

Innovación en Cartografía y Fotointerpretación digital: retos y resultados

Serra, P.¹; Zabala, A.¹; Pesquer, L.²; Pons, X.^{1,2}

¹ Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Barcelona, 08193, Cerdanyola del Vallès.

² Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF), 08193, Cerdanyola del Vallès

Resumen

En los últimos años la Cartografía ha experimentado profundos cambios gracias al uso de la informática. Actualmente, los procesos cartográficos pueden realizarse con ordenadores pero su incorporación a las aulas universitarias ha sido muy dispar debido a los elevados costes o a la falta de formación específica del profesorado. “Cartografía y Fotointerpretación” es una asignatura obligatoria de primer ciclo que se imparte en las licenciaturas de Geografía y de Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de Barcelona. Dentro de los principales retos de la asignatura fruto de los cambios tecnológicos comentados o a consecuencia del proceso de convergencia al EEES, la transformación de las prácticas en formato analógico (en papel) a formato digital (con ordenador) aparece como uno de los requisitos de obligado cumplimiento.

El proyecto de innovación presentado tiene como objetivo profundizar en esta transformación y se basa en los siguientes bloques:

1. Uso de un programa informático gratuito, MiraMon, muy útil por los siguientes motivos: es un programa de prestaciones totalmente profesionales pero gratuito para el alumnado; es un de fácil manejo; y es capaz de leer un elevado número de formatos.
2. Las prácticas se realizan en las aulas con recursos informáticos, con un doble objetivo: captación desde Internet del material digital necesario y almacenamiento de los resultados en una carpeta de acceso exclusivo para el alumno.
3. Espacio de consulta y atención al alumno. En el Campus Virtual, los alumnos tienen acceso al material didáctico y pueden consultar cualquier duda directamente con el profesor.

Los resultados han sido, hasta la fecha, muy positivos, produciéndose, además, un estimable ahorro de papel.

1. Introducción

El uso de los mapas ha sido históricamente una de las herramientas principales del análisis territorial y, por ello, de especial interés en el campo de la Geografía. Por otro lado, en los últimos años, la Cartografía, del mismo modo que otras disciplinas universitarias, ha experimentado profundos cambios gracias a la contribución de la informática (Rodríguez, 1999). Así, los mapas han dejado de ser láminas de papel con información territorial seleccionada, convirtiéndose en imágenes conectadas a bases de datos. En consecuencia, actualmente, los procesos cartográficos pueden realizarse con ordenadores gracias a la disponibilidad de programas informáticos, pero en la práctica su incorporación a las aulas universitarias ha sido muy dispar debido a los elevados costes o a la falta de formación específica del profesorado, entre otras razones (Menor y Frolova, 2005; Álvarez, 2002).

“Cartografía y Fotointerpretación” es una asignatura obligatoria de primer ciclo que se imparte en las licenciaturas de Geografía y de Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de Barcelona. Dentro de los principales retos de la asignatura, fruto de los cambios tecnológicos comentados (que incluye las nuevas tecnologías de la información y comunicación, TIC) o a consecuencia del proceso de convergencia al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), la transformación de las prácticas realizadas en formato analógico (en papel) a formato digital (con ordenador) aparece como uno de los requisitos de obligado cumplimiento. En este trabajo se presentarán los resultados obtenidos en el proceso de transformación de las clases prácticas y del trabajo de curso en formato analógico al digital de la citada asignatura, en el transcurso de los cursos 2005-2006 y 2006-2007 en la licenciatura de Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de Barcelona.

“Cartografía y fotointerpretación”, correspondiente al primer curso 2005-2006 y 2006-2007 (segundo semestre) de la licenciatura en Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de Barcelona, consta de 4,5 horas semanales presenciales, de ellas 2 teóricas y 2,5 prácticas. El horario de las clases teóricas es de tardes, dos horas seguidas, y el de las clases prácticas de mañanas, dos horas y media continuadas. En el curso 2005-2006 había 64 alumnos matriculados y en el 2006-2007 62 alumnos, que fueron divididos en tres grupos de prácticas (unos 20 alumnos por aula). El trabajo realizado, por tanto, es individual y al final cada sesión es almacenado en el servidor.

La evaluación de la asignatura se realiza a través de las prácticas realizadas por el alumno y almacenadas en su correspondiente carpeta, excepto la práctica 4 y el trabajo de curso que se evalúa a través de su impresión en papel.

2. Objetivos

Los objetivos de la transformación comentada son los siguientes:

- a. Desarrollar la capacidad de fotointerpretación de los alumnos a través de diferentes productos digitales y escalas. Esta capacidad debe permitir a los alumnos analizar las problemáticas territoriales y ambientales en su futuro profesional desde un punto de vista cartográfico.
- b. Introducir el conocimiento y uso de la cartografía digital como herramienta imprescindible en el análisis territorial y ambiental actual.

Las competencias a desarrollar en el transcurso del curso son:

1. Conocimiento del programa cartográfico MiraMon.
2. Visualización digital en modelo ráster de imágenes digitales de distintos formatos (JPG, BMP, IMG, etc.).
3. Fotointerpretación en pantalla de los usos y cubiertas del suelo a través de mapas topográficos, fotografías aéreas en blanco y negro y en color, a distintas escalas. Análisis de las leyendas más adecuadas.
4. Georeferenciación de imágenes ráster.
5. Digitalización vectorial en pantalla y estructuración topológica.
6. Aplicación del diseño cartográfico en los mapas finales.

3. Metodología

El método didáctico desarrollado consiste, principalmente, en el modelo práctico o aprendizaje por descubrimiento (Calaf, Menéndez y Suárez, 1997). A través del material usado el alumno debe comparar y encontrar la información adecuada para obtener el objetivo final. Las prácticas incluyen aspectos fundamentales como la relación escalar, la selección y clasificación de la información y, por tanto, la lectura y la interpretación de los datos cartográficos. Dentro de este marco, se considera que el profesor es el guía que facilita la construcción del aprendizaje (González, 2002). Tras un planteamiento de cada práctica, el profesor explicita los aspectos teóricos así como los métodos a desarrollar para que, posteriormente, a través del material previamente preparado, los alumnos las realicen.

El proyecto de innovación, que en este trabajo se sintetiza, tiene como objetivo profundizar en la transformación de las prácticas y del trabajo de la asignatura, basándose en los siguientes bloques:

1. Uso del programa MiraMon (MM), desarrollado des del Centro de Investigación Ecológica y Aplicaciones Forestales (CREAF) (Pons, 2006). MM es muy útil por los siguientes motivos: es un programa de prestaciones totalmente profesionales pero gratuito para el alumnado de las universidades catalanas gracias al apoyo financiero del DURSI (Masó, 2005), es de fácil manejo y es capaz de leer un elevado número de modelos ráster y vectorial. MiraMon es el *software* usado en la asignatura de “Sistemas de Información Geográfica” de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED (Santos, 2006). Actualmente, toda la cartografía del Instituto Cartográfico de Catalunya (ICC) se encuentra en formato MiraMon, hecho que permite leer directamente toda la cartografía digital que aparece en su página web (<http://www.icc.es>): ortofotomapas, topográficos 1:5 000, 1:10 000, etc.
2. Las prácticas se realizan en las aulas con recursos informáticos, con un doble objetivo: captación desde Internet y/o desde el servidor de las aulas del material digital necesario y almacenamiento de los resultados en una carpeta de acceso exclusivo para el alumno.
3. Espacio de consulta y atención al alumno. A través de la herramienta “Campus Virtual”, los alumnos tienen acceso al material didáctico y pueden consultar cualquier duda directamente con el profesor. El Campus Virtual es una plataforma docente de la Universidad Autónoma de Barcelona accesible a través de Internet

pensada para dar soporte al modelo de enseñanza bimodal (*blended learning* en inglés). Se ofrece tanto en asignaturas impartidas presencialmente, como en asignaturas intercampus o en asignaturas impartidas a través de la red (Yabar, 2005).

La figura 1 detalla los pasos aplicados en cada una de las clases así como las herramientas utilizadas. Este esquema de trabajo permite monitorizar la actividad de los alumnos eficientemente.

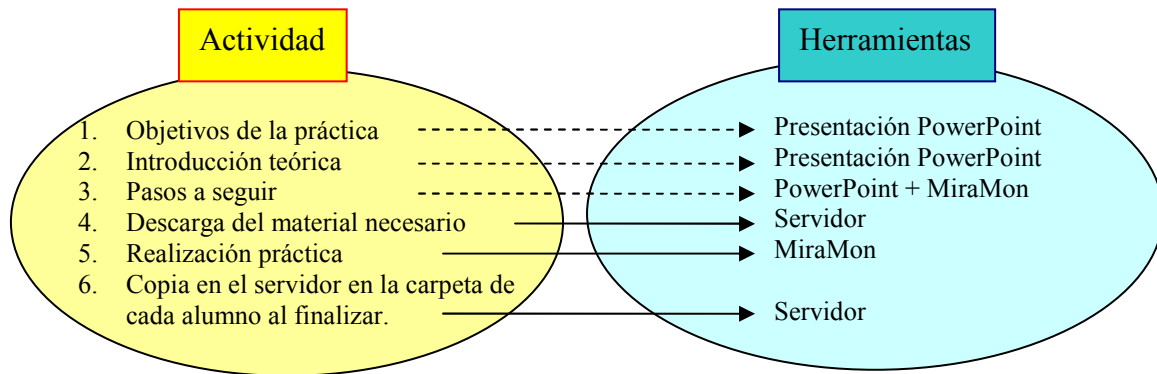


Figura 1: Esquema de trabajo de las clases prácticas. Las flechas discontinuas son las actividades correspondientes al profesor, mientras que las continuas corresponden al trabajo de los alumnos.

A continuación se sintetiza la metodología así como los pasos pormenorizados. El desarrollo de las prácticas sigue un proceso ascendente de dificultad por lo que la presencia en la mayoría de las clases es obligatoria. Al final del curso los alumnos adquieren un suficiente grado de autonomía que les permite realizar el trabajo de curso en casa. Un aspecto fundamental del aumento de dificultad es que inicialmente la digitalización se realiza sobre rásteres no georeferenciados hasta la 4 práctica donde se realiza una georeferenciación. Tal como se ha detallado anteriormente, los grupos de prácticas se componen de unos 20 alumnos, ya que se considera que es el número máximo adecuado para el buen desarrollo docente en las aulas informáticas.

3.1. Primer día de prácticas (introducción)

El primer día de clase sirve para introducir el programa MiraMon en general. Los alumnos se familiarizan con los conceptos propios de la cartografía digital, diferenciando, por ejemplo, los modelos ráster de los vectoriales o visualizando cartografía disponible en Internet. Especial énfasis se aplica en la visualización del material de las páginas web del Departamento de Medio Ambiente y Vivienda de la Generalitat de Cataluña y del Instituto Cartográfico de Cataluña. Toda la cartografía se encuentra en formato MiraMon (formato mapa comprimido MMZ) que garantiza una correcta transferencia de datos y de su visualización, así como el aprovechamiento de los metadatos y la simbolización preparada por las respectivas instituciones. Precisamente éste último punto puede servir a la vez de ejemplo y de material de partida para proponer otras posibilidades de expresión cartográfica.

3.2. Segundo y tercer día de prácticas (práctica 1)

En el segundo día de clase se introduce el módulo de digitalización de MiraMon en particular (ver figura 1). En el apartado teórico se introducen los elementos que se incluyen en los fotogramas (altura de vuelo, escala aproximada, etc.) así como la diferenciación entre los diversos agentes que intervienen en la formación de fotografías aéreas (productor, etc.). Todos estos conceptos se detallan con una presentación PowerPoint. Respecto a los materiales empleados se incorporan dos imágenes ráster de diferente escala y origen.

Práctica 1: introducción a la fotointerpretación y digitalización

Objetivos:

- Introducción a la digitalización con el programa MM.
- Comparación mapa topográfico versus fotografía aérea. Cartografía de base.
- Análisis temporal y simbología.
- Digitalización de líneas en rásteres no georeferenciados.

Conceptos:

- Agentes que intervienen en la formación de fotografías aéreas.
- Elementos de un fotograma.

Materiales:

- Iniciación al análisis visual: comparación fotografía aérea 1:30 000 de 1984 con un fragmento de mapa topográfico 1:50 000 del Instituto Cartográfico de Cataluña.

Figura 1. Métodos y materiales de la práctica 1.

En el tercer día de prácticas se repasan los conceptos introducidos el día anterior y se realiza el seguimiento individual de los alumnos. Al término de ambas sesiones, el alumno realiza una copia del material digitalizado en su carpeta del servidor.

3.3. Cuarto y quinto día de prácticas (práctica 2)

En la cuarta y quinta sesión se incide en el proceso de digitalización con MiraMon a través de líneas y puntos así como en el análisis espacial a diferentes escalas. El objetivo principal de esta práctica consiste en el reconocimiento de los gráficos de vuelo y de recubrimiento del área de estudio, aspectos que permiten comprender la visión estereoscópica (o visión en relieve) de pares de fotogramas (figura 2).

3.5. Sexto y séptimo día de prácticas (práctica 3)

El objetivo del quinto día de prácticas consiste en la revisión de los conceptos correspondientes a las proyecciones cartográficas analizados en las clases teóricas (figura 3). Este apartado es de gran importancia para comprender el trabajo con datos georeferenciados que permitirán la superposición, combinación, etc., con otros datos. El objetivo básico consiste en el conocimiento de las propiedades de diversos tipos de proyecciones cartográficas a través del cálculo de las superficies y distancias (Pesquer *et al.*, 2005).

Práctica 2: introducción a la fotointerpretación y digitalización

Objetivos:

- Digitalización con el programa MM.
- Comparación mapa topográfico versus fotografía aérea. Cartografía de base. Análisis espacial (diferentes escalas), temporal (diferentes años) y de simbolización.
- Digitalización de líneas y puntos en rásters no georeferenciados.

Conceptos:

- Gráfico de vuelo y estereoscopía.
- Simbología cartografía topográfica 1:10 000.

Materiales:

- Fotografías aéreas 1:5 000 de la Área Metropolitana de Barcelona de 1992 con un fragmento de mapa topográfico 1:10 000 del Instituto Cartográfico de Cataluña.

Figura 2. Síntesis de los objetivos y materiales de la práctica 2.

Práctica 3: proyecciones cartográficas

Objetivos:

- Repaso al concepto de proyección
- Comparación de distintas proyecciones y de sus propiedades.

Conceptos:

- Proyección
- Conformidad, equidistancia y equivalencia

Materiales:

- Mapa mundi vectorial con longitudes y latitudes
- Mapa vectorial de puntos con las ciudades principales del mundo
- Dos cuadrados digitalizados sobre Groenlandia y Sudáfrica.

Figura 3. Síntesis de los objetivos y materiales de la práctica 3.

3.6. Seis últimas sesiones de prácticas (práctica 4)

El objetivo de la última práctica incluye la fotointerpretación y digitalización final, donde el alumno debe demostrar un grado de autonomía en ascenso. El objetivo de la primera parte es la georeferenciación de una fotografía aérea para que el alumno se familiarice con los conceptos propios de las correcciones geométricas: puntos de control, *Root Mean Squared Error* (RMS) y un modelo digital de elevaciones. Para ello también se introduce el concepto de escala en las fotografías aéreas así como las distorsiones provocadas por la plataforma del avión (figura 4).

Práctica 4: fotointerpretación y digitalización final

Objetivos:

- Introducción a la georeferenciación.
- Delimitación de los usos del suelo
- Estructuración topológica
- Cuantificación de superficies
- Aplicación del diseño cartográfico: equilibrio y jerarquía.

Conceptos:

- La escala de las fotografías aéreas
- Distorsiones a causa de la posición del avión
- Puntos de control y RMS

Materiales:

- Fotograma a escala 1:22 000 en blanco y negro
- Modelo digital de elevaciones
- Ortofotomapas 1:5 000 en color del ICC (fuente: www.icc.es)

Figura 4. Síntesis de la práctica 4.

3.7. Trabajo de curso

Finalmente, se presenta el apartado correspondiente al trabajo de curso. En anteriores ediciones el trabajo se realizaba en formato analógico, con las consiguientes carencias en el cálculo, por ejemplo, de las superficies. El objetivo del trabajo de curso es la fotointerpretación de ortofotomapas de Cataluña a escalas detalladas (a escala 1:5 000) disponibles en el servidor del Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC). Los alumnos deben elegir un área de estudio cuadrada de 1,25 km * 1,25 km alrededor de su domicilio. El requisito imprescindible es que conozcan los usos del suelo que se desarrollan en su entorno, con un doble objetivo: que les facilite la fotointerpretación al ser un espacio conocido y que, en caso de duda, puedan visitarlo.

El trabajo consta de dos partes: la primera consiste en la presentación del área de estudio propuesta y la segunda en el trabajo en sí, realizado simultáneamente a la tercera práctica. En el apartado siguiente se detallarán los pasos realizados.

4. Descripción de la experiencia

La transformación de la asignatura ha comportado cambios en el espacio físico donde se desarrollan las prácticas así como en el material de soporte. Anteriormente, las prácticas se realizaban en un aula con unas mesas más amplias, con el objetivo de permitir desplegar mapas de un tamaño superior a DINA4. Actualmente, las prácticas se realizan en un aula con recursos informáticos donde el espacio se limita al ordenador. En consecuencia, los mapas no se despliegan físicamente en una mesa sino que se visualizan en pantalla en formato digital.

4.1. Práctica 1

La primera práctica consiste en los siguientes pasos: en primer lugar la digitalización del ámbito del fotograma a escala 1:30 000 en blanco y negro sobre el mapa topográfico 1:50 000 en color del Instituto Cartográfico de Cataluña (figura 5). Este ejercicio permite observar como están representados los elementos geográficos observables en la fotografía aérea en el mapa topográfico y, por tanto, se interioriza el diseño cartográfico aplicado a través de la simbología puntual o lineal (leyenda).



Figura 5. Fragmento ejemplo de digitalización (en rojo).

En segundo lugar se remarcan los límites municipales en el mapa topográfico, actividad que permite observar la simbología usada y los problemas que ocurren con la representación de otros elementos lineales como carreteras, etc. (figura 6). El programa permite visualizar los límites digitalizados en diversos colores y grosores.



Figura 6. Fragmento ejemplo de digitalización (línea vertical en rojo).

Finalmente, se realiza la última parte de la práctica que comporta un incremento de la dificultad ya que el objetivo es señalar los límites municipales del topográfico en la fotografía aérea (figura 7). Esta actividad permite observar los accidentes y demás elementos geográficos que sirven como fronteras naturales (cursos fluviales, límites de parcelas agrícolas, carreteras, entre otros).

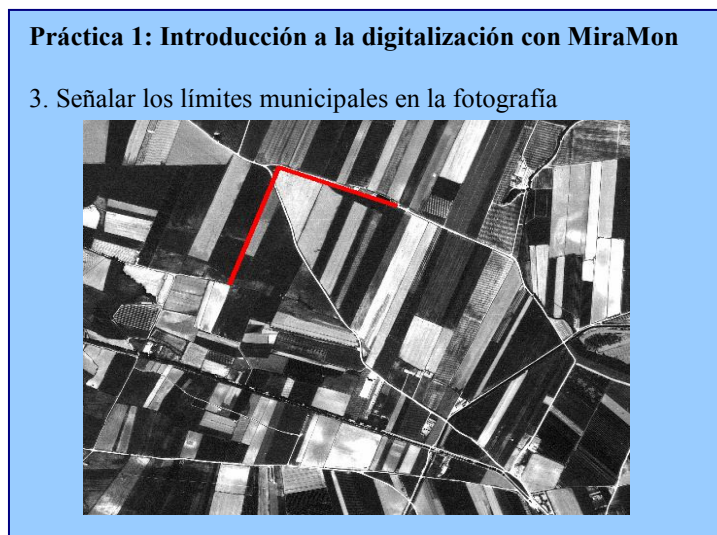


Figura 7. Fragmento ejemplo de digitalización (en rojo).

4.2. Práctica 2

La segunda práctica consiste en los siguientes pasos: en primer lugar la localización de los centros de diversos fotogramas en blanco y negro a escala 1:5 000 sobre el mapa topográfico 1:10 000 del Instituto Cartográfico de Cataluña (figura 8). Este ejercicio permite representar, conjuntamente con el punto central (por tanto se digitalizan puntos) y el ámbito que ocupan los fotogramas (por tanto se digitalizan líneas), sobre el mapa topográfico un gráfico de vuelo. La escala de trabajo de los fotogramas es mayor que en el ejercicio anterior, aspecto que mejora el conocimiento de los alumnos sobre el diseño cartográfico a diferentes escalas.



Figura 8. Ejemplo de digitalización de un punto sobre un topográfico 1:10 000 (izquierda) correspondiente al centro del fotograma 390 (derecha)

La segunda parte de la práctica consiste en la delimitación del ámbito de cada uno de los fotogramas 1:5 000 sobre el mapa topográfico 1:10 000, obteniéndose el gráfico de vuelo (figura 9).

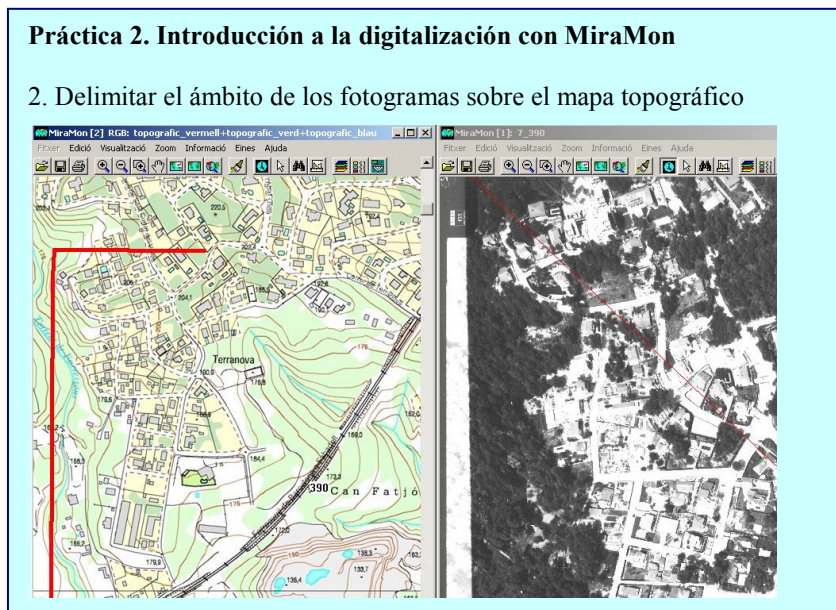


Figura 9. Ejemplo de digitalización del ámbito de un fotograma (derecha) sobre el topográfico 1:10 000.

4.3. Práctica 3

Como se ha detallado anteriormente, el objetivo de esta práctica consiste en la conversión del mapamundi a diversas proyecciones analizando las implicaciones en la forma de los países, sus superficies, así como en las distancias sobre el planisferio. Para ello la práctica consta de un mapamundi con coordenadas geográficas de latitud y longitud, dos cuadrados digitalizados sobre Groenlandia y Sudáfrica y un mapa de puntos (localizados en longitud y latitud) con el nombre de las ciudades principales del mundo. Los cuadrados permiten visualizar los cambios en la superficie y en la forma con los cambios de proyección (figura 10). MiraMon cuantifica tanto el área real (cálculo según el elipsoide) como el área de la proyección (que en función de las propiedades que posea presentará mayores o menores diferencias con el área real).

Finalmente, la última parte de la práctica consiste en el cálculo de las distancias entre determinadas ciudades, situadas en paralelos o meridianos parecidos o no con el objetivo de observar las discrepancias con las distancias reales (figura 11).

Práctica 3. Proyecciones cartográficas

Comparación entre el área de la proyección y del elipsoide y constatación del grado de cumplimiento de la conformidad

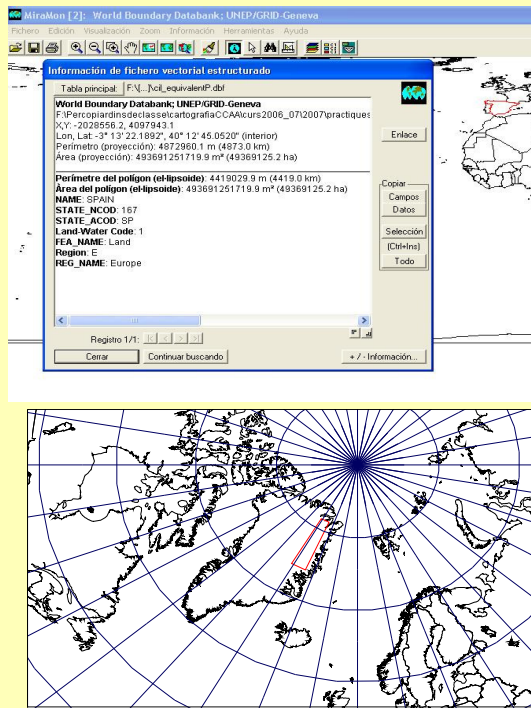


Figura 10. Síntesis de la práctica 3.

Práctica 3. Proyecciones cartográficas

Cálculo de las distancias entre diversas ciudades para la constatación del grado de cumplimiento de la equidistancia a través de la comparación entre la distancia real y la proyectada.

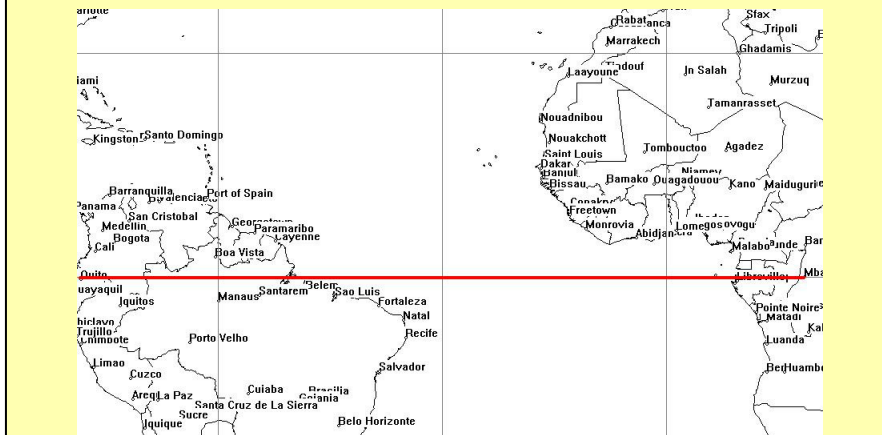


Figura 11. Ejemplo de cálculo de distancia entre Quito y Mbandaka.

4.4. Práctica 4

La primera sesión de la práctica 4 consiste en la corrección geométrica de una fotografía aérea a escala 1:22 000 en blanco y negro, que incluye el área de estudio.

Para la consecución del objetivo se aplican los puntos de control obtenidos de ortofotomapas 1:5 000 color del Instituto Cartográfico de Cataluña y un modelo digital de elevaciones que nos permite tener en cuenta las altitudes sobre el nivel del mar (figura 12). Una vez aplicados los puntos de control se introduce el concepto de RMS. Otro aspecto significativo de la práctica es el repaso al concepto de proyección UTM.

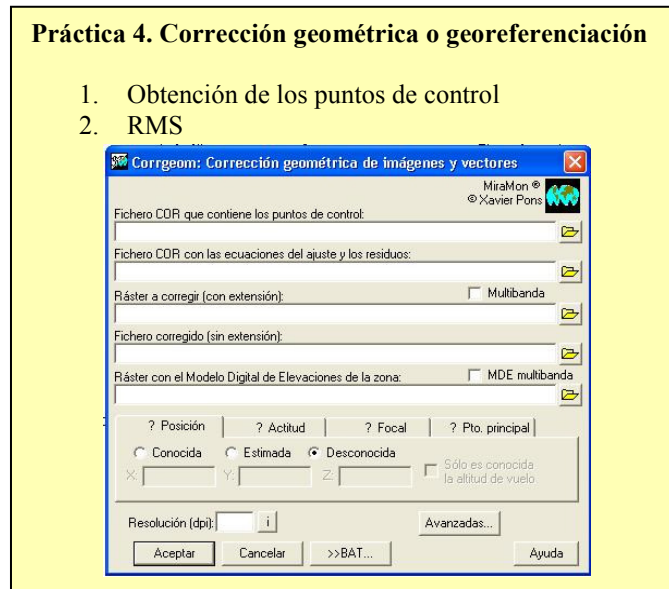


Figura 12. Ventana de MiraMon correspondiente al módulo de corrección geométrica.

Una vez georeferenciada la fotografía aérea, el segundo paso es el establecimiento de la leyenda, o sea, los usos del suelo objeto de fotointerpretación (figura 13). Simultáneamente, se establecen las restricciones adoptadas en el proceso en relación a la superficie mínima a representar o al zoom más adecuado. Una vez fotointerpretado toda el área de estudio, la siguiente fase consiste en la estructuración topológica, paso que permite obtener los polígonos finales así como cuantificar las superficies de los usos del suelo. La estructuración topológica requiere que todas las líneas usadas en la fotointerpretación estén debidamente conectadas y las áreas cerradas. En general este proceso es rápido siempre que se hayan seguido las indicaciones del profesor en las anteriores prácticas (1 y 2). En caso de errores, el programa ayuda a su depuración a través de diversos pasos. Esta fase ocupa tres sesiones, para, finalmente, terminar la práctica en las dos últimas sesiones a través de la impresión de los resultados finales, donde se aplica el diseño cartográfico expuesto en las clases teóricas. Como colofón, se explica el modo de impresión de MiraMon y se entrega la práctica.

Práctica 4. Fotointerpretación final

1. Leyenda
2. Restricciones
3. Superposición o sincronización con otras fuentes
4. Estructuración topológica
5. Cálculo de las superficies
6. Diseño cartográfico: impresión final

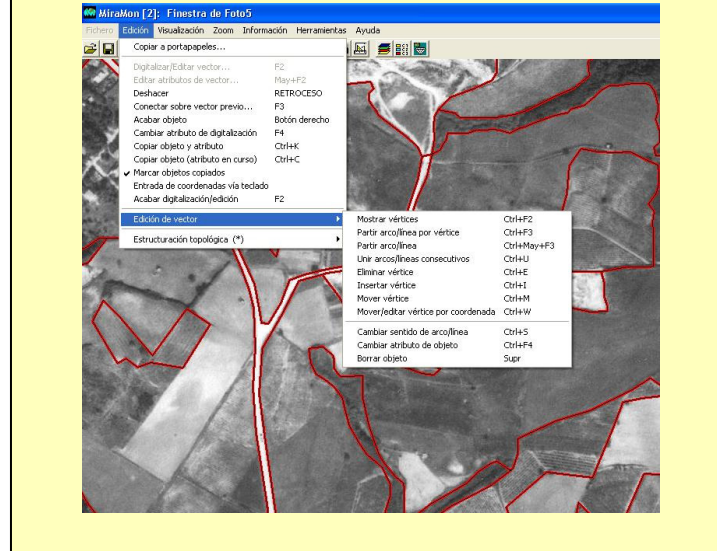


Figura 13. Síntesis de la práctica 4.

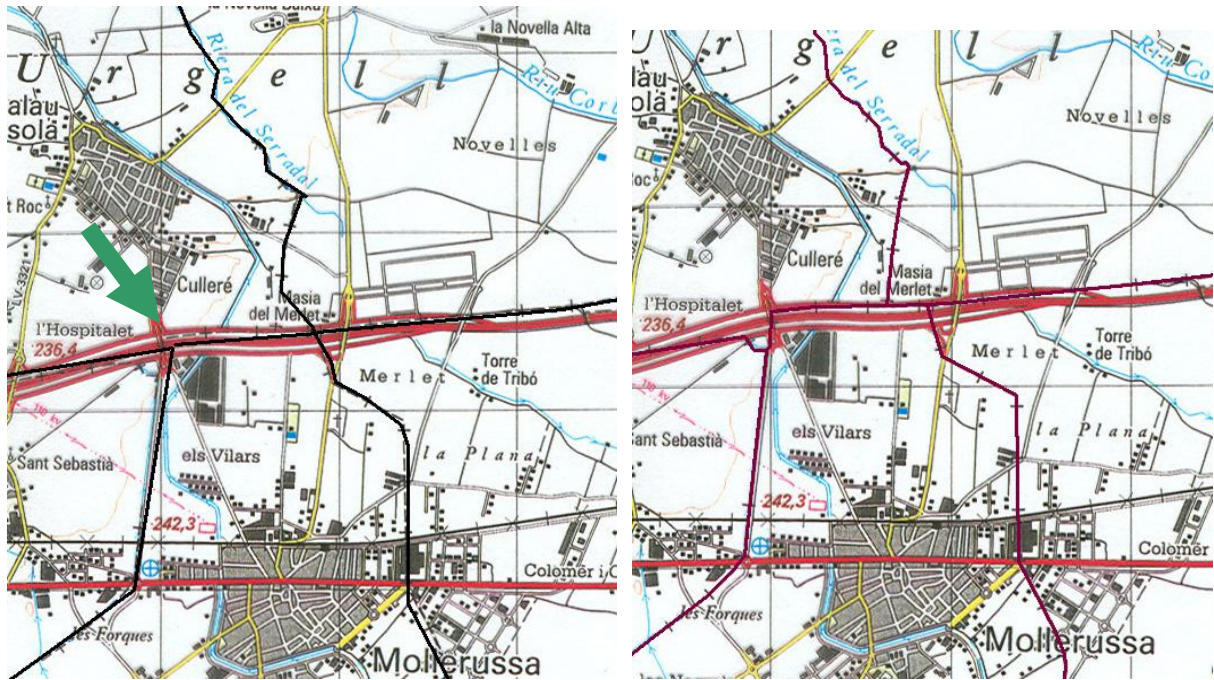
4.5. Trabajo de curso

La propuesta del trabajo de curso consiste en la individualización de las 156 ha de estudio a través de un recorte a escala 1:10 000 y de su ámbito en un topográfico 1:50 000. La propuesta sirve para discutir en clase, individualmente, qué aspectos de la leyenda mejorar y discutir sobre las posibles dudas. A continuación, tal como se ha detallado anteriormente, el alumno aplica los conocimientos adquiridos en la segunda parte de la práctica 4, desde la aplicación de una leyenda hasta su impresión final.

5. Resultados

5.1. Práctica 1

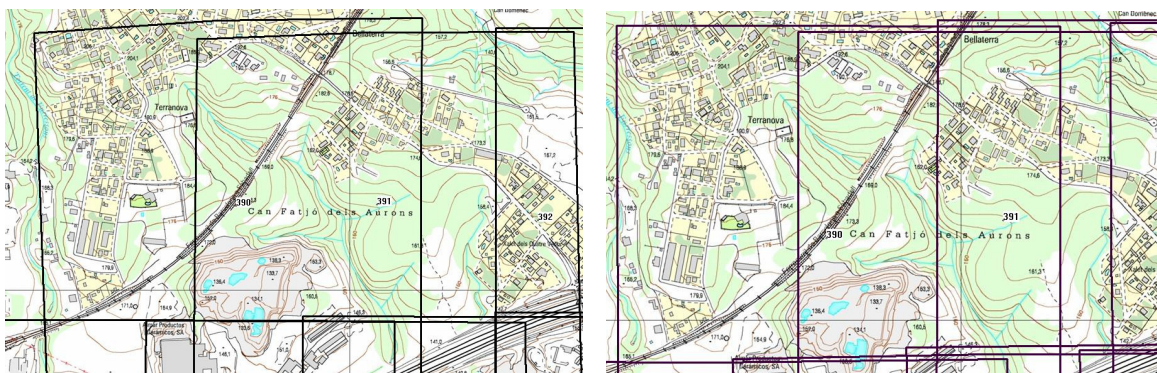
Las figuras 14 y 15 ejemplifican dos resultados presentados por dos alumnos distintos de la práctica 1. Como se observa, en la primera figura los resultados son peores ya que algunas líneas aparecen sin cerrar y, además, el seguimiento de los límites es bastante irregular (la flecha verde muestra una zona claramente problemática). Estos resultados comportaron un seguimiento más específico del alumno o alumna con el objetivo de mejorarlos en las siguientes prácticas.



Figuras 14 (izquierda) y 15 (derecha). Muestran dos resultados dispares: los peores en el ejemplo de la izquierda ya que algunas líneas están sin cerrar (resaltadas con la flecha verde) y los mejores en el ejemplo de la derecha.

5.2. Práctica 2

Las figuras 16 y 17 ilustran los resultados obtenidos por dos alumnos distintos en la práctica 2. La figura 16 (izquierda) muestra resultados peores ya que la fotointerpretación y digitalización del gráfico de vuelo es más irregular que en el caso de la figura 17 (derecha) donde se muestra correctamente.



Figuras 16 (izquierda) y 17 (derecha). Muestran dos resultados distintos: los peores en la izquierda y los mejores en la derecha.

5.3. Práctica 3

El objetivo de la práctica 3 consiste en la presentación de un archivo de una hoja de cálculo con los resultados obtenidos en el cálculo de las áreas y distancias así como de las propiedades de cuatro proyecciones diferentes a través de la metodología anteriormente descrita (figura 18).

Cilíndrica equivalente				
	Área de la proyección (ha)	Área real (ha)	Diferencia área (ha)	Diferencia respecto área real (%)
Superficie				
Cuadrado de Sudáfrica	15270679.2	15270679.2	0.0	100.0
Cuadrado de Groenlandia	13171281.8	13171281.8	0.0	100.0
	Km según proyección	Km reales	Diferencia km	Diferencia respecto distancia real (%)
Distancia				
Distancia Toronto-Tokio	24423.0	10338.9	14084.1	236.2
Distancia Guilo-Mbandaka (alrededor del Ecuador, que es el origen)	10807.0	10807.1	-0.1	100.0
Distancia Odense-Libreville (longitud parecida)	5301.3	6222.5	-921.2	85.2
Propiedad proyección cartográfica	Resumen			
Egualdistante	No			
Conforme	No			
Equivalente	Sí			

Figura 18. Ejemplo de resultado de la práctica 3.

5.4. Práctica 4

La figura 19 es un ejemplo de resultado de la última práctica, la 4. La entrega de esta última práctica, a diferencia de las anteriores, se realiza y se evalúa impresa, de modo que el alumno practica el módulo de impresión de MiraMon así como el diseño cartográfico. Concretamente, se pide al alumno que aplique una gama de colores adecuada para la leyenda, calcule el porcentaje de ocupación de cada uno de los usos del suelo y, en definitiva, finalice con una composición jerárquica y equilibrada.

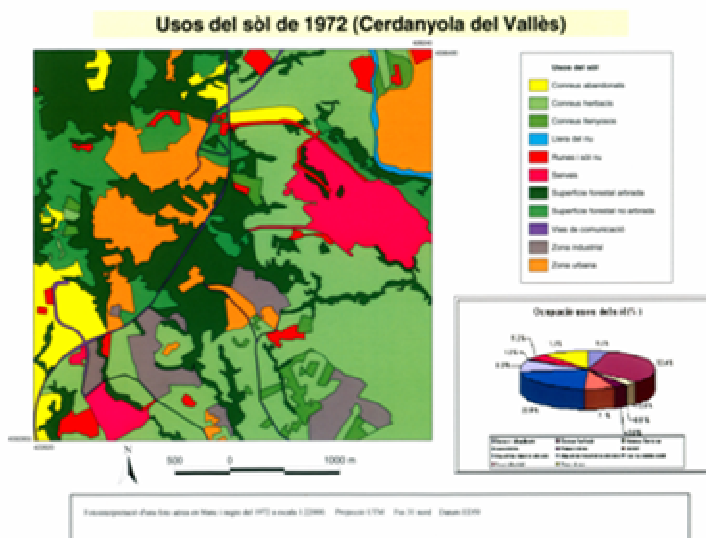


Figura 19. Ejemplo de resultado obtenido en la práctica 4.

5.5. Trabajo de curso

Como se ha detallado anteriormente, el trabajo de curso lo realiza el alumno en su domicilio a través del material obtenido desde el servidor del Instituto Cartográfico de Cataluña (ortofotomapas 1:5 000 color) y con MiraMon, después de presentar una propuesta de fotointerpretación (figura 20). Los resultados, pues, son muy parecidos a los de la práctica 4 ya que presentan los mismos elementos, pero el alumno realiza el trabajo por su cuenta, fotointerpretando en color alrededor de su casa. La repetición de los mismos pasos seguidos en la práctica 4 garantiza el éxito del trabajo.

PROPOSTA DE FOTOINTERPRETACIÓ DE LA POBLACIÓ DE GELIDA



Mapa topográfico de Gelida a escala 1:10000

Font dels mapes: Institut Cartogràfic de Catalunya (www.icc.es)

Figura 20. Ejemplo de propuesta de trabajo de curso.

6. Conclusiones

A través de la metodología detallada, los alumnos adquieren la capacidad de interpretar fotografías aéreas en blanco y negro y en color a diferentes escalas así como los conocimientos y herramientas necesarios para la realización de cartografía. En este sentido, creemos que es de especial interés la práctica 3 (las proyecciones cartográficas) ya que ejercicios de este tipo son difíciles de coordinar por otros medios.

Las ventajas respecto al modelo analógico aplicado en cursos anteriores son diversas: la georeferenciación permite al alumno entender la superposición con otros datos cartográficos y asentar el concepto de proyección, elipsoide y datum. El cálculo de superficies es de gran importancia ya que en el modelo anterior era una estimación bastante aproximada, mientras que con el modelo digital es un cálculo exacto. Otra

ventaja es el diseño cartográfico de amplias posibilidades: cambio de color de las categorías, aplicación de tramas, implantación de figuras o mapas de situación, etc., que permiten realizar impresiones a determinadas escalas manteniendo la jerarquía y el equilibrio.

Los resultados han sido, hasta la fecha, muy positivos ya que más del 80% de los alumnos de ambos cursos han aprobado la asignatura, produciéndose, además, un estimable ahorro de papel.

Agradecimientos

Los autores quieren agradecer al Dr. Pau Alegre profesor titular del Departamento de Geografía de la Universidad Autónoma de Barcelona su labor pionera en la asignatura así como la total disponibilidad de parte del material cartográfico usado en este trabajo.

Bibliografía

Álvarez, M^a F. (2002). El mapa y la formación del profesorado. Aportaciones sobre la cartografía en revistas y sugerencias bibliográficas. *Didáctica Geográfica*, 5, pp. 11-41.

Calaf, R.; Menéndez, R. y Suárez, A. (1997). Decisiones sobre el uso de mapas. *Íber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 13, pp. 19-36.

González, J.L. (2002). El uso del mapa en el aula universitaria. Materiales cartográficos para el análisis geográfico regional. *Didáctica Geográfica*, 5, pp. 43-57.

Masó, J. (2005). Software libre y cartografía gratuita. Posición y futuro de MiraMon. Conferencia impartida en el ciclo Lluís Carreño, Instituto de Geomática, Barcelona, 6 de julio de 2005.

Menor, J. y Frolova, M. (2005). Ventajas de la utilización de sencillos programas alternativos a los SIG para la generación automática de cartografía temática. *GeoFocus (Informes y Comentarios)*, 5, pp. 1-8.

Pesquer, L.; Pons, X. y Masó, J. (2005). Necesidad de cálculos geodésicos para las herramientas SIG de análisis de distancias. 6^a Semana de Geomática, Barcelona,

Pons, X. (2006). MiraMon. Geographic Information System and Remote Sensing software. Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals, CREAF. Bellaterra. <http://www.creaf.uab.es/miramom>

Rodríguez, J.A. (1999). La nueva Cartografía. *Didáctica Geográfica*, 3, pp. 155-170.

Santos, J.M. (2006). Las tecnologías de la información y de la comunicación y el modelo virtual formativo: nuevas posibilidades y retos en la enseñanza de los SIG. *GeoFocus (Artículos)*, 6, pp. 113-137.

Yabar, J.M. (2005). Campus Virtual. Manual para el profesorado del Campus Virtual de la UAB. Apuntes del Plan de Formación Permanente, curso 2004/2005, de la Unidad de Innovación Docente en Educación Superior de la Universidad Autónoma de Barcelona.