DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN ESPACIAL PROCEDENTE DE DIFERENTES FORMATOS Y ESCALAS

Luis Franco Vázquez, Emilio Rafael Díaz Varela, Caterina Esperón Cores, Carlos Amiama Ares, Manuel Fco. Marey Pérez

Grupo de Investigación de Proyectos y Planificación. EPS Lugo

Universidad de Santiago de Compostela

Abstract

The proliferation of international initiatives, both institutional, as European directive INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), the platform EPSI (European Public Sector Information) and Open Data projects of various governments, even the community, as Openstreetmap, which intend to make available high-value information for individuals and companies in readable formats automatically by machines, has led to new needs in the field of geographic information. Companies and researchers are situated with a sector, that of Geographic Information Systems, that while it offers immense possibilities since scientific and commercial standpoint, also it poses new challenges: changes in the paradigm of work, of a desktop environment to one distributed (Internet) or the need to analyze, debug, study and homogenize massive amounts of information, something impossible to do manually due to the volume and complexity of available data. To address these problems the authors have developed a methodology based on the use of spatial databases and standards that can automatically standardize different data sources types and topologically, in a client - server unified able to shorten time and cost, reducing to minim the need for human oversight of the process.

***Keywords**: spatial database; geographic information system; methodology*

Resumen

La proliferación de diversas iniciativas internacionales, tanto institucionales, como la directiva europea INSPIRE (INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe), la plataforma EPSI (European Public Sector Information) y los proyectos Open Data de diversos gobiernos; hasta los comunitarios, como Openstreetmap, que pretenden hacer disponible la información de alto valor para particulares y empresas en formatos legibles automáticamente por máquinas, ha provocado que surjan nuevas necesidades en el ámbito de la información geográfica. Empresas e investigadores se encuentran ante un sector, el de los Sistemas de Información Geográfica, que si bien ofrece posibilidades inmensas desde el punto de vista científico y comercial, también plantea nuevos retos: cambios en el paradigma de trabajo, de un entorno de escritorio a uno distribuído (internet) o la necesidad de analizar, depurar, estudiar y homogeneizar cantidades ingentes de información, algo imposible de realizar manualmente debido al volumen y complejidad de los datos disponibles. Para afrontar esos problemas los autores han desarrollado una metodología basada en el empleo de bases de datos espaciales y estándares internacionales que permite estandarizar automáticamente fuentes de datos diferentes tipológica y topológicamente, en un entorno cliente – servidor unificado capaz de acortar tiempos y costes, reduciendo al mínimo la necesidad de supervisión humana del proceso.

Palabras clave: *bases de datos espacial; sistemas de información geográfica; metodología*

1. Introducción

La mejora del acceso a la información forestal y el uso de sistemas electrónicos de información fueron reconocidos oficialmente como una prioridad por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo en 1992. El enfoque para el desarrollo futuro debe estar en sistemas abiertos e interoperables que permitan a los usuarios tratar y analizar grandes volúmenes de datos con una mínima intervención manual.

1.1 Escala y leyenda.-

Muchos científicos reconocen que la escala es el concepto central para describir y explicar la compleja organización jerárquica del mundo geográfico y además, muchos problemas ambientales, como el calentamiento global, la deforestación, la gestión del agua, etc... no pueden ser manejados en una sola escala de observación (Marceau, D. J., 1999). En estudios anteriores, estos científicos buscaron la resolución espacial que mejor se adaptaba a estos problemas, pero consideraron que la "escena" o "vista" se compone de diferentes entidades de distinto tamaño en el mundo real, y que una sola resolución podría no ser apropiada para distinguir todas las clases dentro de una imagen (Marceau. D. J., Hay, G. J., 1999).

Para entender esto, se necesita saber qué es la escala espacial, que se define como la dimensión espacial o temporal de un objeto o proceso, caracterizado tanto por la resolución como por la extensión (Turner, M., et al, 2001). En el análisis de cualquier patrón espacial, es esencial la diferenciación entre los componentes de la escala, que serían (Gergel, 2006): resolución (grain), extensión (extent), mínima área cartografiable (Minimum Mapping Unit, MMU: tamaño del área más pequeña del mapa que será representada como un área distinta) y resolución temática (classification scheme).

Debido a la sensibilidad de los resultados en un análisis espacial y pese a estar afectado también por la resolución espacial, la resolución temática da lugar a problemas del Problema de la Unidad Espacial Modificable (MAUP por sus siglas en inglés, Modifiable Areal Unit Problem) que se aplica a dos problemas distintos relacionados entre sí, que son el "problema de escala" (donde el mismo conjunto de datos regionales serán agrupados en varios conjuntos más grandes y con cada combinación de datos conducen a diferentes conclusiones) y el "problema de zonificación" (donde un conjunto de unidades regionales se combina en zonas que son del mismo tamaño, pero situadas de forma diferente, dando de nuevo conclusiones distintas) (Jelinski, D., Wu, J., 1996).

El proceso de escalamiento se consigue al realizar observaciones de un mismo fenómeno con distintos grados de resolución (García, D. 2008), quedando descompuesta en tres dimensiones: ecológica, de muestreo y analítica. La escala espacial ecológica expresa la dimensión real de los fenómenos ecológicos; la de muestro hace referencia a la extensión del área de observación y las características espaciales de las unidades de muestreo; mientras la analítica refleja las características espaciales de las unidades de muestreo en términos de análisis (García, D. 2008).

Castilla, G., et al, 2009 argumentan que la resolución temática (el nivel de detalle categórico de un mapa temático expresado por el número de clases que figuran en la leyenda del mapa) es un componente inherente de la escala en la que se analiza un paisaje y que afecta a la agregación temática de los mosaicos que representan los paisajes naturales. Para alcanzar establecer los vínculos entre la heterogeneidad espacial y los procesos ecológicos

es necesario obtener una representación formal o modelo de la heterogeneidad espacial del paisaje. Se adopta el modelo del paisaje en mosaico de parches (McGarigal, Cushman, 2005) donde se representa el paisaje como un conjunto exhaustivo de regiones inconexas discretas o parches y que éstos correspondan cada uno a una zona del suelo relativamente homogénea que difiere de su entorno en una cualidad relevante (Forman, 1995).

1.2 Propuestas hechas por otros autores.-

Ya que en los últimos años la teledetección espacial ha sido aplicada con mayor amplitud en el campo de la agronomía, presenta una gran ventaja desde el punto de vista fenológico de las plantas ya que supone la adquisición continuada de imágenes a lo largo de un año proporcionando información variada con la generación de cartografía temática en el caso de los cultivos.

Cuando el uso de la tierra o mapa de cobertura terrestre se genera a partir de imágenes de teledetección, se adoptan dos enfoques para extraer la información de interés, la interpretación de imágenes y el análisis cuantitativo basado en el uso de ordenadores. Cuando un proceso de interpretación de imágenes se lleva a cabo, uno de los temas clave en la delimitación de unidades del área discreta en las imágenes, es la selección del MMU para poder ser utilizada (que determina el grado de detalle que transmite una interpretación, es decir, la entidad más pequeña de área para ser mapeada como un área discreta) (Saura, 2001). El estudio del MMU nos puede decir no sólo la heterogeneidad espacial de los ecosistemas, si no que también el grado de detalle para captar los cambios significativos en el tiempo de la cobertura del suelo (Rutchey., Godin, , 2009). El MMU óptimo debe proporcionar la mayor información posible a un coste económico mínimo sin perder la información espacial necesaria y proporcionar la precisión deseada para permitir la detección de cambios a través de la cartografía de la cubierta vegetal (Xiangyun et al. 2005).

El producto final de los trabajos suele almacenarse siguiendo un modelo ráster, pero puede dificultar su interés o aplicabilidad ya que mucha información gestionada por las administraciones se encuentra en modelos vectoriales como el Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas Español (SIGPAC) y no se puede efectuar consultas combinadas de forma inmediata (Serra et al., 2007).

1.3 Propuestas propias.-

Los autores han realizado múltiples trabajos de planificación y análisis de la realidad social y territorial de Galicia (España), que les ha llevado a afrontar y proponer soluciones al problema estudiado. Como muestra, cabe citar las dificultades de llevar a cabo un estudio de los usos del suelo en Galicia, caracterizados por una gran diversidad. Así, las explotaciones agrícolas, forestales o ganaderas se encuentran muy dispersas presentando prácticas de agricultura tanto extensivas como intensivas (Riveiro Valiño, et al, 2009). Cualquier intento de ordenación productiva agraria para caracterizar los modelos productivos en las distintas áreas territoriales necesita disponer de una metodología de análisis de datos (Álvarez López et al, 2008). El obstáculo fundamental que existe es el déficit de datos espaciales con suficiente resolución, tanto espacial como tipológica (Wascher 2004).

Las necesidades en cuanto a datos espaciales apuntan al desarrollo de cartografías de cobertura y uso del suelo de suficiente precisión y resolución para recoger elementos fundamentales para el análisis del medio rural. Entre estos elementos se pueden citar la existencia de una leyenda representativa del mosaico agroforestal gallego, caracterizado por una elevada diversidad y fragmentación y la composición estructural de la propiedad en Galicia, evidenciada en una elevada diversificación en la forma y superficie de las parcelas.

2. Objetivos

El principal objetivo de este trabajo es el desarrollo y validación de una metodología de combinación de información espacial procedente de fuentes cartográficas distintas en cuanto escala (tanto espacial o cartográfica) y tipológicamente valorando la eficiencia y los costes de la solución propuesta.

3. Material

3.1 Localización del estudio

Este trabajo se localiza en Galicia, en el norte de España. Está distribuída en 19 Distritos Forestales y el estudio se realiza en el Distrito Forestal VII perteneciendo las comarcas de A Fonsagrada y Os Ancares con los siguientes ayuntamientos, Baleira, Baralla, Becerreá, Cervantes, A Fonsagrada, Navia de Suarna, Negueira de Muñiz, As Nogais e Pedrafita do Cebreiro.

Figura 1: Localización del estudio

3.2 Cartografía

Para el estudio de este trabajo se utilizó la cartografía del Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC) a escala 1:2000 correspondiente al Distrito VII que presenta una elevada resolución y extensión y una MMU pequeña lo que incrementa su precisión espacial, pero tiene una baja resolución temática, el Mapa Forestal Español (MFE) a escala 1:50000 que en comparación tiene una menor resolución espacial, una elevada extensión y una MMU mayor, pero tiene una alta resolución temática y el Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA).

3.3. Programas informáticos

Para la realización de este estudio se ha utilizado en su totalidad software libre. El componente más importante utilizado es PostgreSQL, un motor de bases de datos que permite la gestión y el análisis de grandes volúmenes de datos, combinado con la extensión PostGIS para dotarlo de soporte de objetos geográficos.

4. Metodología

El proceso se desenvolvió en dos fases. La primera consistió en el desarrollo metodológico propiamente dicho, mientras que en la segunda se validaron los resultados obtenidos para los usos del suelo en la zona de estudio.

4.1 Metodología de combinación de fuentes espaciales heterogéneas

El problema general se dividió en subproblemas específicos que fueron abordados de manera independiente.

Estandarización de los formatos de datos.

Las fuentes de datos pueden estar en diferentes formatos digitales, muchas veces incompatibles entre sí, lo que dificulta o directamente imposibilita la realización de cálculos cruzados. Se hace preciso, pues, que los datos se encuentren en un formato uniforme (Mohammadi et al 2005), que permitan solucionar la integración de datos heterogeneos sintáctica, semántica y esquemáticamente

El organismo de referencia para los estándares espaciales es el OGC (Open Geospatial Consortium), coordinador de varios comités de la International Organization for Standarization (ISO). Se marcó entonces el objetivo de trasladar la información espacial siguiendo alguno de los modelos descritos por dicho organismo, que a su vez fueran estándares ISO.

A la hora de afrontar el trabajo, a nivel práctico, se desestimó el empleo de softwares tipo ETL (Extract, Transform, Load) en favor de las librerías GDAL (Geographic Database Abstraction Layer) y OGR Simple Features Library de la fundación OsGeo, diseñadas para leer y escribir múltiples formatos espaciales. Los motivos fueron varios:

- Estar disponibles en multitud de plataformas, con lo que se eliminaba la dependencia del sistema operativo de origen.
- Ser herramientas libres, con lo que podían ser adaptadas a las necesidades del trabajo.
- Poderse emplear a bajo nivel como componentes de desarrollo.
- Estar muy probadas y empleadas.

Como último paso del subproblema quedaba establecer el almacén final de datos. Se eligió el sistema gestor de base da datos Postgresql con la extensión espacial Postgis. Postgis soporta el estándar OGC SQL/MM Spatial (ISO JTC1, WG4, 13249-3), lo que permitía cumplir con los objetivos trazados. Asimismo tanto OGR como GDAL disponían de drivers de lectura y escritura en Postgis, lo que facilitaba su integración con las librerías, permitiendo de ese modo trasladar todos los datos a Postgis independientemente de su formato original (shape, GML, KML, Geotiff, etc...). A las ventajas expuestas hay que añadir todas las que aporta un sistema gestor de bases de datos como Postgresql, entre las que destacamos:

- Estructura cliente – servidor, lo que permite que la información pueda gestionarse desde una ubicación central única. Los usuarios se conectan al servidor utilizando el cliente que prefieran (entre los muchos disponibles) y acceden a la información actualizada en tiempo real.
- Posibilidad de usar álgebra relacional en las consultas.
- Sistema de control de usuarios.
- Gestión de la integridad de los datos.
- Disponibilidad multiplataforma.
- Capacidad para manejar grandes volúmenes de datos.

Traslado del modelo de datos

Una vez que se han dispuesto todos los datos en un formato común compatible debe darse traslado a la información contenida en las fuentes más precisas tipológicamente hasta aquellas más exactas topológicamente. Es necesario, pues, determinar el modelo de datos subyacente en ambas fuentes, identificando y clasificando los objetos de estudio. No hay que olvidar que un modelo de datos es, en esencia, una abstracción del mundo real. Por lo tanto las diferencias semánticas y estructurales, así como las restricciones lógicas y físicas de las diversas fuentes de datos son susceptibles de ser representadas.

Para realizarlo se recurrió al Lenguaje Unificado de Modelado (UML) . UML es un lenguaje de modelado mantenido por el Object Management Group (OMG) que es ampliamente usado en la ingeniería del software. Muchos de los estándares internacionales en los campos informáticos y de representación de la información descansan en él. Es habitual encontrarse con aplicaciones concretas que lo usan. Por ejemplo, dentro del ámbito espacial (Nativi et al , 2008) Data Model, proponen su empleo para describir el Unidata Common Data Model (CDM) (Common Data Model) y mapearlo al ISO 19123 (ISO/FDIS 19123 Geographic information—Schema for coverage geometry and functions).

La información contenida en los diagramas UML debe ser trasladada entre las fuentes, añadiendo los campos, relaciones y restricciones necesarias a la base de datos. Un vez se ha llevado el esquema lógico al nivel físico se sigue un proceso iterativo automático que combine los elementos originales de las fuentes de datos según la nueva disposición. Ese proceso se realiza mediante la construcción y ejecución de consultas SQL en formato ANSI SQL 92-2003+.

Validación de los resultados

El último paso del proceso consiste en la verificación de los resultados, que debe realizarse contra un subconjunto estadísticamente significativo de los datos originales. Para una mayor claridad expositiva se muestra el caso concreto de trasladar información del MFE (con múltiples niveles de información forestal) a las parcelas SIGPAC, mucho más exactas topológicamente, para mimetizar las estructura del MFE pero a nivel SIGPAC.

Figura 2: Ejemplos de cruces de parcelas SIGPAC con parcelas MFE

Para poder hacer la validación de la metodología anteriormente descrita, se necesita una malla de puntos aleatorios de muestreo que permita la verificación visual de los datos empleando ortofotografía aérea del proyecto PNOA. Esta malla fue creada con el SIG de escritorio QGIS, mediante su herramienta de investigación de puntos regulares: Con esa malla se elaboró una Matriz de Confusión, Matriz de Error o Tabla de Contingencia.

Se trata de una matriz de i filas por j columnas donde i=j=n, donde n es el número de categorías del mapa. Este método permite tener una visión general de los aciertos, así como de los errores cometidos en la aplicación del algoritmo.

El objetivo de la matriz de confusión es conocer el nivel de precisión obtenido mediante el algoritmo con la identificación de usos de suelo por fotointerpretación.

Los elemento de la matriz se detallan a continuación:

- Error de comisión (EC): designa aquellas teselas de uso de una o varias categorías diferentes asignadas a la categoría representada en esa fila y que fueron interpretadas como pertenecientes a la categoría analizada.
- A partir de este error, se puede definir el Riesgo de Usuario (RU), como aquel que asume el usuario cuando supone como sierto el usos del suelo de un recinto dado en la fotointerpretación, cuando en realidad puede pertenecer a un uso de suelo diferente.
- La Exactitud del Usuario (EU) representa la probabilidad de que un elemento de control escogido aleatoriamente y clasificado en una unidad cartográfica, está correctamente asignado.
- Error de Omisión: se consideran aquellos polígonos considerados incorrectamente dentro de otra clase. Hace referencia a aquellas teselas, que en la aplicación de una fotointerpretación de selección (en la cual se clasifica la presencia o ausencia de una categoría con las opciones falsa o verdadera) se rechaza la verdadera.
- Este tipo de errores, nos permite conocer el Riesgo del Productor (RP), que sería el cometido al identificar una tesela forestal arbolada como agrícola.
- La Exactitud del Productor (EP) es la probabilidad de que un elemente escogido aleatoriamente, y perteneciente a una clase esté correctamente asignado a una unidad cartográfica. Las filas i y j representan los niveles de fotointerpretación utilizados para la construcción de la matriz:
- Fiabilidad global o porcentaje correcta (Fm): se trata de una de las medidas más utilizadas de la matriz. El porcentaje correcto, nos informa de la proporción correctamente clasificada de la imagen en la matriz. Este porcentaje se calcula a partir del sumatorio de la diagonal principal, dividido por el número total de teselas clasificadas que aparecen en la columna suma. Nos informa del grado de proximidad al nivel máximo de acierto de la metodología utilizada.

- Fiabilidad real (Fr): a partir de la teoría de muestreo se pueden calcular los límites inferior y superior en los que se encontraría la clasificación, una vez conocido el valor estimado. Este intervalo se calcula para un determinado nivel de significación (α), a partir del error de muestreo (ES) y del nivel de probabilidad (1- α).

5. Resultados

En el Distrito VII de Galicia, se tiene en total, 529 puntos de muestreo divididos entre los 9 municipios del mismo. Se muestra un ejemplo de la Matriz de Confusión para el municipio de Baleira y los resultados para los restantes municipios.

Ahora se mostrarán los resultados obtenidos:

Tabla 1: matriz de confusión para el municipio de Baleira

ORTOFOTOGRAFÍA 2003		ALGORITMO POSTGIS								
		P	**P+F**	**F+P**	**F**	**M**	**SUMA**	**EO**	**RP %**	**EO %**
	P	**9**	**1**				**10**	**1**	**10**	**90**
	P+F	**1**	**3**				**4**	**1**	**25**	**96**
	F+P			**7**	**2**		**9**	**2**	**22,22**	**95,5**
	F			**1**	**36**		**37**	**1**	**2,7**	**63**
	M					**4**	**4**	**0**	**0**	**100**
	SUMA	**10**	**4**	**8**	**38**	**4**	**64**			
	EC	**1**	**1**	**1**	**2**	**0**				
	RU %	**10**	**25**	**12,5**	**5,26**	**0**				
	EU %	**90**	**96**	**92**	**81**	**100**				

Total Aciertos	59	P% aciertos	92,19
Total Errores	5	Q% errores	7,81
Fm	92,19	ES	0,03
		Fr	92,25

En el municipio de Baleira se realizaron un total de 64 puntos de muestreo. En la validación del algoritmo realizado se cometieron 5 errores.

La exactitud del Usuario está entorno al 90%, así como la Exactitud del productor, pero en este caso, validando la masa vegetal de Frondosas, esta última es del 63%. La fiabilidad global y real son del 92%.

En el municipio de Baralla se realizaron un total de 44 puntos de muestreo con un total de 10 errores.

La Exactitud del usuario está entorno al 90%, así como la Exactitud del Productor entorno al 98%. La fiabilidad global y real son del 77%.

En el municipio de Becerreá se realizaron un total de 59 puntos de muestreo en el que la validación del algoritmo comete 4 errores.

La exactitud de Usuario está entorno al 90%, validando la masa vegetal de Frondosas, esta última es del 70%. La exactitud del productor está entorno al 93%, pero en este caso, validando la masa vegetal de Frondosas, esta última es del 70%. La fiabilidad global y real son del 93%.

En el municipio de Cervantes se realizaron 80 puntos de muestreo, en los cuales se cometieron 12 errores:

La Exactitud del Usuario está entorno al 90%, así como la Exactitud del Productor, pero en este caso, validando la masa vegetal de Frondosas, esta última es del 75%. La fiabilidad global y real son del 85%.

En A Fonsagrada se realizaron un total de 180 puntos de muestreo, los cuales se dieron un total de fallos del 6,1%, es decir, se cometieron 11 errores en la validación del algoritmo:

La Exactitud de Usuario está entorno al 90%, así como la Exactitud del Productor. La fiabilidad global y real son del 93%.

En el municipio de Navia de Suarna se llevaron a cabo 46 puntos de muestreo, en los cuales se cometieron 7 fallos.

La exactitud de Usuario está entorno al 90%, así como la Exactitud del Productor. La fiabilidad global y real son del 85%.

En Negueira de Muñiz se cometieron un total de tres errores, de los 20 puntos de muestreo realizados en este municipio:

La Exactitud de Usuario está entorno al 95%, así como la Exactitud del Productor. La Fiabilidad global y real son del 85%.

Se realizaron un total de 27 puntos de muestreo en el municipio de As Nogais, con un total de tres errores cometidos en la validación del algoritmo.

La Exactitud de Usuario está entorno al 90%, así como la Exactitud del Productor. La Fiabilidad global y real son del 89%.

En Pedrafita do Cebreiro, se cometieó un error de los 9 puntos de muestreo que se tienen en el total del municipio. Está producido porque el algoritmo lo representa como *Pinus spp* más Frondosas, cuando en la ortofotografía la tesela está representado con *Pinus spp.* únicamente. La Exactitud de Usuario está entorno al 99%, así como la Exactitud del Productor. La Fiabilidad global y real son del 89%.

6. Conclusiones

La mejora que se da en los últimos años en los equipos informáticos con la progresiva evolución de programas específicos de cartografía, hacen posible el empleo de SIG en el ámbito empresarial así como en gabinetes dedicados a la obtención automatizada de cartografía sobre papel y digital.

El problema que se presenta es la falta de información de calidad suficiente para su posterior procesado, planificación y gestión, que puede afectar a los sectores a estudiar, obteniendo una pérdida de atributos.

Los usos de suelo constituyen una variable clave en multitud de disciplinas. En el caso de planificación territorial, los usos del suelo son una de las variables de mayor importancia para la delimitación de las unidades de síntesis de las categorías de ordenación, expresión simplificada del modelo territorial objetivo.

Empleando la metodología propuesta, en el caso de ejemplo explicado, podemos llegar a un nivel de detalle muy bueno, lo que nos permite trasladar completamente la información del mapa tipológico, en este caso el MFE, al mapa topológicamente más preciso, en este caso el SIGPAC.

Una de las ventajas de esta metodología es la capacidad de analizar volúmenes de datos mucho mayores en tiempos muy inferiores. El tratamiento de áreas muy extensas (e.g., una Comunidad Autónoma) se puede hacer en tiempos relativamente cortos, del rango de horas. Ventajas no tan evidentes, pero tanto o más importantes, es que la metodología completa descansa en estándares aceptados internacionalmente, como el Simple Access Feature del Open Geospatial Consotium. Este hecho hace que sea fácilmente trasladable a otros sistemas de BB.DD. que cumplan con la norma, como Oracle Geospatial, lo que la convierte de facto en independiente del proveedor de BB.DD. empleado, siendo mucho más extenso su ámbito de aplicación, ya que los estándares del OGC están diseñados de cara a su interoperabilidad y son adoptados como norma por multitud de estados, como es el caso de la Unión Europea.

A pesar de estas ventajas, también puede presentar una serie de inconvenientes, que son la mayor complejidad técnica, la necesidad de formación específica por parte de los usuarios de BB.DD., lenguaje SQL y transformaciones espaciales.

El esfuerzo hecho en la adaptación de los algoritmos aplicados a las diferentes BB.DD. y la utilización de PostgreSQL permite la calidad de los resultados que utilizandoun proceso manual con un SIG de escritorio, tanto en lo referente a la definición topológica, sin pérdida de calidad, como en la rapidez de obtención de los mismos y la posibilidad de aplicación en grandes áreas sin necesidad de procesos complejos de programación. Esta metodología aquí desarrollada constituye un hito importante que no solamente da respuesta a los objetivos expuestos, si no que va a permitir en futuros trabajos, su aplicación en ámbitos territoriales mayores o con BB.DD. actualizadas en el tiempo, como será el caso de la utilización del MFE 4, cuya publicación se producirá en fechas próximas.

La calidad de los resultados obtenidos quedó contrastada en el proceso de validación, de hecho, se puede afirmar que obtener una nueva cartografía por el proceso tradicional, desde la obtención de fotografías aéreas con vuelos (Santamaría, J, Sanz, T., 2000) supondría un coste prohibitivo para muchos trabajos o equipos de investigación. El desarrollo metodológico aportado en este trabajo una vez validado con buenos resultados, puede aportar una solución de muy inferior coste y de relativa inmediatez.

7. Referencias

Álvarez López, C. J., Riveiro Valiño, J. A., Marey Pérez, M. F., 2008: Typology, classification and charactterization of farms for agricultural production planning. Spanish Journal of Agricultural Research 2008 6(1), 125-136.

Castilla, G., Larkin K., Linke, J., Hay, G., 2009: The impact of thematic resolution on the patch-mosai model of natural landscapes. Landscape Ecol 24, 15-23.

Díaz, E. 2008: Apuntes de la asignatura Tenencia de la Tierra y Gestión del Territorio. USC.

Forman, 1995: Land mosaics: the ecology of Landscapes an regions. Cambridge University Press, Cambridge.

García, D. 2008: El concepto de escala y su importancia en el análisis espacial. En: Fernando T. Maestre, Adrián Escudero, Andreu Bonet (Editores): Introducción al análisis espacial de datos en ecología y ciencias ambientales: métodos y aplicaciones. Universidad Rey Juan Carlos, Madrid. Pp. 35-73.

Gergel, S., 2007: New Directions in Landscape Pattern Analysis and Linkages with Remote Sensing. Chapter 7 in Understanding Forest Disturbance an Spatial Pattern: Remote Sensing and GIS Approaches. M. A. Wulder and S.E. Frnaklin (Eds.) Taylor & Francis Group, boca Raton, Fl. Pp 173-208.

Jelinski, D., Wu, J., 1996: the modifualble areal unit problem and implications for landscape ecology. Landscape Ecology vol 11 no. 3 pp 129-140.

Linke, J., McDermid G., Pape a., McLane A., Laskin D., Hall-Beyer M., Franklin S., 2008: The influence of patch-delineation mismatches on multi-temporal landscape pattern analysis. Lanscape Ecology, 24, 157-170.

Marceau, D. J., 1999: The scale issue in social and natural sciences. Canadian Journal of Remote Sens, vol 25. no. 4, 347-356.

Marceau. D. J., Hay, G. J., 1999: Remote sensing contributions to th escale issue. Canadian Journal of Remote Sens, vol 25, no.4, 357-366.

Marey, M. F., 2003: Tenencia de la tierra en Galicia: modelo para la caracterización de los propietarios forestales. Tesis doctoral, Universidade de Santiago de Compostela.

McGarigal, Cushman, 2005: The gradient concept of landscape structure. In Wiens J, Moss M (eds) Issues and perspectives in landscape ecology. Cambridge University Press, UK, pp 112-119.

Mohammadi, H. Binns, A. Rajabifard, A. Williamson I.P. 2005, Spatial Data Integration Centre for Spatial Data Infrastructures and Land Administration Department of Geomatics University of Melbourne

Nativi S.,Caron J.,Domenico B.,Bigagli L.. 2008. Unidata's Common Data Model mapping to the ISO 19123 Data Model. Earth Sci Inform 1:59-78.

Riveiro Valiño, J. A., Álvarez López, C.J., Marey Pérez, M. F. 2009: The use of discriminant nalysis to validate a methodology for classifying farms based on a combinatorial algorithm. Computers and Electronics In Agriculture 66, 113-120.

Rutchey, K., Godin, J., 2009: Determining an aprópiate minimum zapping unit in vegetation zapping for ecosistema restoration: a case study from the Everglades, USA. Landscape Ecology 24, 1351-1362.

Santamaría, J, Sanz, T., 2000: Apuntes de fotogrametría, Universidad de la Rioja.

Saura, S, 2001: Effects of minimum zapping unito n land cover data spatial configuration and composition. Int, J. Remote Sensing, Taylor & Francis Group, vol 23, no. 22, 4853-4880.

Serra, P., Moré G., Pons, X. 2007: consecuencias en la cartografía de cultivos mediterráneos de la combinación de datos ráster-vector: enriquecimiento de una base SIGPAC a través de teledetección. Uned. Espacio, Tiempo y Forma, Serie VI, Nueva Época. Geografía, nº1.

Turner, M., Gardner, R., O'neill, R., 2001: Lanscape ecology in theory and practice: pattern and process. Springer Science + Businnes Media Inc. USA.

Wascher, D. 2004: Landscape indicador development. Steps towards an European Approach. Jongman, R.H.G. "The new dimensions of the European landscape" Ed.: Springer, Berlin.

Xiangyun X., Gartner, G., Wang, G., Anderson, A. 2005: Optimal sampling scheme for estimation landscape mapping of vegetation cover. Landscape Ecology, vol 20. no. 4. 375-387.

Correspondencia (Para más información contacte con): Manuel Fco. Marey Pérez

Secretaría VIX Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos.

Phone: +0034 982823248

Fax: + 0034 982 285926

E-mail : manuel.marey@usc.es

URL : http://www.usc.es