





## Contenido

Introducción .....	3
Objetivos del proyecto .....	4
Equipo de Trabajo . .....	5
Descripción del Proyecto .....	6
Resultados Obtenidos .....	8
Conclusiones .....	10



## **Introducción.**

Este proyecto se enmarca dentro del programa piloto de calidad de la enseñanza: “Programa de Mejora de la Calidad – Plan Estratégico General 2013-2018. Planes de formación e innovación”, en la modalidad de “Proyectos impulsados por un profesor y/o vinculados a un grupo de profesores”. Este proyecto de innovación docente -PID- “Manual teórico-práctico de Sistemas de Información Geográfica y sus aplicaciones“ se inició en Noviembre de 2015 para el curso 2015/2016. Durante este tiempo se han desarrollado un gran número de actividades de clases prácticas sobre SIG y Teledetección en varios cursos de diferentes grados (grado en Ciencias Ambientales, Ingeniería Agrícola, Geología, Ingeniería Geológica) y máster (ciencias ambientales y geología). Los resultados han sido satisfactorios y avalados por la elevada participación y el gran número de consultas sobre procedimientos de Teledetección y SIG para trabajos e informes de diversas disciplinas (hidrología, evaluación de impacto Ambiental, cartografía temática....). Asimismo los recursos científico-didácticos generados por el propio grupo, constituye un material docente de gran aplicabilidad y calidad para la docencia en aula y como apoyo para la docencia presencial durante practicas de campo. Este material docente ha sido retroalimentado de forma colaborativa con los trabajos de campo y otras actividades en presencia de diferentes destinatarios (estudiantes de diferentes grados y másteres) y personas y grupos sociales que muestran interés por el campo edafológico, geológico y medioambiental, elaborando esta guía práctica que permiten disponer de un material complementario de uso en las prácticas e itinerarios de campo.

Los programas informáticos que se han utilizado para la utilización del manual de prácticas generado, son dos: ArcGis v10.3.1 de ESRI y gvSIG de la Comunidad Valenciana.



## Objetivos del proyecto.

Los objetivos que se persiguen en la elaboración de los materiales docentes son los siguientes:

- Elaborar una guía de prácticas para el uso de herramientas y datos de Sistemas de Información Geográfica, en las que el alumno tenga unas pautas y un esquema de trabajo para realizar aplicaciones profesionales con software público y gratuito.
- Facilitar el proceso de adquisición de capacidades y habilidades en el manejo de diferentes aplicaciones y fuentes de datos disponibles en internet. Este proceso guiará al alumno desde la adquisición de las herramientas, los datos, su tratamiento y las potenciales aplicaciones. Además del material publicado en OCW se prevé realizar un seminario presencial.
- Promover el proceso de autoaprendizaje del método científico aplicado a las bases de datos espaciales mediante datos, métodos y herramientas innovadores; sirviendo de complemento a las asignaturas cursadas en el Grado, pero con una mayor profundización. Este proceso fomentará la autonomía del alumno en el uso de herramientas complementarias y de gran demanda en muchos de los Grados y Másteres de la Universidad de Salamanca.
- Divulgar el uso de herramientas de Tecnologías de la Información en código abierto ('Open Source') entre los alumnos, sin coste comercial pero con un rendimiento de alto nivel.
- Facilitar el proceso de adquisición de capacidades y habilidades en el manejo de diferentes aplicaciones y fuentes de datos disponibles en internet. Este proceso guiará al alumno desde la adquisición de las herramientas, los datos, su tratamiento y las potenciales aplicaciones.
- Promover el proceso de autoaprendizaje del método científico aplicado a las bases de datos espaciales mediante métodos y herramientas innovadoras; sirviendo de complemento a las asignaturas cursadas en el Grado, pero con una mayor profundización. Este proceso fomentará la autonomía del alumno en el uso de herramientas complementarias y de gran demanda en muchos de los Grados y Másteres de la Universidad de Salamanca.



## Equipo de Trabajo

MIEMBROS DEL EQUIPO DE TRABAJO:			
NIF	Nombre y apellidos	E-mail	Teléfono
24.071.256-P	FERNANDO SANTOS FRANCÉS	fsantos@usal.es	923294690
46590269-C	CARMELO A. AVILA ZARZA	caaz@usal.es	923294775
52.491.602-J	ANTONIO MIGUEL MARTINEZ GRAÑA	amgranna@usal.es	923294496



## Descripción del Proyecto.

La actividad solicitada consiste en la elaboración y diseño de materiales docentes digitales (Manual de prácticas) para su uso por parte de los estudiantes de forma "On Line" de forma que complemente las clases teóricas con ejercicios prácticos sobre tratamiento de imágenes de satélite, con imágenes de los alrededores de la ciudad de Salamanca. La metodología seguida en las clases prácticas en las que se ha utilizado la guía de SIG elaborada, permite a los estudiantes llegar a un proceso de enseñanza-aprendizaje directo, ya que previamente hay una descripción de los fundamentos teóricos necesarios para realizar el ejercicio, siguiendo el manual con el procedimiento paso a paso en cada práctica. Los ejercicios aplican diferentes aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica como digitalización de capas vectoriales (puntos, líneas y polígonos), georreferenciación de mapas, etc., enfocados hacia diferentes disciplinas edafología, geología, geomorfología, vegetación, contaminación de aguas marinas y continentales, etc.

La consecución de los objetivos indicados en el punto anterior se realizará utilizando una metodología asequible y amena para el estudiante, implementando dichos recursos, tanto el manual constituido por los diferentes bloques de prácticas guiadas temáticas: geoprocusamientos (recorte de capas, tratamientos geoestadísticos, etc.), como los recursos digitales (capas shapefile, videos, links...) colgados en la plataforma educativa "STUDIUM" de la USAL, recursos todos ellos, de fácil utilización y sencillo manejo para aprender el manejo y la utilidad de los diferentes Sistemas de Información geográfica.

Confeción de un manual teórico-práctico:

Se utilizarán como base de partida los diferentes manuales de cada aplicación (ArcGis y gvSIG), simplificando las explicaciones y concretándolas para varios casos prácticos, a desarrollar en cada práctica.

Desarrollo de los fundamentos del software, desde instalación de cada aplicación informática a las herramientas básicas. Posteriormente se ejecutarán los diferentes recursos del programa para ejercicios concretos.

Descripción de las bases de datos espaciales en internet a disposición de los usuarios de información geográfica. Descarga, características y manejo en las herramientas.

Desarrollo de prácticas concretas con los datos y funcionalidades anteriormente descritas. Desarrollo de aplicaciones relacionadas con hidrología, geomorfología y agricultura.

Recursos utilizados

ArcGis es un programa realizado por la empresa ESRI. Se trata de un SIG para aplicaciones en agricultura, medio ambiente, geografía, geología, planeamiento urbano y regional. Es de rápido aprendizaje y extremadamente accesible, disponible en castellano (<http://www.esri.es/>).

gvSIG es un proyecto de software libre en el ámbito de las geotecnologías promovido por la Generalitat Valenciana. Actualmente el proyecto gvSIG pretende trabajar realizando procesos de investigación, desarrollo e innovación y planteando soluciones tecnológicas acorde a las necesidades sociales, garantizando la libertad de elección y la independencia tecnológica propia del software libre.



En la propuesta se utilizará gvSIG Desktop, una aplicación de escritorio diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas, la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. Se caracteriza por disponer de una interfaz amigable, siendo capaz de acceder a los formatos más comunes, tanto vectoriales como ráster y cuenta con un amplio número de herramientas para trabajar con información de naturaleza geográfica (herramientas de consulta, creación de mapas, geoprocésamiento, redes, etc.) que lo convierten en una herramienta ideal para usuarios que trabajen con la componente territorial (<http://www.gvsig.org/web/>).

Los pasos seguidos son:

1) Confección de un manual teórico-práctico:

- a) Se han utilizado como base de partida los diferentes manuales de cada aplicación (ArcGis, gvSIG), simplificando las explicaciones y concretándolas para varios casos prácticos, a desarrollar en cada práctica.
- b) Desarrollo de los fundamentos del software, desde instalación de cada aplicación informática a las herramientas básicas. Posteriormente se han ejecutado los diferentes recursos del programa para ejercicios concretos.
- c) Descripción de las bases de datos espaciales en internet a disposición de los usuarios de información geográfica. Descarga, características y manejo en las herramientas.
- d) Desarrollo de prácticas concretas con las geodatabases y funcionalidades anteriormente descritas. Desarrollo de aplicaciones relacionadas con edafología, hidrología, geomorfología y agricultura.

2) **Recursos** utilizados:

- a) ArcGis es un programa de ESRI que combina el tratamiento de imágenes obtenidas mediante teledetección en forma de datos raster, con datos de estructura vectorial en un único ambiente. Es un SIG para aplicaciones en agricultura, medio ambiente, geografía, geología, planeamiento urbano y regional. Es de rápido aprendizaje y extremadamente accesible, disponible en castellano (<http://www.esri.es/>).
- b) gvSIG es un proyecto de software libre en el ámbito de las geotecnologías promovido por la Generalitat Valenciana. Actualmente el proyecto gvSIG pretende trabajar realizando procesos de investigación, desarrollo e innovación y planteando soluciones tecnológicas acorde a las necesidades sociales, garantizando la libertad de elección y la independencia tecnológica propia del software libre. En la propuesta se ha utilizado gvSIG Desktop, una aplicación de escritorio diseñada para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas, la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. Se caracteriza por disponer de una interfaz amigable, siendo capaz de acceder a los formatos más comunes, tanto vectoriales como ráster y cuenta con un amplio número de herramientas para trabajar con información de naturaleza geográfica (herramientas de consulta, creación de mapas, geoprocésamiento, redes, etc.) que lo convierten en una herramienta ideal para usuarios que trabajen con la componente territorial (<http://www.gvsig.org/web/>).



## Resultados Obtenidos

Se ha elaborado un Manual de prácticas de Sistemas de Información Geográfica constituido por 10 practicas independientes que parten desde lo más básico (generación de un proyecto SIG, carga de geodatabases, importar/exportar datos vectoriales y raster) hasta procedimientos más complejos de ubicación de datos geográficos (georreferenciación, geoestadísticas.....) y algebra de mapas (métodos de interpolación raster, reclasificaciones de datos por valores numéricos de pixel...) de diferentes cubiertas del terreno. Además, se han tratado procedimientos con geoprosesamientos (recorte de áreas, unión y solapamiento de ortofotos, etc.) y superposición e interacción de cartografías temáticas geoambientales.

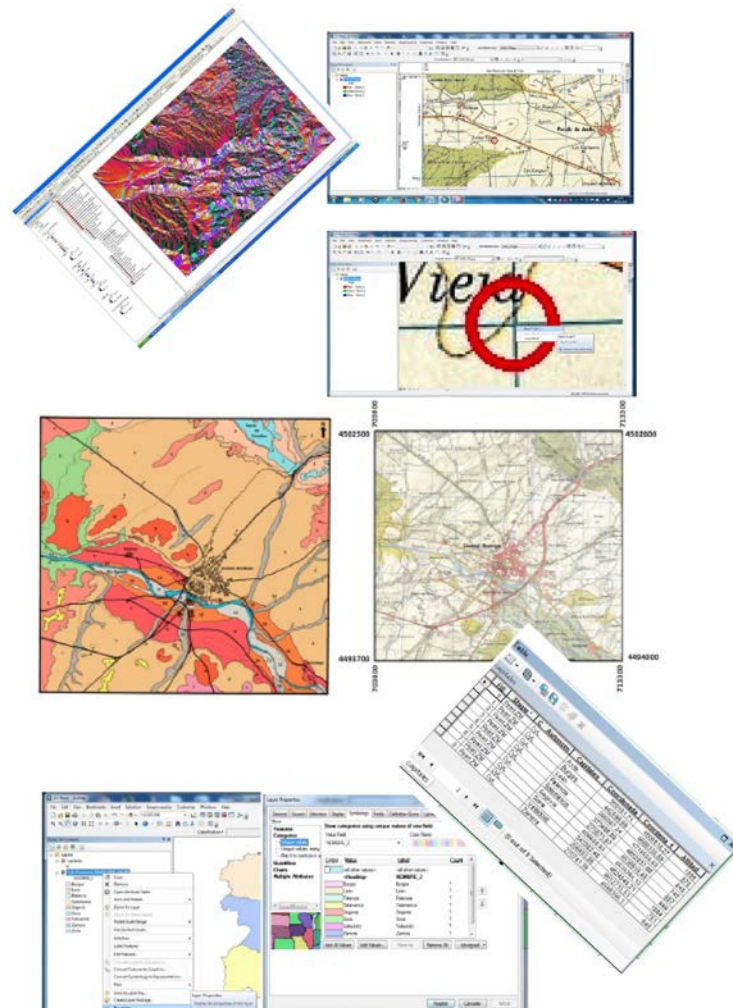



Figura. Captura de diferentes guiones de prácticas elaboradas en este proyecto de Innovación Docente.





Algunas prácticas están constituidas por los siguientes apartados: en primer lugar una **Introducción** donde se desarrollan los antecedentes, los fundamentos teóricos y tendencias actuales del procedimiento a tratar en dicha práctica. Posteriormente se encuentra el apartado de **Desarrollo**, en el cual se guía al alumno por el procedimiento para la realización de la práctica. En la mayoría de las veces hay varios procedimientos alternativos, por lo que se ponen diversas opciones (opción A, Opción B...).

Prof. Antonio Martínez-Graña y Fernando Santos.  
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
FACULTAD DE CIENCIAS/FACULTAD C. AMBIENTALES



VNIVERSIDAD  
DSALAMANCA  
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

**PRACTICA 2.1 Digitalización con ArcMap de ArcGIS y gvSIG**

1. Objetivos:

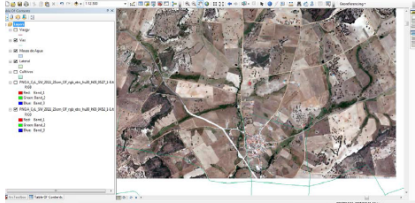
- Conocer los diferentes comandos y componentes para digitalizar con ArcMap y gvSIG.
- Digitalizar datos en formato vectorial (puntos, líneas y/ o polígonos) a partir de formato raster.
- Calcular el área de zonas digitalizadas

2. Materiales:

- Hardware: Ordenador, Disco Duro (4 G mínimo)
- Software: ArcGIS, gvSIG, Navegador de Internet y accesos a internet (fijo o wifi).
- Datos: Carpeta Practicum 4


3. Ejercicios:

En primer lugar cargar la imagen PNOA Cvt\_SW\_2011\_25cm\_rgb\_etrs\_hu30\_h05\_0527\_1-8.tif, y digitaliza con el editor los caminos principales en color marrón, las lagunas de color azul y al menos 10 fincas de cultivos con línea color naranja sin relleno.




En segundo lugar carga la otra imagen, en este caso es de la Peña de Francia y identifica los caminos y zonas vegetadas y urbanas, mediante su digitalización

En tercer lugar, carga el mapa vector y georeferencia mediante las coordenadas y digitaliza todo el mapa.

PÁGINAS DE SIG  Página 1

Prof. Antonio Martínez-Graña y Fernando Santos.  
SIG: Sistemas de Información Geográfica  
Departamento de Geología  
FACULTAD DE CIENCIAS/FACULTAD C. AMBIENTALES



VNIVERSIDAD  
DSALAMANCA  
CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

**PRACTICA 6 TRAZADO DE LA RED DE DRENAJE Y CUENCAS HIDROGRÁFICAS**

1. Introducción:

Actualmente están disponibles, gracias a la Directiva Inspire y su transposición a la legislación estatal (ley LISI&E) los Modelos Digitales del Terreno –MDT de las diferentes zonas del planeta. Estos archivos raster, aportan información altitudinal, de forma que cada píxel presenta un valor digital que se corresponde con la cota del terreno. Este tipo de MDTs se llaman Modelo Digital de Elevación DEM. La resolución espacial es muy diversa: 100 m, 50 m, 25 m e incluso a partir de datos Lidar (Laser Imaging Detection and Ranging) en formato LAZ, con 5 m. Esto nos brinda múltiples aplicaciones de trabajo en el campo de la Geología Ambiental, de la Cartografía Geoambiental, los Riesgos geológicos, la Geomorfología, la Edafología y en general en cualquier campo de las ciencias de la Tierra. En esta práctica vamos a utilizarlos para el cálculo de la red de drenaje y de las divisorias de aguas que nos van a definir la cuenca hidrográfica.

2. Desarrollo:

1. Abrimos ArcMap y cargamos el DEM en el TOC (recuadro de la izquierda). Una vez que se visualice en la vista (recuadro de la Derecha) procedemos a guardar el proyecto con el siguiente nombre "RedTamames" y se guardará como RedTamames.mxd:

**Menú File/Archivo > Save as/Guardar como**

Este archivo irá guardando la ruta de todas las capas que añadamos o creemos en el TOC. Por lo que si apagamos el ordenador, simplemente clicando en este proyecto RedTamames, se cargarán todas las layers siempre que se encuentren en la misma carpeta inicial.

2. Aunque no lo apreciemos la mayoría de los MDTs presentan algunos fallos, ya que algunos píxeles presentan valores "No Data", es decir, están vacíos. Por ello el siguiente paso es rellenar o dar valor a dichos píxeles, en base a los valores de las celdas próximas. Para ello utilizamos la herramienta Fill Esta herramienta rellena imperfecciones que pueden existir en el raster inicial en forma de sumideros (un píxel más bajo que los que lo rodean), para ello seguimos el procedimiento siguiente a partir de ArcToolBox y buscamos las herramientas del algoritmo Spatial Analyst:

**Spatial Analysis Tools > Hydrology > Fill**

La ventana emergente nos solicita un Input (que será el MDT o mapa raster original) y un Output (que debemos ubicar en la carpeta donde estemos guardando el proyecto y su nombre) que llamaremos "Fill".


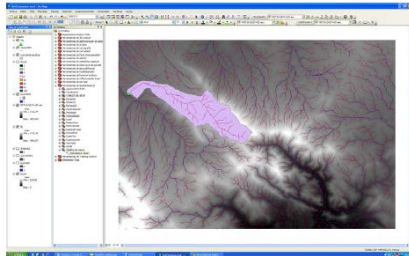
PÁGINAS DE SIG  Página 1

Figura. Captura de los diferentes apartados contenidos en las Practicas 1 (Izq.) y 6 (Dcha.).

En otras prácticas simplemente se desarrolla el procedimiento a seguir para realizar una determinada tarea: GEORREFERENCIAR UN MAPA "RASTER" (TOPOGRAFICO Y EDAFOLOGICO) A ESCALA 1:50.000.



3. Cuestiones:

- Realiza la red de drenaje y dos cuencas hidrográficas/divisorias de aguas en el MDT 200 de la provincia de Salamanca.

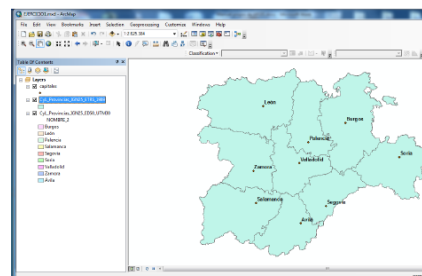
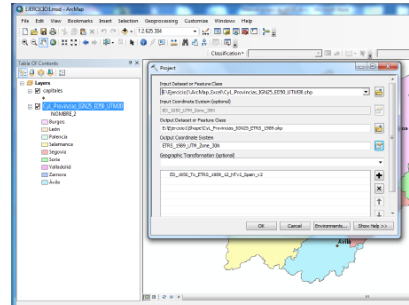


Figura. Captura del apartado de Cuestiones de la practica 2 (Izq.) y 5a (Dcha.).

## Conclusiones

Los objetivos planteados inicialmente en este proyecto de innovación educativa se han cumplido con éxito. Se han desarrollado actividades que han generado gran aceptación por parte del alumnado, dado el grado de participación. Por ello, podemos considerar que el objetivo de este PID ha sido cumplido ampliamente dando a conocer las funcionalidades y operatividad de las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica en el medio ambiente para diferentes sectores y grupos de interés de diferentes disciplinas.

El material generado por este PID, constituye un recurso didáctico muy útil para el desarrollo y aplicación de las técnicas de SIG en diferentes problemas medioambientales, elaborando diferentes capas de información interpretable en función de la problemática natural y permitiendo realizar cartografías temáticas en las que se han utilizado diferentes operadores SIG: métodos de interpolación, vecinos más cercanos, buffers, geostatística, polígonos de Thiessen, etc. Los geoprosesamientos incluidos en diferentes algoritmos o scripts han permitido seleccionar determinadas geodatabases, la mayoría de descarga pública en visores y webs institucionales: Confederación hidrográfica, IGN..., para analizar problemáticas medioambientales concretas: contaminación de suelos y aguas, ordenación y planificación territorial, evaluación de impacto ambiental....

Salamanca 29 de Junio de 2016