

Análisis Espacial

Código: 43379
Créditos ECTS: 9

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
4314828 Teledetección y Sistemas de Información Geográfica	OB	0	1

La metodología docente y la evaluación propuestas en la guía pueden experimentar alguna modificación en función de las restricciones a la presencialidad que impongan las autoridades sanitarias.

Contacto

Nombre: Xavier Pons Fernández

Correo electrónico: Xavier.Pons@uab.cat

Uso de idiomas

Lengua vehicular mayoritaria: español (spa)

Otras observaciones sobre los idiomas

Aproximadamente el 25 % de las clases son en catalán y el 75 % en castellano. La mayoría de la bibliografía es en lengua inglesa

Equipo docente

Joan Pino Vilalta

Lluís Pesquer Mayos

Pere Serra Ruíz

Equipo docente externo a la UAB

Fernando Pérez

Oscar Mora

Prerequisitos

No se requieren requisitos previos

Objetivos y contextualización

Al finalizar la asignatura, el/la alumno/a será capaz de:

Dominar a nivel práctico las diferentes herramientas relacionadas con la interpolación y el análisis del terreno.
Utilizar las principales aplicaciones para la generación de nueva información a partir de datos SIG.
Identificar los conceptos asociados al análisis espacial, sus aplicaciones y sus limitaciones.

Competencias

- Analizar y explotar datos geográficos de distintas fuentes para generar nueva información a partir de datos ya existentes.
- Diseñar y aplicar una metodología de estudio, basada en los conocimientos adquiridos, para un caso de uso específico.
- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Redactar, presentar y defender públicamente un trabajo realizado individualmente o en equipo en un contexto científico y profesional.
- Utilizar distintas técnicas y conceptos para la generación de información útil en el análisis espacial.
- Utilizar distintos softwares especializados de SIG y teledetección, así como otros softwares relacionados.

Resultados de aprendizaje

1. Diseñar y aplicar una metodología de estudio, basada en los conocimientos adquiridos, para un caso de uso específico.
2. Dominar a nivel práctico las distintas herramientas relacionadas con la interpolación y análisis del terreno.
3. Explotar datos geográficos mediante álgebra de mapas, combinación de capas, análisis de redes y otras técnicas sabiendo tomar decisiones adecuadas y justificadas en función de cada problemática y de los conocimientos adquiridos.
4. Identificar los conceptos asociados al análisis espacial, sus aplicaciones y sus limitaciones.
5. Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
6. Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
7. Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
8. Redactar, presentar y defender públicamente un trabajo realizado individualmente o en equipo en un contexto científico y profesional.
9. Utilizar las principales aplicaciones para la generación de nueva información a partir de datos SIG.

Contenido

Análisis en SIG

1. Conceptos generales del Análisis en SIG
 - 1.1 Introducción
 - 1.2 Análisis combinado ráster-vector
 - 1.3 Rasterización
 - 1.4 Vectorización
2. Combinación analítica de capas
 - 2.1 Variantes y posibilidades
 - 2.2 Superposición vectorial
 - 2.3 Transferencia de atributos
 - 2.4 Cruzamiento teselado categórico
3. Álgebra de mapas
 - 3.1 Condiciones previas
 - 3.2 Características
 - 3.3 Tratamiento del NODATA
 - 3.4 Análisis multicriterio
4. Propagación de errores

- 4.1 Criterios de calidad geométrica
- 4.2 Criterios de calidad temática
- 4.3 Eliminación de resultados por criterios de insignificancia geográfica
- 5. Análisis del paisaje
 - 5.1 Marc conceptual de la ecología del paisaje
 - 5.2 Relaciones del paisaje con la biodiversidad a varias escaleras territoriales
- 6. Interpolación espacial
 - 6.1 Conceptos
 - 6.2 Polígonos de Thiessen
 - 6.3 Superficies de tendencia
 - 6.4 Kriging
- 7. Regresión logística
 - 7.1 Características
 - 7.2 Aplicaciones espaciales
 - 7.3 Limitaciones y ajustes de modelos
- 8. Análisis de distancias
 - 8.1 Distancias cartesianas y distancias geodésicas
 - 8.2 Generación de buffers
 - 8.3 Distancias anisótropas y análisis de costes
 - 8.4 Introducción al análisis de redes
- Modelos Digitales del Terreno
 - 1. Conceptos
 - 1.1 Conceptos fundamentales y terminología (MDT, MDE, MDS, etc)
 - 1.2 Modelos de datos: ráster, TIN, isolíneas, etc.
 - 1.3 Datum vertical y geoide
 - 2. Captación de datos. Primaria (en campo, fotogrametría, LiDAR, InSAR, etc.) y Secundaria
 - 3. Generación del MDT
 - 3.1 Interpolación a partir de cotas: Inverso de la distancia ponderada (IDW), splines, kriging
 - 3.2 Interpolación a partir de isolíneas
 - 3.3 Generación de modelos TIN
 - 4. Calidad del MDT
 - 4.1 Calidad altimétrica
 - 4.2 Control del error en el MDT
 - 4.3 Propagación del error en los modelos derivados
 - 5 Modelos derivados
 - 5.1 Pendientes, orientaciones, curvaturas, etc.
 - 5.2 Cuencas hidrográficas, red de drenaje
 - 5.3 Iluminaciones, sombreados y radiación solar
 - 6. Aplicaciones
 - 6.1 Recordatorio de aplicaciones clásicas: rectificación geométrica y radiométrica de imágenes
 - 6.2 Perfiles topográficos y análisis de visibilidad
 - 6.3 Perspectivas tridimensionales
 - 6.4 Clasificación del relevo
- Interferometría
 - 1. Introducción.
 - 1.1 Clasificación de sensores
 - 2. Concepto SAR
 - 2.1 Formación de la imagen
 - 3. Imagen SAR
 - 3.1 Características geométricas y radiométricas
 - 3.2 Geocoding
 - 4. Interferometría SAR
 - 4.1 Concepto y aplicaciones topográficas
 - 5. Interferometría Diferencial SAR(DInSAR) clásica
 - 5.1 DInSAR avanzado (Persistente Scatterer Interferometry)

Metodología

En este módulo se realizan 3 grupos de actividades de aprendizaje:

Las actividades dirigidas consisten en clases de teoría y prácticas que se realizarán en un aula de informática especializada. Al inicio de cada una de las materias que forman el módulo los docentes explicarán la estructura de los contenidos teórico-prácticos, así como el método de evaluación.

Las actividades supervisadas consisten en prácticas de aula que permitirán elaborar los trabajos y ejercicios de cada materia, así como sesiones de tutorías con los docentes en caso de que los estudiantes lo soliciten.

Las actividades autónomas son el conjunto de actividades relacionadas con la elaboración de trabajos, ejercicios y exámenes, como por ejemplo el estudio de diferente material en forma de artículos, informes, datos, etc., definidas según las necesidades de trabajo autónomo cada estudiante.

Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases magistrales / expositivas	51	2,04	1, 2, 3, 4, 6, 7, 5, 8, 9
Tipo: Supervisadas			
Presentación oral	1	0,04	1, 2, 3, 4, 6, 7, 5, 8, 9
Prácticas de aula	58	2,32	1, 2, 3, 4, 6, 7, 5, 8, 9
Tutorías	2	0,08	1, 2, 3, 4, 6, 7, 5, 8, 9
Tipo: Autónomas			
Elaboración de trabajos	94	3,76	1, 2, 3, 4, 6, 7, 5, 8, 9
Estudio personal	15	0,6	1, 2, 3, 4, 6, 7, 5, 8, 9
Lectura de artículos e informes de interés	3	0,12	1, 2, 3, 4, 6, 7, 5, 8, 9

Evaluación

La evaluación de esta asignatura consta del siguiente sistema:

- La realización de 2 exámenes (un examen y una presentación oral), que valdrán entre un 60 % y un 70 % de la nota final y que incluirán la materia teórica y práctica realizada. El examen que no haya alcanzado la nota mínima de 5 sobre 10 se deberá repetir el día asignado por el docente de la asignatura.
- La realización de diferentes trabajos prácticos propuestos durante la docencia del módulo y entregados antes de la fecha fijada, que valdrán entre un 30 % y un 40 % de la nota final. Se valorará una presentación formal correcta y una elaboración cuidada.

Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Elaboración de trabajos	40 %-60 %	0	0	1, 2, 3, 4, 6, 7, 5, 8, 9
Examen teórico y presentación oral	60 %-70 %	1	0,04	1, 2, 3, 4, 6, 7, 5, 8, 9

Bibliografía

ANÁLISIS EN SIG

Manuales

- Barredo, J.I. (1996) "Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio" Ra-ma. Madrid.
- Bonham-Carter, G.F. (1994) "Geographic information systems for geoscientists modelling with GIS" Pergamon. Kidlington. 398 p.
- Burrough, P.A. i R.A. McDonnell (1998) "Principles of Geographical Information Systems" Oxford University Press. 333 p.
- Cebrián, J.A. (1992) "Información geográfica y sistemas de información geográfica (SIGs)" Servicio de publicaciones. Universidad de Cantabria. Santander. 85 p.
- Chilès, J.-P., Delfiner, P.(1999). Geostatistics: Modelling Spatial Uncertainty. Wiley, New York, 687 p.
- Cressie N.A.C. (1993) "Statistics for SpatialData" (Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics) John Wiley & Sons New York 900 p.
- Fischer, M.M. i P.Nijkamp (eds.) (1993) "Geographic information systems, spatial modelling and policy evaluation" Springer-Verlag. Berlin. 280 p.
- Forman R.T.T. (1995). "Land mosaics. The ecology of landscapes and regions" Cambridge University Press, Cambridge.
- Fotheringham, S. y P. Rogerson (eds.) (1994) "Spatial analysis and GIS" Taylor & Francis. London. 281 p.
- Gámir, A, M. Ruiz y J.M. Seguí (1995) "Prácticas de análisis espacial" Oikos-Tau. Barcelona. 384 p.
- Geoderma (1994). El volum 62 de la revista és un especial dedicat a interpolació espacial.
- Jovell, A.J. (1995). "Análisis de regresión logística. Cuadernos metodológicos", 15. Madrid, Centro de Investigaciones Sociológicas
- Kitanidis P.K. (1997) "Introduction to geostatistics: applications to hydrogeology". Cambridge University Press. 249 p.
- Kleinbaun, D.G. (1994). "Logistic regression". New York, Springer-Verlag.
- Laurini, R.i Tompson, D. (1992) "Fundamentals of Spatial Information Systems" Academic Press. Londres. 680 p.
- Lloyd, C. D. (2006) "Local Models for Spatial Analysis", CRC Press, Belfast, 244 p.
- Maguire, D.J., M.F. Goodchild i D.W. Rhind (eds.) (1991) "Geographical Information Systems. Principles and Applications" 2 Vol. Longman Scientific & Technical. Essex. 649+447 p.
- McGarigal, K., S.A. Cushman, i E. Ene. (2012) "FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst". Disponible a: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>
- O'Sullivan, D.and D. Unwin,(2002) "Geographic Information Analysis". John Wiley & Sons, Hoboken New Jersey, 436 p..
- Pavlidis, T. (1982) "Algorithms for graphics and image processing." Springer-Verlag. Berlin. p. 180-189.
- Santos Preciado, J.M, Cocero D. (2006) "Los SIG ráster en el campo medioambiental y territorial. Ejercicios prácticos con Idrisi y MiraMon" UNED. Madrid. 167 p.
- Santos Preciado, J.M. (2004) "Funcionamiento del programa MiraMon. Aplicación para la realización de ejercicios prácticos de carácter medioambiental y/o territorial. Cuaderno de Prácticas". UNED. Madrid. 430 p.
- Tomlin, C.D. (1990) "Geographic Information Systems and Cartographic Modeling", Prentice Hall. Englewood Cliffs. 249 p.
- Worrall, L. (1991) "Spatial analysis and spatial policy using geographic information systems edited" Belhaven. London. 236 p.

Artículos

- Aangeenbrug, R.T. (1991) "A critique of GIS" In Maguire, D.J., M.F. Goodchild, y D.W. Rhind (eds.) "Geographical Information Systems. Principles and Applications" Vol 1. Longman Scientific & Technical. Essex. p. 101-107.
- Anselin, L. (1995) "Local Indicators of Spatial Association - LISA," Geographical Analysis 27(2): 93-115.
- Cooper W. i C. Jarvis (2004) "A Java-base intelligent advisor for selecting a context-appropriate spatial interpolation algorithm" Computers & GeoSciences, 30:1003-1018.
- Curtin, K.M. (2007) "Network analysis in geographic information science: Review, assessment, and projections", Cartography and Geographic Information Systems, 34(2),103-111.

- Ding Y., Fotheringham A.S. (1992) "The integration of spatial analysis and GIS" *Comput., Environ. and Urban Systems*, 16: 3-19.
- Forman, R.T.T. (1995) "Some General Principles of Landscape and Regional Ecology" *Landscape Ecology*, 10: 133-142
- Franke R. (1982), "Scattered data interpolation: tests of some methods", *Mathematics of Computation*, 38: 181-199.
- Getis A. Ord J.K. (1992). "The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics". *Geographical Analysis* 24 (3).
- Grimes, D. I. F. and Pardo-Igúzquiza, E. (2010) "Geostatistical Analysis of Rainfall". *Geographical Analysis*, 42: 136-160. doi: 10.1111/j.1538-4632.2010.00787.x
- Goodchild M.(2004) "A general framework for error analysis in measurement-based GIS" *J. Geograph. Syst.* 6:323-324.
- Hancock, P.A., Hutchinson, M.F., Spatial interpolation of large climate data sets using bivariate thin plate smoothing splines. *Environmental Modelling and Software* 21, 1684e1694, 2006.
- Hengl T. (2006) "Finding the right pixel size". *Computers & Geosciences* (vol. 32, Pag 1283-1298).
- Kratzera, J. F, Hayesa D. B., Thompson B E (2006) "Methods for interpolating stream width,depth, and current velocity" *Ecological modelling*, 196: 256-264
- Li, J., Heap A.D. (2011) "A review of comparative studies of spatial interpolation methods in environmental sciences: Performance and impact factors" . *Ecological Informatics* 6: 228 - 241.
- Limin J.,Yaolin L.(2012) Analyzing the spatial autocorrelation of regional urban datum land price. *Geo-spatial Information Science* 15(4), 263-269.
- Mitasova, H., Mitas, L. (1993) "Interpolation by regularized spline with tension: I. Theory and implementation" *Mathematical Geology* 25:641-656.
- Mitasova, H., Hofierka, L. (1993) "Interpolation by regularized spline with tension: II. Application to terrain modeling and surface geometry analysis" *Mathematical Geology*, 25: 657-667.
- Malczewski, J. (2006). "GIS-based multicriteria decision analysis: a survey of the literature". *International Journal of Geographical Information Science*, 20(7), 703-726.
- Mordechai H. "Map Calculus in GIS: a proposal and demonstration" *Int. J. Geographical Information Science* (vol. 18, no. 2).
- Narumalami, S., Jensen, J.R., Althausen, J.D., Burkhalter, S., Mackey, H.E (1997). "Integration of GIS and logistic multiple regression for aquatic macrophyte modeling" *PERS*, 63(1): 41-49.
- Oliver, M. A., Webster, R. (1990), Kriging: a method of interpolation for geographical information systems. *International Journal of Geographical Information Science*, 4(3): 313 - 332
- Pardo-Igúzquiza E. i P.M. Atkinson (2007) "Modelling the semivariograms and cross-semivariograms required in downscaling cokriging by numerical convolution-deconvolution". *Computers & GeoSciences*, 33:1273-1284.
- Pesquer L., Cortés A., Pons X. (2011) "Parallel ordinary kriging interpolation incorporating automatic variogram fitting". *Computers & Geosciences*, 37, 464-473.
- Pino J., Rodà F. (1999). "L'ecologia del paisatge: un nou marc de treball per a la ciència de la conservació". *Butlletí de la Institució Catalana d'Història Natural*, 67: 5-20.
- Pino, J., Rodà, F., Basnou, C., Guirado, M, (2008) "Canvis en la superfície i el grau de fragmentació del bosc a la plana del Vallès entre els anys 1993 i 2000". *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 51: 59-77.
- Saura, S. Torné, J. (2009) "Conefor Sensinode 2.2: a software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity" *Environmental Modelling & Software*, 24: 135-139.
- Shoji T. Kitaura H. (2006) "Statistical and geostatistical analysis of rainfall in central Japan" *Computers & Geosciences* (vol. 32, no 8, Pag 1005-1234).
- Turner, H. (2005) "Landscape ecology: what is the state of the science?" *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, 36: 319-344.
- Varas, A. J. (2002). "Modeling the potential distribution of forests with a GIS". *PERS*, 68(5): 455-461.

MODELOS DIGITALES DEL TERRENO

Manuales

- Bonham-Carter, G.F. (1994) "Geographic Information Systems for Geoscientists: Modelling with GIS" Pergamon, 398 p.
- Burrough, P.A. i R.A. McDonnell (1998) "Principles of Geographical Information Systems" Oxford University Press. Oxford. 333 p.
- Depraetere C. (1992) "DEMIURGE: Chaîne de production et de traitement des MNT" ORSTOM, Laboratoire d'Hydrologie. Paris. 225 p.

- Eastman, J.R. (2001) "IDRISI32 Release 2: Guide to GIS and Image Processing". Clark University . Worcester. (2 vol.) 161+144 p.
- Geoderma (1994). El volum 62 de la revista és un especial dedicat a interpolació espacial.
- Felicísimo, Á.M. (1994) "Modelos digitales del terreno. Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales" Biblioteca de Historia Natural, 3. Pentalfa Ediciones. Oviedo. 220 p.
- Fra, U. (2011) "Diccionari terminològic de fotogrametria" Enciclopèdia Catalana i Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona. 350 p.
- Kitanidis P.K. (1997) "Introduction to geostatistics: applications to hydrogeology". Cambridge University Press. 249 p.
- Martínez-Casasnovas, J.A. (1999) "Modelos digitales de terreno: Estructuras de datos y aplicaciones en el análisis de formas del terreno y en Edafología" QUADERNS DMACS Núm. 25, Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl, Universitat de Lleida, Lleida.
- Maune, D.F. (2007) "Digital Elevation Model Technologies and Applications: The DEM Users Manual" American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. Bethesda. 620 p. + DVD. (1ª edició: 2001)
- Mitas, L., Mitasova, H. (1999) "Spatial Interpolation". In: Longley, P., M.F. Goodchild, D.J. Maguire, D.W. Rhind (Eds.), Geographical Information Systems: Principles, Techniques, Management and Applications, Wiley, p. 481-492.
- PE&RS (2006) . El volum 72, número 3 corresponent al mes de març, de la revista és un especial dedicat a Shuttle Radar Topography Mission.
- Pons, X., Arcalís, A. (2012) "Diccionari terminològic de teledetecció" Enciclopèdia Catalana i Institut Cartogràfic de Catalunya. Barcelona. 597 p.
- Renslow, M. (2012) "Manual of Airborne Topographic Lidar" ASPRS, 528 p.
- Wilson, John P.; Gallant, John C. (2000) "Terrain Analysis. Principles and Applications." John Wiley & Sons: New York. 479 p

Artículos

- Achilleos, G.A. (2011) "The Inverse Distance Weighted interpolation method and error propagation mechanism - creating a DEM from an analogue topographical map" Journal of Spatial Science, 56(2):283-304.
- Aguilar, F.J., Aguilar, M.A., Agüera, F. (2007) "A Theoretical Approach to Modeling the Accuracy Assessment of Digital Elevation Models" PE&RS, 73(12):1367-1379.
- Aguilar, F.J., Agüera, F., Aguilar, M.A., (2007) "Accuracy assessment of digital elevation models using a non-parametric approach" Int. J. Geographical Information Science, 21(6):667-686.
- Arnold, J.G., Moriasi, D.N., Gassman, P.W., Abbaspour, K.C., White M. J., Srinivasan, R., Santhi, C., Harmel, R.D., van Griensven A., Van Liew, M.W., Kannan, N., Jha, M.K. (2012) SWAT: Model Use, Calibration, and Validation. Transactions of the ASABE, 55(4):1491-1508.
- Baella, B., Pla, M. (2002) "Some generalization practices on relief representation derived from the Topographic Database of Catalonia at scale 1:5000" Institut Cartogràfic de Catalunya http://www.icc.es/pdf/bienni0102/l_cartografia/pla.pdf.
- Carrara, A., Bitelli, G., Carala, R. (1997) "Comparison of techniques for generating digital terrain models from contour lines" Int. J. Geographical Information Science, 11(5):451-473.
- Chen, Q. (2007) "Airborne Lidar Data Processing and Information Extraction" PE&RS, 73(2):109-112. [bon article introductor].
- Chen, C., Li, Y., Cao, X., Dai, H. (2014) "Smooth Surface Modeling of DEMs Based on a Regularized Least Squares Method of Thin Plate Spline". Mathematical Geosciences, 46:909-929.
- Chou, Y.H., Liu, P.S., Dezzani R.J. (1999) "Terrain complexity and reduction of topographic data" Journal of Geographical Systems, 1(2):179-198.
- Douglas, D.H. (1983) "The XYNIMAP family of programs for geographic information processing and thematic map production" In, Wellar, B.S., (Ed.) Auto-Carto Six, International Symposium on Automated Cartography 6th, Ottawa Canada, Proceedings: II:2-14.
- Douglas, D.H. (1986) "Experiments To Locate Ridges And Channels To Create A New Type Of Digital Elevation Model" Cartographica, 23(4):29-61.
- Felgueiras, C., Goodchild, M.F. (1995) "Two Papers on Triangulated Surface Modeling". "A comparison of three tin surface modeling methods and associated algorithms" and "An incremental constrained Delaunay triangulation". National Center for Geographic Information and Analysis. University of California, Santa Barbara. Technical Report 95-2. 47 p.
- Felicísimo, Á.M. (1994) "Parametric statistical method for error detection in digital elevation models" ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 49(4):29-33.
- Felicísimo, Á.M. (1995) "Error propagation analysis in slope estimation by means of digital elevation models"

Proceed. 17th Internat. Cartographic Conference, 1:94-98. Barcelona.

Ferraz, A., Bretar, F., Jacquemoud, S., Gonçalves, G. (2009). "The Role of Lidar Systems in Fuel Mapping" Instituto de Engenharia de Sistemas e Computadores de Coimbra. 37 p.

Gràcia, E., Díez, S. (2013) "Com s'explora el fons i el subsòl marí?" Revista Mètode. 20-5-2013 <https://metode.cat/revistes-metode/monografics/com-sexplora-el-fons-i-el-subsol-mari.html>

Gonga-Saholiariliva, N., Gunnell, Y., Petit, C., Mering, C. (2011) "Techniques for quantifying the accuracy of gridded elevation models and for mapping uncertainty in digital terrain analysis" *Progress in Physical Geography*, 35(6): 739-764

Horn, B.K.P. (1989). "Obtaining shape from shading information". In: Horn, B. K. P., Brooks, M. J. (Eds.) "Shape from Shading", p. 121-171. MIT Press.

Hugentobler, M. (2004) "Terrain Modelling with Triangle Based Free-Form Surfaces". PhD dissertation. Universität Zürich. 145 p.

Hui Lu, Y., Trinder, J.C., Kubik, K. (2006) "Automatic Building Detection Using the Dempster-Shafer Algorithm" *PE&RS*, 72(4):395-403.

Jenson, S.K., Domingue, J.O. (1988) "Extracting Topographic Structure from Digital Elevation Data for Geographic Information System Analysis" *PE&RS*, 54(11):1593-1600.

Lindsay, J. B. (2006) "Sensitivity of channel mapping techniques to uncertainty in digital elevation data". *International Journal of Geographical Information Science*, 20(6):669-692.

Lindsay, J. B., Creed, I.F. (2006) "Distinguishing actual and artefact depressions in digital elevation data". *Computers & Geosciences*, 32:1192-1204.

Li, J., Heap, A.D., (2014) "Spatial interpolation methods applied in the environmental sciences: A review". *Environmental Modelling & Software*, 53, 173-189.

Lu, Z., Kwoun, O., and Rykhus, R. (2007) "Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR): Its Past, Present and Future" *PE&RS*, 73(3):217-221. [bon article introductori].

Mallet, C. and Bretara, F. (2009) "Full-waveform topographic lidar: State-of-the-art" *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 64(1):1-16.

Meisels, A., Raizman, S. Karnieli A. (1995) Skeletonizing a DEM into a drainage network. *Computers & Geosciences*, 21 (1) 187-196.

Miliaresis, G.CH., Argialas, D.P. (1999) "Segmentation of Physiographic Features from the Global Digital Elevation Model / GTOPO30" *Computers & Geosciences*, 25(7):715-728.

Mitasova, H., Mitas, L. (1993) "Interpolation by regularized spline with tension: I. Theory and implementation" *Mathematical Geology*, 25:641-656.

Mitasova, H., Hofierka, L. (1993) "Interpolation by regularized spline with tension: II. Application to terrain modeling and surface geometry analysis" *Mathematical Geology*, 25:657-667.

Moriasi, D.N., Arnold, J.G., Van Liew, M. W., Bingner, R. L., Harmel, R.D. and Veith, T.L. "Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations." (2007) *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers* 50(3): 885-990.

Mukherjee San., Joshi P.K. , Mukherjee Sam., Ghosh A., Garg R.D., Mukhopadhyay A. (2013) Evaluation of vertical accuracy of open source Digital Elevation Model (DEM) *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 21:205-217.

O'Callaghan J.F. and Mark D.M. (1984) "The extraction of drainage networks from digital elevation data". *Computer Graphics and Image Processing* 28:323-344.

Pierce, L, Kelndorf, J., Walker, W., Barros, O. (2006) "Evaluation of the Horizontal Resolution of SRTM Elevation Data" *PE&RS*, 72(11):1235-1244.

Podobnikar, T., Vrečko, A. (2012) "Digital Elevation Model from the Best Results of Different Filtering of a LiDAR Point Cloud" *Transactions in GIS*, 16(5):603-617

Pons, X. (1996) "Estimación de la radiación solar a partir de modelos digitales de elevaciones. Propuesta metodológica" In Juaristi, J., Moro, I. "Modelos y Sistemas de Información en Geografía" (458 p) p. 87-97.

Pons X., Ninyerola M. (2008) "Mapping a topographic global solar radiation model implemented in a GIS and refined with ground data" *International Journal of Climatology*, 28 (13):1821-1834. DOI: 10.1002/joc.1676.

Pons, X., Dalmases, C., Pesquer, L., Marcer, A., Masó, J. (2004) "ISOMDE: Una nueva aproximación a la generación de Modelos Digitales del Terreno." In Conesa, C., Martínez, J.B. "Territorio y Medio Ambiente. Métodos cuantitativos y Técnicas de Información Geográfica", p. 27-38 (404 p). Universidad de Murcia. Murcia. ISBN: 84-8371-484-1.

Rabus, B., Eineder, M., Roth, A., Bamler, R. (2003) "The shuttle radar topography mission- a new class of digital elevation models acquired by spaceborne radar" *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 57:241-262.

Romano, M.E. (2015) "Commercial geiger mode lidar". Harris presentation at

[www.asprs.org/wp-content/uploads/2015/05/5H\[4\]-slides.pdf](http://www.asprs.org/wp-content/uploads/2015/05/5H[4]-slides.pdf)

Slater, J. A., Heady, B., Kroenung, G., Curtis, W., Haase J., Hoegemann, D., Shockley, C., Tracy, K. (2011) "Global Assessment of the New ASTER Global Digital Elevation Model," *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 77 (4), 335-350.

Stoker, J.M., Greenlee, S.K., Gesch, D.B., Menig, J.C. (2006) "CLICK: The New USGS Center for Lidar Information Coordination and Knowledge" *PE&RS*, 72(6):613-616.

Tarboton D.G. (1997) "A new method for the determination of flow directions and upslope areas in grid digital elevation models" *Water Resources Research*, 33(2):309-319.

Tarquini, S., Vinci, S., Favalli, M., Doumaz, F., Fornaciai, A., Nannipieri, L. (2012) "Release of a 10-m-resolution DEM for the Italian territory: Comparison with global-coverage DEMs and anaglyph-mode exploration via the web" *Computers and Geosciences*, 38(1):168-170.

Taud, H., Parrot, J.F., Alvarez, R. (1999) "DEM generation by contour line dilation" *Computers and Geosciences*, 25(7):775-783.

Toutin, T. (2006) "Comparison of 3D Physical and Empirical Models for Generating DSMs from Stereo HR Images" *PE&RS*, 72(5):597-604.

Vaze J., Teng J., Spencer G. (2010) "Impact of DEM accuracy and resolution on topographic indices" *Environmental Modelling and Software*, 25, pp. 1086-1098

Webster T. L., Diasb, G. (2006) "An automated GIS procedure for comparing GPS and proximal LIDAR elevations" *Computers & Geosciences* 32(6):713-726.

Wechsler, S.P., Kroll, C.N. (2006) "Quantifying DEM Uncertainty and Its Effect on Topographic Parameters" *PE&RS*, 72(9):1081-1090.

Wise, S. (2011) "Cross-validation as a means of investigating DEM interpolation error" *Computers & Geosciences*, 37 (2011) 978-991.

INTERFEROMETRÍA

Lu, Z., Kwoun, O., and Rykhus, R. (2007) "Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR): Its Past, Present and Future" *PE&RS*, 73(3):217-221