3: INTEGRACIÓN

UNIDAD 11: APLICACIONES INTEGRADAS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) Y LA TELEDETECCIÓN.

Objetivo:

Que el alumno conozca en que situaciones reales y en que campos relacionados con la gestión de los recursos naturales se están aplicando los SIG y la teledetección en la actualidad.

Contenido:

Aplicaciones al medio ambiente y a la gestión de los recursos naturales: Usos agrícolas y forestales, geológicos, hidrológicos. Aplicaciones a la planificación y gestión urbana. Aplicaciones socioeconómicas. Aplicaciones de carácter global. SIG y Teledetección: Tendencias futuras.

Modalidad:

Teórico

3.4. Recursos

Los recursos necesarios para llevar adelante esta propuesta son:

Material impreso y digital sobre los contenidos teóricos y las clases prácticas.

Datos espaciales e imágenes satelitales de diversos sensores.

Programas para el procesamiento de las imágenes satelitales y SIG.

Nota: Se utilizarán las computadoras instaladas en la Sala de Computación de nuestra facultad.

4. Sistema de Promoción

4.1. Como alumno regular sin examen final.

1- 80% de asistencia a las clases teóricas y prácticas

2- Aprobar con 7 (siete) puntos las dos instancias evaluadoras: la evaluación parcial y el ejercicio de integración.

4.2. Como alumno regular con examen final.

1- 60% de asistencia a las clases teóricas y prácticas

2- Aprobar con 4 (cuatro) puntos las dos instancias evaluadoras: la evaluación parcial y el ejercicio de integración.

4.3. Para ambos regímenes

En caso que el alumno no alcance el mínimo de calificación requerido para continuar en cada uno de los sistemas, podrá recuperar una vez el parcial y una vez el ejercicio de integración. Además, podrá disponer de una segunda oportunidad, por única vez, para recuperar una de las instancias de evaluación.

5. Evaluación del curso

5.1. Evaluación del alumno

La calificación final del curso se basará en tres criterios:

Por un lado, se realizará un examen parcial domiciliario de contenidos al final del curso, que contará el 30% de la nota. El cuestionario será entregado al alumno dos semanas previas a la fecha de entrega individual de sus respuestas. El objetivo de este procedimiento es que el alumno repase los principales temas, y extraiga las respuestas a las preguntas planteadas, pudiendo consultar y discutir con sus compañeros.

Por otro, se realizará un ejercicio final de integración de datos espaciales con la información extraída de imágenes satelitales en aplicaciones agrícolas y/o forestales. Para ello se formaran equipos de trabajo de 3 o 4 estudiantes. La evaluación de esta actividad supondrá un 40% de la nota final.

Además, durante el desarrollo del curso se trabajará en equipos compuestos por 2 o 3 alumnos quienes realizarán una búsqueda de información acerca de un sensor determinado y cuyas conclusiones serán expuestas al resto de la clase. La evaluación de esta monografía supondrá un 20% de la nota. La finalidad de esta modalidad es ir introduciendo al alumno a la exposición de sus resultados en tiempos acotados utilizando, en la medida de lo posible, herramientas de visualización que sirvan de apoyo a su presentación.

Finalmente, las intervenciones y participación en clase serán evaluadas por el docente, suponiendo hasta un 10% de la nota final. La calificación final de cada alumno surgirá de promediar las cuatro notas anteriores.

5.2. Evaluación del curso

Se realizarán dos encuestas, de carácter anónimo y escritas, al inicio y al final del curso. La encuesta inicial tiene como objetivos determinar cuales fueron los motivos que impulsaron al alumno a concurrir al curso y cuales son las expectativas del mismo. Mientras que la encuesta final se realiza con el fin de relevar la opinión de los alumnos sobre distintos aspectos del curso, como contenidos, carga horaria, relación entre la teoría y la practica, etc. Los resultados se analizarán estadísticamente y las conclusiones serán presentadas al Departamento para su evaluación.

6. Cronograma de clases teórico y practicas.

Semana	Clase	Unidad	Tema
1	1	U1	Introducción al modelado espacial
	2	U2	Introducción a la teledetección
2	3	U3/4	Sistemas Ópticos: Bases Físicas. Grupos: Asignación de temas para realizar la monografía.
	4	U3/4	Radar: Bases físicas
3	5	U5	Pre-procesamiento de imágenes satelitales
	6	U5	Practicas
4	7	U6	Procesamiento: Clasificación
	8	U6	Practicas
5	9		Exposición de los grupos: Presentación de las monografías.
	10	U11	Aplicaciones: Profesionales invitados que trabajan en teledetección y/o SIG en las áreas de Geología, Forestal, Hidrología e Incendios.
6	11	U7/8	Introducción a los GIS. Captura de datos. Introducción a ArcView
	12	U8	Practica
7	13	U9	Análisis y Consultas en GIS
	14	U9	Practica
8	15	U10	Geoestadística
	16	U10	Modelos de elevación del terreno
9	17	U11	Aplicaciones: Profesionales invitados que trabajan en teledetección y/o SIG en las áreas de Geología, Forestal, Hidrología e Incendios.
	18		Ejercicio de evaluación: Aplicaciones integradas de teledetección y GIS.
10	19		
	20		Recuperatorios

7. Bibliografía

- **Teledetección:**

Chuvieco, Emilio *“Fundamentos de Teledetección Espacial”* Ed. Rialp, Madrid, 1990. 453 Pag.

Franklin, Steven E. *“Remote Sensing for Sustainable Forest Management”* Lewis Publisher 2001.

Jensen, John R. *“Introductory Digital Image Processing: a remote sensing perspective”* Second Edition, Prentice Hall , 316 Pag.

Lillesand and Kiefer *“Remote Sensing and Image Interpretation”* Third Edition, John Wiley & Sons, Inc 1994. 750 Pag.

Mehl, Harald y Mies, Eric *“Aplicación de la teledetección y los Sistemas de Información Geográfica en la gestión de recursos naturales. Parte I: Fundamentos teóricos y prácticos”* DSE Fundación Alemana para el Desarrollo Internacional, 1997, 437 Pag.

Richards, John A. *“Remote Sensing Digital Image Análisis”* Ed. Springer-Verlag , 1993. 340 Pag.

- **Sistemas de Información Geográfica:**

Burrough, Peter and McDonnell, Rachael A. *“Principles of Geographical Information Systems”* Ed. Oxford University Press, 1998. 333 Pag.

Heywood, Ian, Cornelius, Sarah and Carver, Steve *“An Introduction to Geographical Systems”*, Prentice Hall, 279 Pag.

- **Geoestadística:**

Isaaks, Edward H. and Srivastava, R. Mohan *“An Introduction to Applied Geostatistics”* Oxford University Press, 1989, 561 Pag.

- **Base de Datos:**

Watson, Richard T. *“Data Management: Databases and Organizations”* John Wiley & Sons, Inc. Second Edition, 1999, 604 Pag.