Curso avanzado de Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos (ArcGIS/ENVI)

Programa del curso

Sigla: B- 0814
Nombre: Curso avanzado de Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos (ArcGIS/ENVI)
Ciclo: Segundo semestre
Créditos: 4
Cupo: 20
Horas lectivas: 4 horas por semana, 1 de teoría y 3 de laboratorio
Horario: Martes de 8 a 12 a.m. Aula y laboratorio de cómputo
Requisitos: B-0380 Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos aplicados a la Biología.
Profesora: Ana C. Fonseca E., M.Sc.

Descripción:

En el primer curso B-0380 denominado Sistemas de Información Geográfica y Sensores Remotos aplicados a la Biología se da énfasis a los análisis de multicriterio y se enseña a utilizar el programa ArcView. En el nuevo curso avanzado que se está proponiendo se dará énfasis al procesamiento y análisis de imágenes de satélite y fotografías aéreas. Se enseñará la utilización del programa ArcMap, versión avanzada del ArcView, y del ENVI, el concepto de energía electromagnética, el funcionamiento de los sensores remotos y sus plataformas, se practicará el proceso de adquisición de imágenes de satélite por internet, y el procesamiento, clasificación y análisis de las imágenes con las correcciones necesarias. Se capacitará para utilizar los sensores remotos en las diferentes aplicaciones dentro de la biología terrestre y marina tropical y dentro de los procesos de toma de decisiones para la planificación y el manejo de los recursos naturales del país.

Destrezas que desarrollarán los estudiantes:

Los estudiantes saldrán con mayor capacidad de utilizar imágenes de satélite dentro de programas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para obtener, analizar y manejar datos biológicos marinos y terrestres.

Objetivo general:

Enseñar a utilizar los sensores remotos en investigaciones biológicas tropicales marinas y terrestres.

Objetivos específicos :

- Desarrollar conceptos teóricos y prácticos de los sensores remotos.
- Utilizar los sensores remotos como herramientas y objetos de investigación.
- Enseñar a los estudiantes a utilizar los programas SIG más adecuados para el manejo de imágenes de satélite (ENVI, ILWIS, ArcGIS)
- Usar internet para la obtención de imágenes de satélite

- Realizar trabajo de campo para obtener espectometría y puntos de control que son utilizados para la clasificación de imágenes y cálculo de error de la misma.
- Hacer cálculos geoestadísticos
- Elaborar metadatos
- Utilizar SIG para resumir, graficar, analizar y manejar la información de los sensores remotos.
- Proporcionar diferentes aplicaciones en la Biología Tropical (cobertura vegetal, análisis de vulnerabilidad y riesgo, fragmentación de bosques, deforestación, biodiversidad, deterioro de ecosistemas y comunidades).

Metodología:

El curso consiste en clases teóricas y prácticas en el laboratorio de cómputo siguiendo la guía definida en el contenido del curso. Las clases teóricas se impartirán por medio de presentaciones de Power Point. Durante las prácticas de laboratorio se enseñarán las diferentes metodologías de sensores remotos con énfasis en el programa ENVI para manejo de imágenes de la misión CARTA que hay para Costa Rica en ese formato. Se tomará en cuenta la participación activa de los estudiantes en las clases teóricas mediante discusiones y en las clases de laboratorio mediante el uso de las herramientas.

Necesidades básicas:

En el aula se necesita un Video Beam y en el laboratorio se necesitan 10 computadoras Pentium IV de 3200 Mhz, 1 GB de memoria RAM, Disco duro de 160 GB, lector y quemador de DVD y CD, estereoscopio de pantalla. En cada computadora se instalará los programas SIG (ENVI, ILWIS, ARCVIEW) que serán utilizados en el curso. En el campo se ocuparán varios GPS y un espectómetro de campo.

Evaluación:

Evaluación	**Porcentaje**
Quices	5
Asistencia, lecturas y tareas	5
Presentación de trabajo final	10
Examen parcial teórico	20
Examen parcial práctico	20
Examen final teórico	20
Examen final práctico	20
Total	100

Contenidos y cronograma:

Tema	Tiempo asignado
Introducción a sensores remotos y adquisición de imágenes • Introducción a sensores remotos: energía electromagnética y sus interacciones, sensores y plataformas • Aplicaciones de los sensores remotos a la biología • Adquisición y visualización de imágenes en internet	3 semanas
Procesamiento de imágenes • Mejoramiento de imágenes • Corrección atmosférica • Corrección geométrica o georeferenciación • Batimetría • Corrección de columna de agua • Ortorectificación de fotos aéreas con base en Modelos de Elevación Digital	4 semanas
Examen I	1 semana
Análisis de imágenes • Digitalización • Clasificación no supervisada • Uso de GPS para adquirir puntos de control • Clasificación supervisada • Cobertura vegetal e índices de vegetación (NDVI) • Mapas de hábitats marinos • Cálculo del error de la clasificación	4 semanas
Control de calidad, presentación y divulgación de datos • Presentación final de mapas • Calidad de los datos • Metadatos	2 semanas
Presentaciones de los trabajos de los estudiantes	3 semanas
Examen II	1 semana
TOTAL	18 semanas

CLASES TEÓRICAS

SENSORES REMOTOS

1. INTRODUCCIÓN A SENSORES REMOTO Y APLICACIONES A LA BIOLOGÍA TROPICAL TERRESTRE Y MARINA
2. ENERGÍA Y PERCEPCIÓN
3. SENSORES Y PLATAFORMAS
4. SENSORES MULTIESPECTRALES
5. MEJORAMIENTO DE IMÁGEN Y VISUALIZACIÓN
6. CORRECCIÓN GEOMÉTRICA
7. CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA
8. BATIMETRÍA CORRECCIÓN DE LA COLUMNA DE AGUA
9. CLASIFICACIÓN DIGITAL

10. FOTOS AÉREAS
11. ORTORECTIFICACIÓN
12. ESTEREOPARES
13. MOSAICOS

CLASES PRÁCTICAS

1. ADQUISICIÓN DE IMÁGENES DE SATÉLITE
2. CORRECCIÓN ATMOSFÉRICA
3. CORRECCIÓN GEOMÉTRICA
4. BATIMETRÍA
5. CORRECCIÓN DE COLUMNA DE AGUA
6. CLASIFICACIÓN NO SUPERVISADA
7. TRABAJO DE CAMPO PARA PUNTOS DE CONTROL
8. CLASIFICACIÓN SUPERVISADA DE ALTA Y BAJA RESOLUCIÓN
9. GEOESTADÍSTICA
10. DIGITACIÓN
11. METADATOS
12. LAYOUT
13. ORTORECTIFICACIÓN
14. FOTOINTERPRETACIÓN
15. MOSAICOS

Bibliografía

Bibliografía base de biblioteca personal

Horn, J.A. 1995. Primary data acquisition-digital. Introduction to satellite remote sensing. ITC, Enschede, The Netherlands. 21 p.

ITC. 2001. Ilwis user's guide. The Netherlands. 530 p.

Janssen, L.L.Fl & G.C. Huurneman. 2001. Principles of Remote Sensing. ITC Educational Textbook Series. The Netherlands. 180 p.

Santiago, I. 2005. Fundamentos de Arc GIS, versión ArcView 9.1. Tutorial de ejercicios. Oficina de Gerencia y Presupuesto (OGP). Estado Libre Asociado de Puerto Rico. San Juan. 221 p.

Soto C., C. Tutorial de Arc GIS Georeferenciación y manejo de Imágenes Carta 2005. Capacitación para las Universidades Estatales de Costa Rica. Programa Nacional de Investigaciones Aerotransportadas y Sensores Remotos (PRIAS). CENAT.

Soto C., C. Tutorial de ENVI Georeferenciación y clasificación de Imágenes MASTER 2005. Capacitación para las Universidades Estatales de Costa Rica. Programa Nacional de Investigaciones Aerotransportadas y Sensores Remotos (PRIAS). CENAT.

Bibliografía en Biblioteca Tinoco

Millington, A. C. (ed.) 2001 GIS and Remote Sensing Applications in Biogeography and Ecology (The International Series in Engineering and Computer Science).

Fuentes electrónicas

United States Geological Survey (USGS)
Earth Explorer, Space Imaging, Sirius, Glovis
GISLinx.com, lista de sitios de SIG
Digital Chart of the World, de la Universidad Estatal de Pensilvania, USA
USA Federal Geographic Data Committee Clearinghouse
ESRI
ILWIS

Otras referencias en biblioteca OTS

Sader, S.A., Waide, R.B., W.T. Lawrence & A.T. Joyce. 1989. Tropical forest biomass and successional age class relationships to a vegetation index derived from Landsat TM data. Remote Sensing of Environment, 28: 143-156.

Nielsen, U., A.H. Aldred. 1978. New developments for tropical surveys prove successful. International Symposium on Remote Sensing for Observation and Inventory of Earth Resources and the Endangered Environment, Freiburg, DE. 12 p.

Joyce, A.T. 1987. Uso de un determinador de perfiles a partir de rayos laser para determinar la altura del dosel y la biomasa sobre el suelo en los bosques tropicales. Revista de Biología Tropical 35: 222-223.

Klemas, V.; Ackleson, S.G.; Murillo-Castro, M.M.; Vargas-Zamora, J.A. 1983. Water quality assessment of the Golfo de Nicoya, Costa Rica. Progress report of the 1980-1981 International Sea Grant Program University of Delaware, College of Marine Studies, Newark. 96 p.

Rich, P.M. 1990. Characterizing plant canopies with hemispherical photographs. Remote Sensing Reviews, 5: 13-29.

Sader, S.A.; Powell, G.V.N.; Rappole, J.H. 1991. Migratory bird habitat monitoring through remote sensing. International Journal of Remote Sensing 12: 363-372.

Oppenheimer, C. 1997. Remote sensing of the colour and temperature of volcanic lakes. International Journal of Remote Sensing, 18: 5-37.

Read, J.M.; Lam, N.S.N. 1997. Land-cover changes in a lowland tropical environment: deforestation, patterns of forest cover, and habitat fragmentation in northeastern Costa Rica. Tropical Diversity Origins, Maintenance, and Conservation. ATB & OTS Symposium and Annual Meeting Abstracts, San José, CR, 15-20 June, San José: Organization for Tropical Studies.

Nelson,R.; Oderwald, R.; Gregoire, T.G. 1997. Separating the ground and airborne laser sampling phases to estimate tropical forest basal area, volume, and biomass. Remote Sensing of Environment, 60: 311-326.

Nelson, R. 1997. Modeling forest canopy heights: the effects of canopy shape. Remote Sensing of Environment, 60: 327-334.

Sánchez-Azofeifa, G.A.; Harriss, R.C.; Quesada-Mateo, C.A.; Vartanián, D, (ed.).; Pérez, A.C, (ed.). 1994. Sustainable management of water resources using remote sensing and geographical information systems at the Reventazon Basin. In: Down to earth: practical applications of ecological economics; final program and abstracts, San José: International Society for Ecological Economics/Universidad Nacional/Consejo de la Tierra. 168 p.

Alfaro, R.; Fernández-Calderón, W.; Connell, B. 1999. Detection of the forest fires of April 1997 in Guanacaste, Costa Rica, using GOES-8 images. International Journal of Remote Sensing, 20: 1189-1195.

Weishampel, J.F.; Blair, J.B.; Dubayah, R.O.; Clark, D.B. 2000. Volumetric lidar return patterns from an old-growth tropical rainforest canopy. International Journal of Remote Sensing, 21: 409-415.

Castillo-Núñez, M. 1999. Creación y validación de un mapa de cobertura vegetal, usando imágenes del satélite LANDSAT 5 en Puerto Viejo, Sarapiquí. Informe de Práctica de Especialidad, Bachiller en

Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, Cartago (Costa Rica). 47 p.

Blair, J.B.; Hofton, M.A. 1999. Modeling laser altimeter return waveforms over complex vegetation using high-resolution elevation data. Geophysical Research Letters, 26: 2509-2512.

Carlson, T.N.; Sánchez-Azofeifa, G.A. 1999.Satellite remote sensing of land use changes in and around San José, Costa Rica. Remote Sensing of Environment, 70: 247-256.

Kleinn, C. 1999. Tree resources outside the forest in Central America: a regional assessment approach based on remote sensing and field survey. Workshop on Off-forest Tree Resources of Africa, Arusha, TZ, pp: 12-16.

Weishampel, J.F.; Blair, J.B.; Dubayah, R.O.; Clark, D.B.; Knox, R.G. 2000. Canopy topography of an old-growth tropical rain forest landscape. Selbyana, 21: 79-87.

Kogan, F.N. 2000. Satellite-observed sensitivity of world land ecosystems to El Niño/La Niña. Remote Sensing of Environment, 74: 445-462.

Corella-Rodríguez, O. 2001. Elaboración de un mapa histórico del cambio de uso del suelo en la Estación Biológica La Selva, Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia/Cartago. Informe de Práctica de Especialidad, Bachiller en Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, Cartago (Costa Rica) (Adviser: Edgar Ortiz). 52 p.

Pedroni, L. 2001. Discriminación de diferentes tipos de bosque tropical mediante imágenes de satélite y datos auxiliares (CATIE. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido, Área de Producción Forestal y Agroforestal, Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales, Turrialba, CR. 34: 12-18.

Middleton, E.M.; Herman, J.R.; Celarier, E.A.; Wilkinson, J.W.; Carey, C.; Rusin, R.J. Evaluating ultraviolet radiation exposure with satellite data at sites of amphibian declines in Central and South America. Conservation Biology, 15: 914-929.

Carey, C.; Heyer, W.R.; Wilkinson, J.; Alford, R.A.; Arntzen, J.W.; Halliday, T.; Hungerford, L.; Lips, K.R.; Middleton, E.M.; Orchard, S.A.; Rand, A.S. 2001. Amphibian declines and environmental change: use of remote-sensing data to identify environmental correlates. Conservation Biology, 15: 903-913.

Sánchez-Azofeifa, G.A.; Harriss, R.C.; Skole, D.L. 2001. Deforestation in Costa Rica: A quantitative analysis using remote sensing imagery. Biotropica, 33: 378-384.

Read, J.M.; Denslow, J.S.; Guzmán, S.M. 2001. Documenting land cover history of a humid tropical environment in northeastern Costa Rica using time-series remotely sensed data. GIS and remote sensing applications in biogeography and ecology. Kluwer Academic Publishers. pp: 69-89.

Drake, J.B.; Dubayah, R.O.; Clark, D.B.; Knox, R.G.; Blair, J.B.; Hofton, M.A.; Chazdon, R.L.; Weishampel, J.F.; Prince, S.D. 2002. Estimation of tropical forest structural characteristics using large-footprint lidar Remote Sensing of Environment, 79: 305-319.

Drake, J.B.; Dubayah, R.O.;Knowx, R.G.; Clark, D.B.; Blair, J.B. 2002. Sensitivity of large-footprint lidar to canopy structure and biomass in a neotropical rainforest. Remote Sensing of Environment, 81: 378-392.

Hofton, M.A.; Rocchio,L.E.; Blair, J.B.; Dubayah, R.O. 2002. Validation of vegetation canopy lidar sub-canopy topography measurements for a dense tropical forest. Journal of Geodynamics, 34: 491-502.

Bermúdez-Rojas, T.; Páez, G.; Velásquez-Mazariegos, S.; Motte, E. 2002. Cambio del uso y cobertura de la tierra y la conservación del bosque en dos áreas protegidas: Costa Rica Revista Forestal Centroamericana, 38: 21-26.

Foley, S.; Rivard, B.; Sánchez-Azofeifa, G.A.; Calvo-Alvarado, J.C. 2002. Canopy and leaf reflectance of tropical tree species. Biotropica, 34: 622.

Sánchez-Azofeifa, G.A.; Rivard, B.; Calvo-Alvarado, J.C.; Moorthy, I. 2002. Dynamics of tropical deforestation around national parks: Remote sensing of forest change on the Osa Peninsula of Costa Rica. Mountain Research and Development, 22: 352-358.

Sader, S.A.; Stone, T.A.; Joyce, A.T. 1990. Remote sensing of tropical forests: an overview of research and applications using non-photographic sensors. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 56: 1343-1351.

Drake, J.B. 2001. Estimation of tropical forest aboveground biomass using large-footprint lidar (Costa Rica). College Park, MD: University of Maryland. Dissertation, Ph.D., University of Maryland, College Park, MD(USA)(Adviser: Dubayah, Ralph). 184 p.

Drake, J.B.; Knox, R.G.; Dubayah, R.O.; Clark, D.B.; Condit, R.; Blair, J.B.; Hofton, M. 2003. Above-ground biomass estimation in closed canopy Neotropical forests using lidar remote sensing: factors affecting the generality of relationships. Global Ecology and Biogeography, 12: 147-159.

Lizano-Rodríguez, O.G.; Amador-Astúa, J.A.; Soto-Soto, R. 2001. Caracterización de manglares de Centroamérica con sensores remotos. Revista de Biología Tropical, 49: 331-340.

Read, J.M.; Lam, N.S.N. 2002.Spatial methods for characterising land cover and detecting land-cover changes for the tropics. International Journal of Remote Sensing, 23: 2457-2474.

Sánchez-Azofeifa, G.A.; Castro-Esau, K.L.; Rivard, B.; Kalácska, M.E.R.; Harriss, R.C. 2003. Remote sensing research priorities in tropical dry forest environments. Biotropica 35: 134-142.

Clark, D.B.; Soto-Castro, C.; Alfaro-Alvarado, L.D.; Read, J.M. 2004. Quantifying mortality of tropical rain forest trees using high-spatial-resolution satellite data. Ecology Letters, v. 7, p. 52-59.

Clark, D.B.; Read, J.M.; Clark, M.L.; Murillo-Cruz, A.; Fallas-Dotti, M.; Clark, D.A. 2004. Application of 1-M and 4-M resolution satellite data to ecological studies of tropical rain forests. Ecological Applications, 14:
61-74.

Kalácska, M.E.R. 2003. Tropical dry and tropical moist forest characterization through remote sensing. Thesis, M.Sc., University of Alberta, Faculty of Graduate Studies and Research, Edmonton, Alberta (Canada)(Supervisor: Arturo Sánchez-Azofeifa). Edmonton, Alberta. 158 p.

Coronado-Chacón, L. 2001. Comprobación de técnicas de procesamiento de imágenes del sensor remoto ETM+ de Landsat 7, en la identificación de bosques secundarios en la Región Huetar Norte de Costa Rica. Informe de Práctica de Especialidad, Bachiller en Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, Cartago (Costa Rica)(Adviser: Edgar Ortiz-Malavassi).

Clark, M.L.; Clark, D.B.; Roberts, D.A. 2004. Small-footprint lidar estimation of sub-canopy elevation and tree height in a tropical rain forest landscape. Remote Sensing of Environment, 91, p. 68-89.

Van Laake, P.E.; Sánchez-Azofeifa, G.A. 2004. Simplified atmospheric radiative transfer modelling for estimating incident PAR using MODIS atmosphere products. Remote Sensing of Environment, 91, no. 1, p. 98-113.

Kalácska, M.E.R.; Sánchez-Azofeifa, G.A.; Rivard, B.; Calvo-Alvarado, J.C.; Journet, A.R.P.; Arroyo-Mora, J.P.; Ortiz-Ortiz, D. 2004. Leaf area index measurements in a tropical moist forest: A case study from Costa Rica. Remote Sensing of Environment, v. 91, no. 2, p. 134-152.

Hurtt, G.C.; Dubayah, R.O.; Drake, J.B.; Moorcroft, P.R.; Pacala, S.W.; Blair, J.B.; Fearon, M.G. 2004. Beyond potential vegetation: combining lidar data and a height-structured model for carbon studies. Ecological Applications, 14, no. 3, p. 373-383.

Sutton P.C. 2003. An empirical environmental sustainability index derived solely from nighttime satellite imagery and ecosystem service valuation. Population and Environment, v. 24, no. 4, p. 293-311.

Arroyo-Mora, J.P.; Sánchez-Azofeifa, G.A.; Rivard, B.; Calvo-Alvarado, J.C. 2002. Tropical dry secondary forest detection: an ecological approach Tropical Forests: Past, Present, Future. The Association for Tropical Biology Annual Meeting. Smithsonian Tropical Research Institute, Panama City, PA, July 29-Aug. 3, 2002 Panamá City: The Association for Tropical Biology. p. 4.

Calvo-Alvarado, J.C.; Sánchez-Azofeifa, G.A.; Arroyo-Mora, J.P. 2002. Dynamics of forest cover change and its implications to conservation in Costa Rica [Dinámica del cambio de cobertura del bosque y sus implicaciones para la conservación en Costa Rica. Tropical Forests: Past, Present, Future. The Association for Tropical Biology Annual Meeting. Smithsonian Tropical Research Institute, Panama City, PA, July 29-Aug. 3, 2002 Panamá City: The Association for Tropical Biology. p. 15.

Clark, D.B. 2002. Applicatons of 1-M and 4-M resolution satellite imagery to studies of tropical forest ecology, management, and secondary forest detection. Tropical Forests: Past, Present, Future. The Association for Tropical Biology Annual Meeting. Smithsonian Tropical Research Institute, Panama City, PA, July 29-Aug. 3, 2002 Panamá City: The Association for Tropical Biology. p. 20-21.

Sánchez-Azofeifa, G.A.; Calvo-Alvarado, J.C.; Arroyo-Mora, J.P. 2002. *Dynamics of forest cover in* Costa Rica using Landsat images 1986/87, 1996/1997 and 1997/2000 [Dinámica de cobertura forestal en Costa Rica utilizando imágenes del satélite Landsat de 1986/87, 1996/1997 y 1997/2000]. Tropical Forests: Past, Present, Future. The Association for Tropical Biology Annual Meeting. Smithsonian Tropical Research Institute, Panama City, PA, July 29-Aug. 3, 2002 Panamá City: The Association for Tropical Biology. p. 103.

Sánchez-Azofeifa, G.A.; Kalácska, M.E.R. 2002. Characterizing the spectral dynamics of tropical dry forests. Tropical Forests: Past, Present, Future. The Association for Tropical Biology Annual Meeting. Smithsonian Tropical Research Institute, Panama City, PA, July 29-Aug. 3, 2002 Panamá City: The Association for Tropical Biology. p. 103.

Arroyo-Mora, J.P.; Kalácska, M.E.R.; Sánchez-Azofeifa, G.A.A 2002. New sampling scheme for optically estimating leaf area index in a tropical dry forest. Tropical Forests: Past, Present, Future. The Association for Tropical Biology Annual Meeting. Smithsonian Tropical Research Institute, Panama City, PA, July 29-Aug. 3, 2002 Panamá City: The Association for Tropical Biology. p. 134.

Foley, S.; Rivard, B.; Sánchez-Azofeifa, G.A.; Calvo-Alvarado, J.C. Canopy and leaf reflectance of tropical tree species. Tropical Forests: Past, Present, Future. The Association for Tropical Biology Annual Meeting. Smithsonian Tropical Research Institute, Panama City, PA, July 29-Aug. 3, 2002 Panamá City: The Association for Tropical Biology. 2002. p. 139.

Van Laake, P.E.; Sánchez-Azofeifa, G.A. 2005. Mapping PAR using MODIS atmosphere products. Remote Sensing of Environment, v. 94, no. 4,
p. 554-563.

Banichevich, A.; Castro-León, V. 1999. Imágenes satelitales en la predicción de eventos esporádicos de escala sinóptica: antecedentes del huracán César como un evento sinóptico. Tópicos Meteorológicos y Oceanográficos, v. 6, no. 1, p. 1-6.

Kalácska, M.E.R.; Sánchez-Azofeifa, A.; Caelli, T.; Rivard, B.; Boerlage, B. 2005. Estimating leaf area index from satellite imagery using Bayesian networks. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, v. 43, no. 8, p. 1866-1873.

Clark, M.L.; Roberts, D.A.; Clark, D.B. 2005.Hyperspectral discrimination of tropical rain forest tree species at leaf to crown scales. Remote Sensing of Environment, v. 96, p. 375-398.

Panapitukkul, N. et al. 1998. Mangrove colonization: mangrove progression over the growing Pak Phanang (SE Thailand) mud flat. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 47 51-61.

Lillesand, T.M. and R.W. Kiefer. 1999. Remote sensing and image interpretation. New York: John Wiley. 724 p.

Laurance, W.F. 2001. Fragmentation and plant communities: synthesis and implications for landscape management. In: Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest. Bierregaard, R.O. New Haven (US) : Yale University Press. Pp.158-168.

Otras referencias en biblioteca personal

Ambarwulan B., W., T.W. Hobma & S.W.M. Peters. 2002. Mapping of Total Suspended Matter from SPOT and Landsat TM using Bio Optical modeling in Teluk Banten, Indonesia. Proceedings of the Sixth PanOcean Remote Sensing Conference, Sept. 2002, Bali, Indonesia, pp 399-404.

Andréfouët, S. & B. Riegl (eds.) 2004. Remote sensing of coral reefs. Coral Reefs. Journal of the International Society for Reef Studies. Springer. 23 (1). 168 p.

Andréfouet, S. and Payri, C. 2001. Scaling-up carbon and carbonate metabolism of coral reefs using in-situ data and remote sensing. Coral Reefs 19: 259–269.

Andréfouet, S., F.E. Muller-Karger, E.J. Hochberg, C. Hu & K.L. Carder. 2001. Change detection in shallow coral reef environments using Landsat 7 ETM+ data. Remote Sensing of Environment 78: 150-162.

Andréfouët, S., R. Berkelmans, L. Odriozola, T. Done, J. Oliver & F. Müller-Karger. 2002. Choosing the appropriate spatial resolution for monitoring coral bleaching events using remote sensing. Coral Reefs, 21: 147-154.

Atkinson, M.J. & R.W. Grigg. 1984. Model of a coral reef ecosystem, II. Gross and net benthic primary production at French Frigate Shoals, Hawaii. Coral Reefs 3: 13-22.

Bidigare, R.R., M.E. Ondrusek, J.H. Morrow & D.A. Kiefer. 1990. In vivo absorption properties of algal pigments. Proceedings of Ocean Optics X, SPIE, 1302: 290-302.

Bierwirth, P.N., T.J. Lee & R.V. Burne. 1993. Shallow sea-floor reflectance and water depth derived by unmixing multispectral imagery. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 59: 331-338.

Bukata, R.P., J.H. Jerome, K.Y. Kondratyev & D.V. Pozdnyakov. 1995. Optical properties and remote sensing of inland and coastal waters. CRC Press.

Chauvaud, S., C. Bouchon & R. Maniere. 1998. Remote sensing techniques adapted to high resolution mapping of tropical coastal marine ecosystems (coral reefs, seagrass beds and mangrove). Int. J. Remote Sensing, 19: 3625-3639.

Clark, C.D., P.J. Mumby, J.R.M. Chisholm, J. Jaubert & S. Andréfouet. 2000. Spectral discrimination of coral mortality states following a severe bleaching event. Int. J. Remote Sensing, 21: 2321-2327.

Congalton, R.G. 1991. A review of assessing the accuracy of classification of remotely sensed data. Remote Sensing of Environment 37: 35-46.

Culp, K.E., S.J. Purkis, J.A.M. Kenter, T.W.H.J. Hobma. Report. Mapping the reef top of the Red Sea Fringing Reef System by multispectral classification using Landsat TM5 and Aster imagery. A computer-based learning module for UNESCO. ITC.

De Haan, J.F., Kokke J.M.M., Dekker, A.G. & Rijkeboer, M. 1999. Remote sensing algorithm development: toolkit for water quality. Delft, Report of the Netherlands Remote Sensing Board (BCRS).

Dekker, A.G., S.W.M. Peters, M. Rijkkeboer. 1999. Analytical Processing of Multitemporal SPOT and Landsat Images for Estuarine Management in Kalimantan, Indonesia. Operational Remote Sensing for Sustainable Development. Nieuwwenhuis, Voughan and Molenaar.

Durand D., J. Bijaoui & F. Cauneau, 2000. Optical remote sensing of shallow-water environmental parameters: A feasibility study, Remote Sens. Env., 73:152-161.

Edwards, A.J. (eds.) 1999. Applications of satellite and airborne image data to coastal management. UNESCO, France. 185 p.

Fonseca E., A.C. 2004. Spectral discrimination and mapping using LANDSAT ETM in the Berau reef system. East Kalimantan, Indonesia. Thesis submitted to the International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Earth Resources and Environmental Geosciences (EREG), with specialization on Coastal Zone Studies (CZS). ITC. 79 p.

Gieske, A., B. van Leeuwen, G. Parodí & T. Hobma. 2003. Short workshop on image atmospheric correction in the visible, near and thermal infrared ranges. ITC. 20 p.

Green, E.P., P. J. Mumby, A.J. Edwards & C.D. Clark. 2000. Remote sensing handbook for tropical coastal management. UNESCO publishing. 316 p.

Hedley, J.D. & P.J. Mumby. 2002. Biological and remote sensing perspectives of pigmentation in coral reef organisms. In A.J. Young, C.M. Young & L.A. Fuiman (Eds.) Advances in marine Biology, San Diego, Academic Press, 43: 279-317.

Hochberg, E.J. & Atkinson, M.J. 2000. Spectral discrimination of coral reef benthic communities. Coral Reefs 19: 164–171.

Hochberg, E.J. & Atkinson, M.J. 2003. Capabilities of remote sensors to classify coral, algae and sand as pure and mixed spectra. Remote Sensing of Environment 85: 174-189.

Hochberg, E.J., M.J. Atkinson, & S. Andréfouët. 2003. Spectral reflectance of coral reef bottom-types worldwide and implications for coral reef remote sensing. Remote Sensing of Environment, 85: 159-173.

Holden, H. & E. Le Drew. 1999. Hyperspectral identification of coral features. International Journal of Remote Sensing, 20: 2545-2563.

Holden, H. & E. Le Drew. 2000. Accuracy assessment of hyperspectral classification of coral features. Geocarto International, 15: 7-13.

Jerlov, N.G. 1976. Marine Optics, Elsevier, Amsterdam.

Joyce, K.E. & S.R. Phinn. 2002. Bi-directional reflectance of corals. International Journal of Remote Sensing, 23: 389-394.

Jupp, D.L.B. 1988. Background and extensions to depth of penetration (DOP) mapping in shallow coastal waters. Symposium on Remote Sensing of the Coastal Zone. Gold Coast, Queensland, Session 4, Paper 2.

Legendre, D. and L. Legendre. 1998. Numerical Ecology. Second Edition. Developments in Environmental Modelling 20. 853 p.

Lyzenga, D.R. 1978. Passive remote sensing techniques for mapping water depth and bottom features. Applied Optics 17: 379-383

Lyzenga, D.R. 1981. Remote sensing of bottom reflectance and water attenuation parameters in shallow water using aircraft and Landsat data. International Journal of Remote Sensing 2: 71-82.

Maeder J., S. Narumalani, D.C. Rundquist, R.L. Perk, J. Schalle, K. Hutchins, & Jennifer Keck. 2002. Classifying and mapping general coral reef structure using Ikonos data. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing., 68: 1297-1305.

Maritorena, S. 1996. Remote sensing of the water attenuation in coral reefs: a case study in French Polynesia. Int. J. Remote Sensing, 17: 155-166.

Mazel, C.H. 1995. Spectral measurements of fluorescence emission in Caribbean cnidarians. Marine Ecology Progress Series, 120: 185-191.

Mazel, C.H. 1996. Coral fluorescence characteristics: excitation-emission spectra, fluorescence efficiencies, and contribution to apparent reflectance. *In*: Proceedings of Ocean Optics XIII-SPIE vol. 2963 Vol. 1, SPIE, Halifax, Nova Scotia, Canada, pp. 240–245.

Miller, R.L. & J.F. Cruise. 1995. Effects of suspended sediments on coral growth: evidence from remote sensing and hydrologic modeling. Remote Sensing of Environment, 53: 177-187.

Millington, A. C. (ed.) 2001 GIS and Remote Sensing Applications in Biogeography and Ecology (The International Series in Engineering and Computer Science).

Morales, J., A. Rodríguez, D. Blackburn & T.W. Hobma (eds.). 2002. Remote sensing applications for fisheries sciences-from science to operation. Coastal region and small island info 14, UNESCO Paris. 213 p.

Mumby, P.J. & A.R. Harborne. 1999. Development of a systematic classification scheme of marine habitats to facilitate regional management and mapping of Caribbean coral reefs. Biological Conservation 88: 155-163.

Mumby, P.J., E.P. Green, A.J. Edwards & C.D. Clark. 1997. Coral reef habitat mapping: how much detail can remote sensing provide? Marine Biology, 130: 193-202.

Mumby, P.J., C.D. Clark, E.P. Green & A.J. Edwards. 1998. Benefits of water column correction and contextual editing for mapping coral reefs. Int. J. Remote Sensing, 19: 203-210.

Mumby, P.J., E.P. Green, A.J. Edwards & C.D. Clark. 1999. The cost-effectiveness of remote sensing for tropical coastal resources assessment and management. Journal of Environmental Management. 55: 157-166.

Mumby, P.J., J.R.M. Chisolm, C.D. Clark, J.D. Hedley & J. Jaubert. 2001. A bird's eye view of the health of coral reefs. Nature, 413: 36.

Myers, M.R., Hardy, J.T., Mazel, C.H. & Dustan, P., 1999. Optical spectra and pigmentation of Caribbean reef corals and macroalgae. Coral Reefs 18: 179–186.

Nordmann, M.E., L. Wood, J.L. Michalek and J.L. Christy. 1990. Water depth extraction from Landsat-5 imagery. Proceedings of the Twenty-Third International Symposium on Remote Sensing of Environment: 1129-1139.

Paringit, E.C. & K. Nadaoka. 2002. Reef morphological inferences from inverse modeling of coral reflectance. PORSEC, Bali. Pp: 379-384.

Purkis and Pasterkamp (in prep.). Integrating in situ reef top reflectance spectra with Landsat TM imagery to aid shallow tropical benthic habitat mapping. Amsterdam University.

Purkis, S.J. Calibration of satellite images of reef environments. Vrije Universiteit, Amsterdam. 205 p.
Simonet, D.S. 1983. The development and principles of remote sensing. *In*: Simonet D.S. (ed.). Manual of remote sensing, 2nd edn., vol. 1. Theory, instruments and techniques. American Society of Photogrammetry, Falls Church, Virginia. Pp: 1-35.

Song, C., C.E. Woodcock, K.C. Seto, M.P. Lenney & S.A. Macomber. 2001. Classification and change detection using LANDSAT TM data: when and how to correct atmospheric effects? Remote Sensing of Environment 75: 230-244.

Turdukulov, U. 2003. Determination of water quality parameters using imaging spectrometry (case study for the Sajó floodplain, Hungary). Thesis submitted to the International Institute for Geo-information Science and Earth Observation for the degree of Master of Science. ITC, Enschede. The Netherlands.

UNESCO. 1999. Applications of satellite and airborne image date to coastal management. Coastal region and small island papers 4, UNESCO, Paris, vi+185 pp.

Wignyowinoto, I. 2001. Remote sensing applications for bathymetric mapping of Banten Bay, Indonesia, using Landsat TM. 54 p.