

Ingeniería Informática

Localización de áreas prioritarias de actuación para la ubicación de cortafuegos usando software libre GIS: gvSIG, SEXTANTE y PostGIS

Alumno: Oscar Lozano Cañadilla
Dirigido por: Jesús de Diego Alarcón
Proyecto fin de carrera
Curso 2007-2008 – Semestre de otoño

INDICE

1. Resumen	4
2. Índice de contenidos	5
3. Introducción	6
3.1. Objetivos	7
3.2. Planificación	7
3.2.1. Tareas y actividades	7
3.3. Incidencias y plan de contingencia	10
3.4. Producto obtenido	11
3.5. Descripción de capítulos	11
4. Sistemas de Información Geográfica	12
4.1. Historia	12
4.2. Definiciones	13
4.3. Funcionalidad de un SIG	16
4.4. Flujo de trabajo	16
4.5. Aplicaciones de un SIG	17
4.6. El dato geográfico	18
4.7. Modelos de representación	20
4.7.1. Modelo vectorial	21
4.7.2. Modelo Raster	23
4.7.3. Cuál es el mejor modelo	25
4.8. Captura de información geográfica. Errores	27
4.9. Sistemas de coordenadas	28
5. PostgreSQL/PostGIS	30
5.1. Introducción	30
5.2. Historia	30
5.3. Características	31
5.4. Justificación	32
6. GvSIG/SEXTANTE	33
6.1. Introducción	33
6.2. Historia	33
6.3. Características	34
6.4. Justificación	36
7. Metodología a usar	37
7.1. Técnicas	37
7.2. Cálculo de la calidad del medio	38
7.2.1. Análisis de los usos del suelo	38
7.2.2. Análisis de la clasificación y régimen jurídico de los montes	40
7.2.3. Análisis de la red de espacios naturales	42
7.2.4. Análisis de asentamientos urbanos	44
7.2.5. Obtención de la capa de calidad del medio	46

7.3.	Cálculo del riesgo potencial de incendio	47
7.3.1.	Análisis de la peligrosidad estadística	47
7.3.2.	Análisis de la peligrosidad de incendio	49
7.3.3.	Obtención riesgo potencial de incendio	50
7.4.	Cálculo de escenarios de actuación	51
8.	Diseño flujo de datos	52
9.	Localización de áreas prioritarias	54
9.1.	Calculo del área de influencia de carreteras	54
9.2.	Calculo del área de influencia de ríos	56
9.3.	Calculo del área de influencia de la frontera de Cataluña	57
9.4.	Unión de áreas de influencia	57
9.5.	Obtención de áreas prioritarias	59
10.	Resultados – Mapas	62
10.1.	Mapa uno	63
10.2.	Mapa dos	64
11.	Programación extensión gvSIG	65
11.1.	Incidencias	65
11.2.	Requerimientos y configuración del entorno de desarrollo	66
11.3.	Programar una extensión	71
11.4.	Compilar y generar una extensión	73
12.	Conclusión	75
13.	Bibliografía	76

1. Resumen

Localización de áreas prioritarias de actuación para la ubicación de cortafuegos usando software libre GIS: gvSIG, SEXTANTE y PostGIS.

Los eventos catastróficos ligados a los incendios forestales causan anualmente cuantiosas pérdidas tanto económicas como, en ocasiones, en vidas humanas.

Los SIG (Sistemas de Información Geográfica) son utilizados de forma habitual tanto en la prevención como en la gestión de este tipo de eventos una vez comenzados.

El presente proyecto se centrará en la aplicación de los SIG en la prevención de los incendios forestales en Cataluña. En concreto en la localización de zonas óptimas para la instalación de cortafuegos, mediante la utilización de los programas libres gvSIG y SEXTANTE, además de la base de datos (BDD) espacial PostgreSQL/PostGIS.

2. Índice de contenidos

Figura	Página
Figura 1 — Relación entre elemento geográfico e información temática	14
Figura 2 — Relación entre los componentes de un SIG	14
Figura 3 — Flujo de trabajo en un SIG	17
Figura 4 — Componente espacial – componente temático	18
Figura 5 — Relaciones topológicas	19
Figura 6 — Modelo raster vs. Modelo vectorial	20
Figura 7 — Representación de objetos vectoriales	21
Figura 8 — Relación Estructura arco-nodo	22
Figura 9 — Representación en píxeles.	23
Figura 10 — Relación píxel – precisión.	23
Figura 11 — Ejemplos de proyecciones	28
Figura 12 — División en zonas según la proyección UTM	29
Figura 13 — Arquitectura de GvSIG	35
Figura 14 — Matriz protección del medio/riesgo potencial de incendio	37
Figura 15 —Capa vectorial de usos del suelo	38
Figura 16 —Capa raster de usos del suelo categorizada en 4 clases	39
Figura 17 —Capa vectorial clasificada según la titularidad de los bosques	40
Figura 18 —Capa raster con la titularidad de los bosques	41
Figura 19 —Capa vectorial de espacios naturales protegidos	42
Figura 20 —Capa raster de espacios naturales protegidos reclasificada	43
Figura 21 —Capa vectorial de núcleos urbanos	44
Figura 22 —Capa raster de presencia de núcleos urbanos	45
Figura 23 —Capa raster Calidad del medio	46
Figura 24 —Capa raster de peligrosidad estadística de incendios	47
Figura 25 —Capa vectorial de municipios	48
Figura 26 —Capa raster de peligrosidad estadística	48
Figura 27 —Capa vectorial de peligrosidad de incendio por simulación	49
Figura 28 —Capa raster de peligrosidad de incendio	49
Figura 29 —Capa raster de riesgo potencial de incendio	50
Figura 30 —Capa raster con escenarios de actuación	51
Figura 31 —Flujo de datos para la aplicación de la metodología propuesta	52
Figura 32 —Cálculo de área de influencia mediante geoprocso	54
Figura 33 —Capa vectorial de las zonas de influencias de carreteras	55
Figura 34 —Capa vectorial de las zonas de influencias de ríos	56
Figura 35 —Capa vectorial de las zonas de influencias de frontera	57
Figura 36 —Herramienta de Geoprocso Unión	57
Figura 37 —Capa raster de zonas de influencias	58
Figura 38 —Capa raster con zonas de actuación prioritaria	59
Figura 39 —Capa vectorial con zonas de actuación prioritaria atendiendo a los criterios seleccionados	60
Figura 40 —Capa vectorial con las siete mayores zonas de actuación prioritaria marcadas en negro	61
Figura 41 —Capas WMS añadidas	62
Figura 42 —Entorno de desarrollo Eclipse con Workspace de gvSIG	67
Figura 43 —Compilación de gvSIG	67
Figura 44 —Ejecución de gvSIG	68
Figura 45 —Añadir proyecto desde SVN	69
Figura 46 —SVN de SEXTANTE	69
Figura 47 —Proyectos de SEXTANTE disponibles en SVN	69
Figura 48 —Compilación proyectos SEXTANTE	70
Figura 49 —Incorporación de plantilla para nuevos proyectos de extensión SEXTANTE	71
Figura 50 —Compilación de nueva extensión SEXTANTE	73
Figura 51 —Ejecución de gvSIG con la extensión de ejemplo de SEXTANTE	74
Tabla 1 — Tabla de comparación modelo Vectorial vs. Modelo Raster	26
Tabla 2 —Tabla de categorización de los usos del suelo	38
Tabla 3 —Tabla de categorización de los espacios naturales protegidos	42

3. Introducción

El objetivo de este proyecto fin de carrera (PFC) es la **localización de áreas prioritarias de actuación para la ubicación de cortafuegos usando software libre GIS: gvSIG, SEXTANTE y PostGIS.**

La correcta planificación de las áreas de cortafuegos permite una actuación rápida, eficaz y segura a los medios de extinción a la hora de enfrentarse con grandes incendios forestales.

A continuación se describe la estructura del documento, comenzando con una introducción a los SIG, en la cual se expondrá su evolución, tipos y estructuras de datos espaciales así como conceptos y definiciones propios de los SIG.

Posteriormente se describirá la base de datos (BD) espacial usada en la elaboración del proyecto: PostgreSQL/PostGIS. Respecto a esta base de datos justificaremos su uso, centrándonos en sus características más relevantes.

Adicionalmente nos ocuparemos del software GIS a utilizar en el proyecto, gvSIG y SEXTANTE. De igual manera que haremos con el software de BD justificaremos su uso, comentaremos sus características más relevantes y como nos ayudara en la elaboración del resultado final del proyecto.

Finalmente se abordara la tarea de localizar los emplazamientos más idóneos para la construcción de elementos de ruptura o cortafuegos que mediante un fraccionamiento del territorio permitan minimizar la superficie potencialmente afectada por incendios forestales en Cataluña.

La localización de estos emplazamientos estará priorizada de forma que se responda adecuadamente tanto al riesgo potencial de incendio forestal como a la calidad del medio a proteger.

En particular, para efectuar la localización de los elementos de ruptura se analizaran los siguientes aspectos:

- Análisis del medio a proteger: Teniendo en cuenta la presencia o no de núcleos de población, los distintos espacios naturales protegidos, los distintos usos del suelo así como la categorización de los bosques según el régimen de montes.
- Análisis del riesgo potencial de incendio: Teniendo en cuenta la peligrosidad estadística por cada municipio así como la peligrosidad de incendio obtenida mediante simulaciones.

3.1. Objetivos

El siguiente PFC tiene como objetivos:

- Conocer qué es un SIG y manejar las tareas más habituales de análisis.
- Acceder y manejar diferentes orígenes de datos (*shapes*, bases de datos espaciales, servicios WMS,...) tanto en formato vectorial como raster.
- Familiarizarnos con el entorno gvSIG/SEXTANTE, así como con la base de datos espacial PostGIS.
- Obtener, empleando las herramientas anteriores, una cartografía en la que se reflejan las prioridades en la ubicación de cortafuegos en Cataluña.

3.2. Planificación

La realización del PFC se planifico en las siguientes actividades:

3.2.1 Tareas y actividades

Las tareas se descomponen según las siguientes actividades (se indica la duración prevista en horas):

1 Definición del proyecto.

1.1 Documentación inicial, revisión de las comunicaciones del tutor, obtener documentación disponible en el aula. 1 hora.

1.2 Leer el enunciado, y obtener documentación referenciada en el enunciado. 2 horas.

1.3 Obtener software según indicaciones del enunciado. 1 hora.

2 Plan de trabajo

2.1 Leer documentación referente a la elaboración del plan de trabajo, ejemplos, etc. 3 horas.

2.2 Buscar bibliografía, tanto la recogida en el enunciado como bibliografía adicional. 1 hora.

2.3 Redactar índice de contenidos del borrador del plan de trabajo. 2 horas.

2.4 Redactar contenido del borrador del plan de trabajo. 5 horas.

2.5 Planificación de las tareas, definir los hitos de acuerdo al calendario de entregas. Establecer calendario de trabajo, teniendo en cuenta la disponibilidad. 6 horas.

2.6 Establecer los posibles riesgos e incidentes, elaborando los planes de acción. 3 horas.

2.7 Finalizar el borrador, antes de su entrega, realizar un repaso exhaustivo. 2 horas.

2.8 Enviar el borrador al tutor del proyecto.

2.9 Efectuar las correcciones sugeridas. Repasar de nuevo el documento. 18 horas.

2.10 Efectuar entrega del plan de trabajo.

3 Documentación SIG

3.1 Obtener documentación, enfocada a aprender de manera genérica los componentes y el funcionamiento de un SIG. 2 horas.

3.2 Redactar documentación sobre el estudio anterior, mencionar conceptos relativos al modelado de datos, cartografía y geodesia, sistemas de coordenadas, proyecciones, etc. 5 horas.

3.3 Revisar la documentación. 2 horas.

4 Instalación y documentación BDD PostgreSQL/PostGIS

4.1 Obtener documentación sobre el proceso de instalación, asegurarse de cumplir los requisitos (hardware/software). 3 horas.

4.2 Realizar instalación. 1 hora.

4.3 Documentar funcionalidad de la herramienta. 16 horas.

4.4 Revisar la documentación. 2 horas.

5 Instalación y documentación gvSIG/SEXTANTE

- 5.1 Obtener documentación sobre el proceso de instalación, asegurarse de cumplir los requisitos (hardware/software). 1 hora.
- 5.2 Realizar instalación. 2 horas.
- 5.3 Documentar funcionalidad de la herramienta. 20 horas.
- 5.4 Revisar la documentación. 2 horas.

6 Diseño del SIG

- 6.1 Definir la metodología a usar, basándose en los datos del enunciado, para la generación de la cartografía. 14 horas.
- 6.2 Establecer la base cartográfica, siguiendo las indicaciones del enunciado, teniendo en cuenta las fuentes de información espacial y vectorial. 15 horas.
- 6.3 Diseño del flujo de datos siguiendo la metodología propuesta. 10 horas.
- 6.4 Programación de la extensión en gvSIG/SEXTANTE (Java) que permita la ejecución del flujo de datos anterior. 30 horas.
- 6.5 Elaboración del mapa que muestre la localización de las áreas de actuación prioritaria. 10 horas.
- 6.6 Redactar documentación. 5 horas.
- 6.7 Revisar documentación. 2 horas.

7 Realizar memoria

- 7.1 Integrar la documentación realizada en la memoria, de acuerdo a la estructura presentada en el plan de trabajo. 20 horas.
- 7.2 Redactar conclusiones. 12 horas
- 7.3 Revisar estructura de la memoria. Índices, capítulos, introducción, etc. 4 horas.

7.4 Revisar de forma exhaustiva la memoria, prestando atención a la ortografía sintaxis y semántica de la redacción. 5 horas.

8 Realizar presentación

8.1 Seleccionar los contenidos más relevantes de la memoria a incluir en la presentación. Prestar atención a la inclusión de figuras, esquemas y gráficos que faciliten la comprensión frente a excesiva presencia de texto. 15 horas.

8.2 Construir presentación mediante PowerPoint. 15 horas.

8.3 Revisar presentación. 3 horas.

9 Participación en debate virtual

9.1 Durante el periodo de debate virtual, permanecer lo mas atento posible a el espacio de debate, de forma que se puedan responder las preguntas de manera rápida.

3.3. Incidencias y plan de contingencia

Desde la planificación del PFC se estableció un plan de contingencia para paliar posibles incidencias que afectasen la ejecución del proyecto tal y como se planificó, este plan cubría las siguientes incidencias:

- Averías o incidencias en Hardware (PC Standard UOC)
- Coincidencia con entregas de otras asignaturas
- Periodos de mayor dedicaron laboral

Sin embargo, se ha producido una incidencia que no estando planificada si ha afectado a la ejecución del proyecto.

Formaba parte de la planificación del PFC el desarrollo de una extensión en gvSIG/SEXTANTE que permitiese la ejecución del flujo de datos utilizados en gvSIG de forma automática (tarea 6.4 con 30 horas de dedicación), sin embargo, a pesar de haber dedicado un número superior de horas, no ha sido posible desarrollar dicha extensión.

El motivo por el cual no ha sido posible efectuar el desarrollo ha sido la falta de documentación, no solo del entorno de desarrollo sino de la propia estructura con las que están creadas las extensiones de SEXTANTE.

Después de mucho esfuerzo, incluyendo la dedicación del tutor del proyecto, ha sido posible documentar la correcta configuración del entorno de desarrollo necesario para poder efectuar el desarrollo de extensiones SEXTANTE así como su estructura.

En el plan de contingencia no se había previsto que al trabajar con software libre pudiera ser que no existiese documentación (bien por ser un software novedoso, desarrollado recientemente, o bien por ser de los primeros, exceptuando a los propios desarrolladores del SIG, que acometían esta tarea).

Finamente, puesto que no ha sido posible desarrollar la extensión, se ha incluido en el proyecto en su lugar la documentación necesaria para en el futuro facilitar dicho desarrollo. Describiendo tanto la configuración del adecuado entorno de desarrollo como la comprensión de la estructura usada por los desarrolladores de gvSIG/SEXTANTE en las extensiones del SIG.

3.4. Productos obtenidos

Finalmente, tras realizar las tareas descritas en la planificación, se obtendrán uno o varios mapas en los que se apreciarán las áreas prioritarias de actuación para la ubicación de cortafuegos según la metodología propuesta. Dichos mapas se consideran el producto final del PFC, su obtención será posible mediante un SIG, en este caso gvSIG.

3.5. Descripción de capítulos

El presente proyecto se puede dividir en cinco partes claramente diferenciadas en sus correspondientes capítulos.

En el capítulo "Introducción" se establecen la justificación, los objetivos y la planificación efectuada para la realización del PFC.

El capítulo dedicado a los sistemas de Información Geográfica presenta una visión resumida de dichos sistemas, desde sus comienzos históricos a su situación actual, haciendo hincapié en las definiciones y conceptos propios de estos sistemas.

El software libre que se ha usado en la elaboración del proyecto se trata en los capítulos "BD PostgreSQL/PostGIS" y "gvSIG/SEXTANTE" en donde nos ocupamos de la base de datos espacial y el SIG que se ha utilizado respectivamente. En ambos casos se repasa la historia del software, sus características más relevantes así como su justificación de uso.

Por último, el capítulo "Diseño del SIG" se ocupa de la metodología usada para la resolución del problema de localización de áreas propuesto, presentando los pasos realizados hasta la consecución final del producto.

4. Sistemas de información geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica permiten resolver, mediante el uso de herramientas de análisis geográfico o espacial, problemas relacionados con el territorio.

En este capítulo se expondrán los conceptos básicos de un SIG, su historia, el flujo de trabajo, sus aplicaciones, etc., de forma que permita conocer estos sistemas.

4.1. Historia

Es conocido el interés del hombre desde las más antiguas civilizaciones por recopilar y almacenar datos espaciales. Históricamente se conoce la importancia de los agrimensores en la época romana y el auge de los geógrafos en el Renacimiento.

Cartógrafos como Mercator destacaron en el siglo XVII demostrando como el uso de un sistema de proyección matemático y un sistema de coordenadas ajustado, mejoraba la fiabilidad de las medidas, la localización de áreas terrestres, la navegación y cálculo de rutas, de vital importancia en el ámbito militar.

Ya en el siglo XVIII la mayor parte de estados europeos habían descubierto la importancia del cartografiado de sus territorios, fomentando la creación de institutos que produjesen mapas catastrales y geográficos. Estos institutos han continuado, con mayores o menores cambios, hasta nuestros días.

En el siglo XX la gran demanda de mapas topográficos y de recursos naturales ha acelerado el desarrollo de técnicas de estereofotogrametría (Juliá, 2000) y adquisición de imágenes por satélite. Hasta la llegada del ordenador la mayor parte de los mapas y bases de datos espaciales tenían su soporte en el papel, encontrándose la información codificada con líneas, puntos y áreas, mientras que las entidades básicas se representaban mediante símbolos colores y códigos de texto.

La utilización de sistemas informáticos comienza en las décadas de 1960 y 1970, fundamentalmente en la realización de mapas que permitieran conocer datos de los recursos naturales del suelo y del paisaje para su posterior gestión, evaluación y planificación.

El desarrollo de los SIG se ha producido de forma paralela a las técnicas de cartografiado y análisis espacial y este desarrollo está motivado por la demanda de áreas de conocimiento como topografía, cartografía, geografía, ingeniería civil, planificación rural y urbana, edafología, fotogrametría, etc.

El uso de los sistemas de información está íntimamente ligado a los SIG aportando rapidez y bajo coste en la realización de mapas específicos, la realización de análisis y la incorporación de datos estadísticos, facilidad de almacenaje (sin papel), creación de vistas 3D, facilidad de actualización y revisión.

En la actualidad, los avances en fotografía aérea así como imagen satélite hacen posible la interpretación dinámica del paisaje así como de sus cambios en el tiempo. Paralelamente, los SIG están surgiendo aspectos novedosos ligados a los SIG, como por ejemplo:

- Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) y estandarización. Metadatos.
- Computación distribuida, análisis GIS en servidor
- WEB 2.0 : Google Maps, Earth, Virtual Earth,... *mashups*, GML, GeoJSON,etc...
- Movilidad : Global Positioning Systems (GPS), Location Based Services (LBS) ,...
- SIG de código abierto,....
- Integración de los SIG en los sistemas TI corporativos.

4.2. Definiciones

Se pueden encontrar múltiples definiciones para un SIG, pero uno de las más aceptadas es esta:

Sistema compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelizar y representar datos georreferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación. NCGIA (1990)

De una manera aun más genérica, podemos resumir que los SIG son herramientas que ayudan a la resolución de problemas. Están compuestos por metodologías, procedimientos y programas informáticos especialmente diseñados para manejar información geográfica y datos temáticos asociados. Definirlo como una herramienta tiene como objetivo destacar que un SIG no es el objetivo final sino el medio, es decir, usaremos generalmente una pequeña parte del potencial de un SIG en nuestro beneficio.

A continuación se enumeran algunas de las propiedades básicas de un SIG:

- Su propósito es la visualización de información geográfica expresada en forma de mapas.
- La clave reside en la relación entre la posición de un elemento geográfico, representado por puntos, líneas o polígonos y su información temática asociada (Figura 1).



Figura 1— Relación entre elemento geográfico e información temática

- Un SIG dispone de múltiples funciones de análisis y consulta con el objetivo de explotar la información geográfica para la resolución de un determinado problema.
- Almacena relaciones espaciales entre diferentes elementos, de forma que sea posible analizar estas relaciones (por ejemplo, el mejor camino entre dos puntos, cuantos elementos hay dentro de una entidad geográfica, población por provincia, etc.).

Como todo sistema, un SIG ha de tener unos componentes interrelacionados entre si (Figura 2):

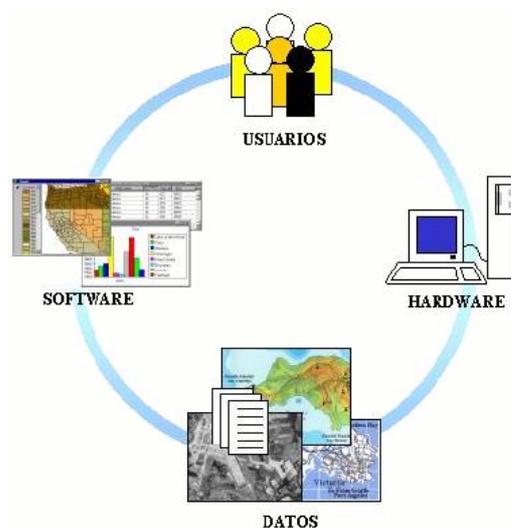


Figura 2— Relación entre los componentes de un SIG

- Usuarios. Dependiendo de su especialización tendrán una exigencia distinta sobre el sistema.
- Hardware. Equipo informático compuesto no sólo por ordenadores, sino también por los periféricos necesarios (monitor, escáner, dispositivos de almacenamiento, impresoras, etc.)
- Software. Programas informáticos que permiten visualizar, consultar y analizar datos geográficos; más detalladamente podemos encontrar sistemas de BD, interface gráfica de usuario, programas para la captura y manejo de información geográfica y programas que permiten la realización de consultas, análisis y visualización de datos geográficos.
- Datos. Es el componente más importante del SIG y es fundamental su correcta actualización o nos enfrentaríamos a análisis erróneos debidos al desfase de los datos.

Es posible encontrar en alguna literatura especializada que los componentes usuarios y datos se engloban en uno solo denominado "liveware" o componente vivo del sistema.

4.3. Funcionalidad de un SIG

Podemos agrupar las funcionalidades genéricas de un SIG en los siguientes apartados:

- Funciones de captura de información. Permiten adquirir y depurar errores en la información geográfica y temática.
- Funciones de gestión. Permite estructurar la información en varias capas de información de forma que posteriormente sea más fácil acceder a la parte de información que se desea analizar en cada momento. Posibilita además, acceder a la información espacial en diferentes formatos e incluso localizaciones (servidores remotos de mapas).
- Funciones de análisis. Permiten procesar datos, extrayendo información, generando nuevos datos así como simulaciones de comportamiento en modelos basados en el territorio.
- Funciones de salida. Permiten mostrar al usuario tanto los datos incluidos en el sistema como los resultados de las consultas y análisis efectuados. El formato puede ser muy variado, desde mapas a gráficos, tablas, etc.

4.4. Flujo de trabajo

Como hemos visto, un SIG sirve para ayudarnos a resolver un problema planteado; sin embargo es importante tener en cuenta las fases que el usuario ha de realizar y su secuencia:

- Modelización. El primer paso se corresponde a la Modelización tanto del problema como de los datos que posteriormente se capturarán. Esta fase está condicionada por la propuesta de resolución del problema.
- Captura de la información. La información necesaria tanto espacial como temática, está íntimamente ligada al problema que se plantee. La calidad de las informaciones hará que los resultados sean más o menos fiables.
- Preparación de la información. Es habitual que en la captura de información se cometan errores que han de ser depurados para posteriormente dotar a la información de una estructura que facilite la consulta y el análisis de forma eficiente por el sistema.
- Fusión de información espacial y temática. Si el problema a resolver está enfocado en herramientas CAD, es necesario establecer una asociación entre la información espacial y cada elemento geográfico, con la información temática mediante un enlace biunívoco. Sin embargo, gracias al paradigma de la Orientación a Objetos, es posible modelar el mundo real

integrando la información espacial con la información temática de forma que el vínculo entre ambas llegue a ser transparente para el usuario.

- Análisis de la información. Después de fusionar los datos, se someterán a diversos análisis según los criterios del problema planteado para encontrar su solución.

La siguiente figura representa el flujo de trabajo en un SIG:

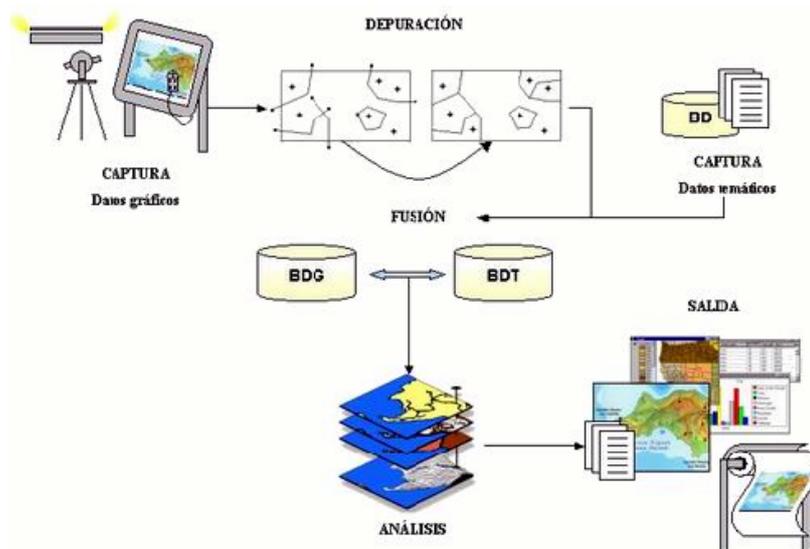


Figura 3— Flujo de trabajo en un SIG

4.5. Aplicaciones de un SIG

Los SIG pueden ser aplicables a cualquier ámbito en el que sea necesario resolver un problema asociado a una variable espacial (un elemento geográfico o bien una asociación a un elemento geográfico).

Es destacable también cómo los cambios socio-tecnológicos experimentados han contribuido a la popularización de los SIG. Por un lado, se ha popularizado la información visual, por lo que es muy habitual apoyar todo tipo de argumentos con datos cartográficos. Por otro lado el intercambio masivo y libre de información geográfica a través de Internet ha posibilitado referenciar una idea con una posición en el planeta.

Hay que mencionar la cada vez mayor importancia de la gestión y planificación del territorio así como de la explotación de los recursos naturales.

Estos factores nos indican la importancia que tiene no solo conocer nuestro territorio sino explotar la información implícita.

Es necesario que la componente espacial de un dato geográfico se pueda relacionar con otras componentes espaciales de otros datos geográficos. Esto se consigue mediante la georreferenciación. La georreferenciación consiste en asignar a los datos geográficos unas coordenadas de un sistema coordinado predefinido. De esta forma, será posible relacionar el dato geográfico con una entidad real en el terreno.

Una vez que un dato geográfico está georreferenciado, podemos hablar de su relación con los datos geográficos de su alrededor. Esta relación se denomina relación espacial o topológica.

A continuación se presentan algunas relaciones topológicas (Figura 5):

- Contigüidad o adyacencia. Determina qué polígonos (dato geográfico) son colindantes a uno dado, pues comparten parte de su contorno.
- Conectividad. Permite recorrer una red de entidades lineales conectadas entre si. Se entiende que una entidad lineal (arco) está conectada a otra cuando comparten uno de sus puntos extremos o nodos.
- Inclusión. Determina qué entidades geográficas están contenidas en otra entidad.
- Proximidad. Determina el cálculo analítico de la proximidad entre dos entidades geográficas.

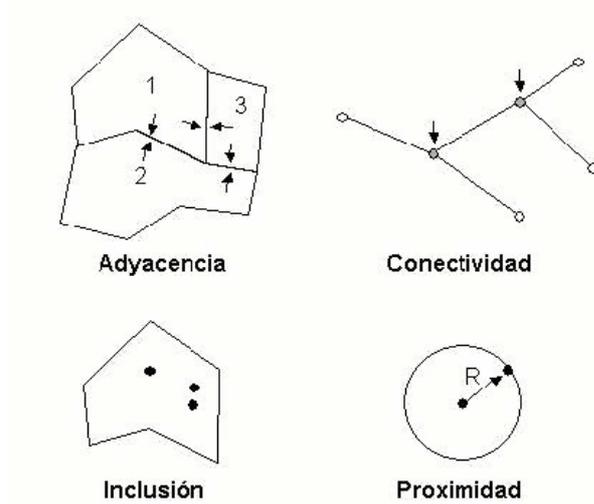


Figura 5— Relaciones topológicas

Gracias a estas relaciones topológicas podemos resolver preguntas como: ¿Qué pueblos componen cierta provincia?, ¿Qué usuarios se verán afectados por una nueva infraestructura? etc., así como efectuar cálculos como áreas, caminos críticos entre puntos, etc.

4.7. Modelos de representación

Un SIG ha de ser capaz de representar y almacenar entidades geográficas del mundo real mediante la representación y almacenamiento de las entidades gráficas en un sistema informático, es decir convertir los datos geográficos en registros discretos que puedan ser tratados informáticamente.

Existen dos formas de representar la información geográfica en un sistema informático, el modelo *raster* y el modelo *vectorial* (figura 6).

La diferencia entre uno y otro está en la manera de almacenar la información geográfica. Mientras que el modelo vectorial almacena las coordenadas de las formas geométricas que definen cada entidad, el modelo raster almacena una matriz de posiciones que adoptan el valor de la entidad que se representa en cada posición.

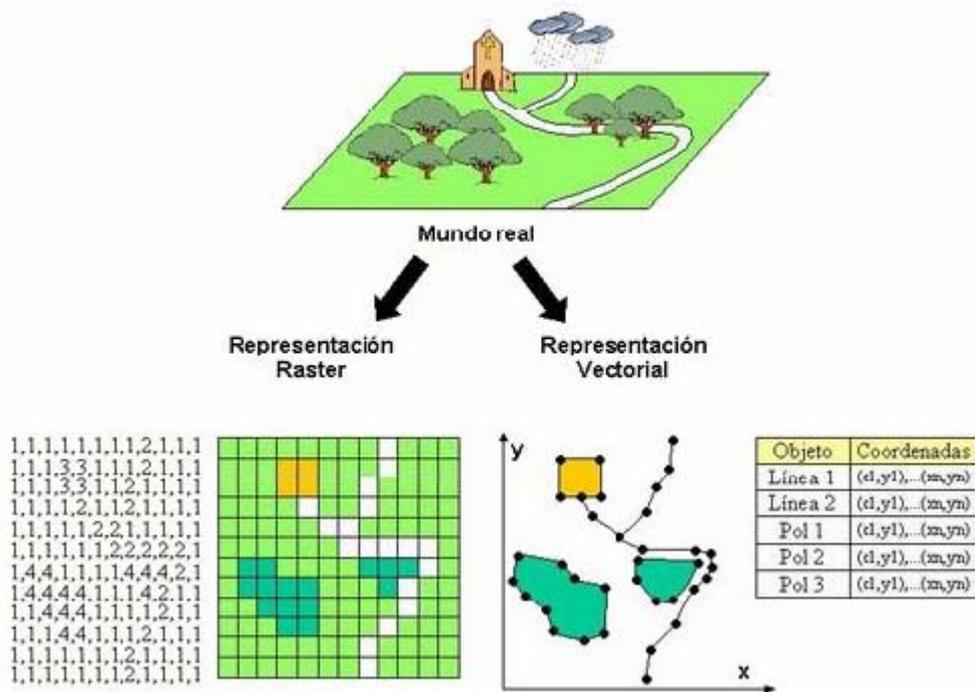


Figura 6— Modelo raster vs. Modelo vectorial

4.7.1. Modelo vectorial

En un modelo vectorial, las entidades geográficas se representan mediante elementos gráficos. Estos elementos se almacenan mediante el conjunto de coordenadas que forman su geometría.

Si por ejemplo se trata de un punto, sólo se almacenan un par de coordenadas. Si se trata de objetos lineales, se almacenan un conjunto de pares de coordenadas. Y si se trata de un objeto poligonal se almacena el conjunto de pares de coordenadas que define el contorno de dicho objeto (figura 7).

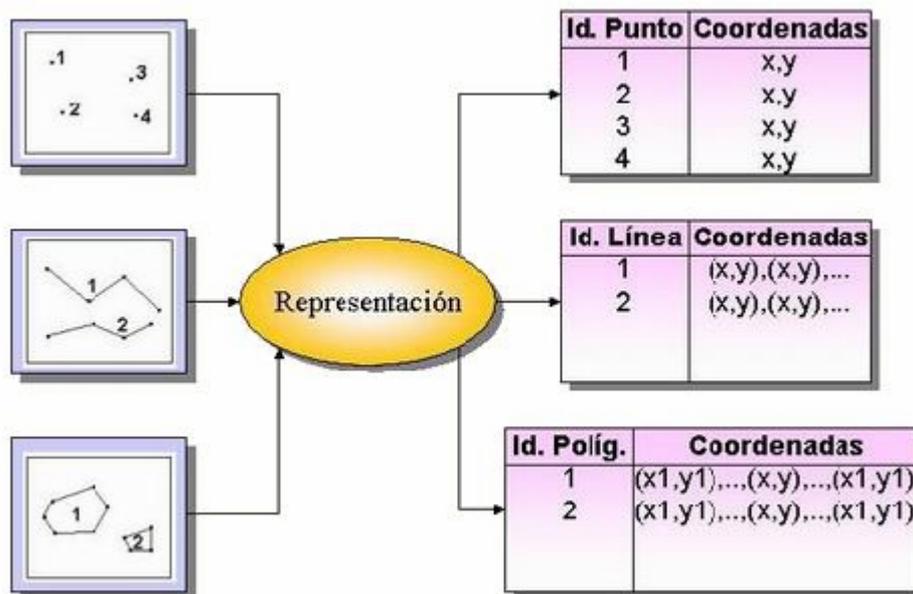


Figura 7— Representación de objetos vectoriales

La característica más importante de estos objetos vectoriales es que su localización geográfica puede ser definida independientemente, y con mucha precisión, mediante sus relaciones topológicas.

Tradicionalmente las relaciones topológicas se almacenaban mediante la estructura nodo-arco (figura 8):

- Arco: Conjunto de segmentos rectos conectados de forma que se comportan como un único elemento.
- Nodo: Son los puntos inicial y final de un arco o bien el punto inicial o final donde conectan tres o más arcos. Mediante los nodos se establece el sentido de un arco.

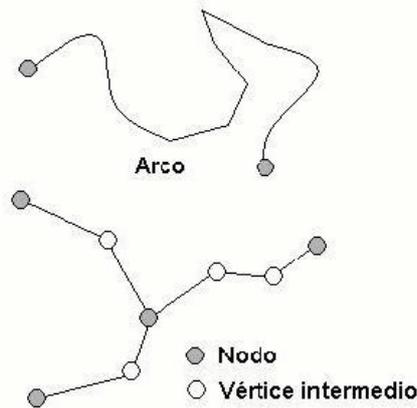


Figura 8— Relación Estructura arco-nodo

Sin embargo, actualmente la topología nodo-arco está en decadencia decantándose la mayor parte de SIG por modelos orientados a objetos (OO). De esta forma, se almacena cada una de las geometrías de manera independiente. Esto supone duplicar información (se acepta este inconveniente debido al bajo coste del almacenamiento) pero, a cambio, permite asociar comportamiento a los diferentes elementos del modelado. En estos modelos no se suele almacenar toda la topología de forma explícita, sino que parte se genera “al vuelo” calculándola según sea necesaria en tiempo real.

4.7.2. Modelo Raster.

En el modelo raster el espacio geográfico es dividido en sectores formando una matriz. Estos sectores reciben el nombre de píxel (figura 9).

El origen de la matriz, también denominada "malla coordenada", se establece en la esquina superior izquierda. Cada píxel tendrá un valor de forma que se establezca una correspondencia con la información geográfica que se encuentra en la posición del píxel.

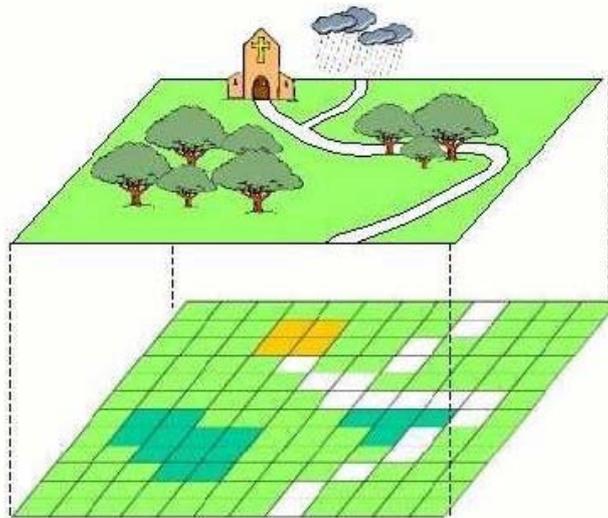


Figura 9— Representación en píxeles.

El tamaño del píxel marcará el tamaño de la malla y por tanto la precisión de la información representada. A menor tamaño de píxel, mayor precisión (figura 10).

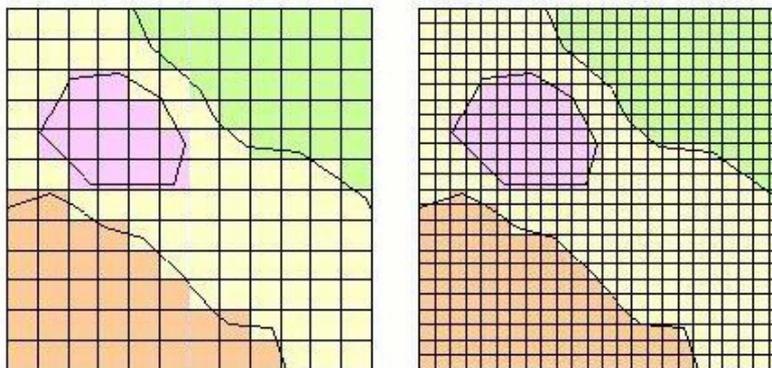


Figura 10— Relación píxel – precisión.

Hay que tener en cuenta la resolución de la malla dado que éste valor definirá el tamaño de la unidad mínima representada. Es decir, hay que tener en cuenta la precisión según los elementos geográficos que se deseen representar.

A la hora de almacenar la información, en el modelo raster a diferencia del modelo vectorial, se pueden establecer menos relaciones espaciales -en este caso entre píxeles- pues cada píxel es independiente del resto de píxeles que componen la malla. Es decir, no existen elementos lineales o poligonales, sino un conjunto de píxeles con el mismo valor que dan la sensación visual de formar figuras geométricas. Esto hace que se puedan establecer relaciones simples como la vecindad entre un píxel determinado y todos sus adyacentes.

La información en el modelo raster se almacena teniendo en cuenta los valores asociados a cada píxel y su posición. Existen varios métodos de almacenar esta información, pero entre los más usados esta el denominado método exhaustivo (que almacena los valores de la imagen) o bien mediante compresión de la imagen raster, almacenando posiciones que sustituyen a conjuntos de píxeles con el mismo valor.

4.7.3. Cuál es el mejor modelo

A la hora de elegir entre el modelo vectorial y el modelo raster se ha de tener en cuenta que cada modelo se adapta particularmente bien a determinados escenarios, Por ejemplo, si la variable a modelizar se comporta de forma continua en el espacio se usa de forma habitual el modelo raster. Sin embargo si la variable es discreta se usan ambos modelos no pudiéndose decir que uno sea mejor que otro de manera genérica.

Sí se pueden establecer unas pautas que nos indiquen qué modelo es el más adecuado (en caso de modelar variables discretas). De esta forma el modelo raster resulta óptimo en situaciones:

- Trabajos con grandes extensiones de terreno a pequeña escala (necesaria buena resolución).
- Los cálculos no necesitan de gran precisión.
- Necesidad de rapidez a la hora de realizar estudios de variabilidad temporal.
- En general, estudios sobre recursos naturales, impactos medioambientales, estudios climatológicos, impacto en superficies (como por ejemplo, zonas afectadas por incendios forestales), etc.

Por otro lado, será más conveniente el uso de un modelo vectorial en las siguientes situaciones:

- Trabajos con pequeñas extensiones de terreno ya sea a medianas o grandes escalas.
- Alta precisión en los cálculos y definición de entidades geográficas.
- Sea preciso definir relaciones topológicas de cierta complejidad.
- En general, estudios sobre edafología, gestión catastral, planificación urbana o local, prospecciones arqueológicas, etc.

La siguiente tabla nos muestra una comparativa entre el formato vectorial y raster:

Tabla 1—Tabla de comparación modelo Vectorial vs. Modelo Raster

Modelo Vectorial	Modelo raster
Ventajas	
La ocupación de espacio de memoria es menor	La captura de datos es más sencilla
La definición de entidades y el cálculo de magnitudes geométricas es más precisa	La estructura de datos es más simple
La representación de las relaciones topológicas es más óptima	La manipulación y gestión de la información resulta más sencilla
La representación gráfica está optimizada	
Inconvenientes	
La captura de datos es más costosa	La precisión en el cálculo de áreas y longitudes es menor
La estructura de datos es más compleja	La ocupación de espacio de memoria es mayor
La realización de ciertas operaciones (Comparación de mapas) es más dificultosa	La representación de ciertas relaciones topológicas es más dificultosa

4.8. Captura de información geográfica. Errores

Ya hemos mencionado al tratar los componentes de un SIG que los datos son la parte más importante del sistema. La captura y mantenimiento o actualización de la información geográfica tiene, sin duda, el mayor coste en tiempo y dinero del sistema.

Los datos geográficos pueden estar disponibles de múltiples formas, tanto analógicas como digitales (mapas, fotografías aéreas, imágenes de satélite, tablas, etc.) Una base de datos espacial puede ser construida de varios modos, o incluso usando varios de estos modos simultáneamente:

- Adquirir los datos digitales desde un suministrador especializado.
- Digitalizar datos analógicos.
- Interpolarse desde distintas observaciones puntuales a superficies continuas.

Los datos son materia "viva", con esto queremos decir que no son estáticos, sino que cambian en mayor o menor medida a lo largo del tiempo. Esto significa que en un SIG se han de mantener los datos en un estado de calidad óptimo, bien sea desde el punto de vista geométrico (posición exacta, carencia de errores topológicos, etc.) bien temático (fiabilidad de la información temática, correcta asociación con los datos gráficos, etc.) o bien temporal (los datos han de ser de la versión más actual posible).

En la captura de información geográfica es esencial prestar atención a los posibles errores cometidos durante el proceso de forma que se garantice la calidad de dichos datos y por extensión la calidad de los análisis y resultados posteriores.

Se pueden distinguir dos tipos de errores al trabajar con información geográfica en SIG:

- Errores debidos al método de captura de información.
- Errores debidos a la manipulación de información dentro del propio SIG.

Ambos tipos de errores se pueden producir tanto en la información gráfica como en la información temática y tienen como consecuencia directa una baja calidad de los resultados finales.

4.9. Sistemas de coordenadas

Al trabajar con un SIG es importante analizar las relaciones entre los objetos del mundo real. Debido a que un SIG debe dibujar la realidad, pero sin ser la realidad, es necesario que el dibujo sea tan preciso como sea posible.

Las entidades del mundo real representadas en un SIG necesitan la referencia espacial de los datos que las describen respecto a la situación física en la superficie terrestre. Esta referencia se denomina georreferenciación, la cual se realiza mediante un sistema de coordenadas.

Un sistema de coordenadas está constituido por un elipsoide, un datum, una proyección y unas unidades.

Para poder generar un mapa plano de una parte o la totalidad de la superficie terrestre, es necesario realizar una proyección partiendo de la superficie de una esfera (la tierra). Esta proyección de una esfera (asimilamos el cuerpo geométrico de la Tierra a una esfera aun cuando no lo es estrictamente) en una superficie plana, ha de contener forzosamente algún tipo de distorsión.

Existen varios tipos de proyecciones (figura 11), la cuales pueden estar clasificadas según distintos criterios: según la superficie usada para realizar la proyección de la esfera terrestre (cilíndrica, cónica, etc.), según la distorsión que contienen y las características que mejor se conservan, etc.

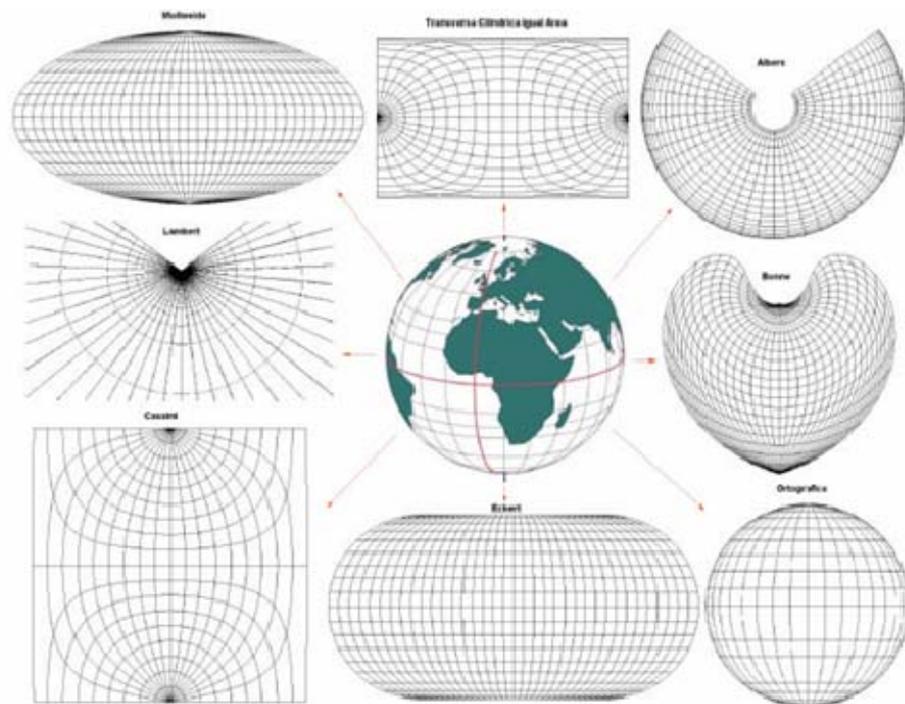


Figura 11— Ejemplos de proyecciones

El sistema de coordenadas más usado en el ámbito de los SIG es el denominado UTM (Universal Transverse Mercator) desarrollado por la US Army en los años 40.

UTM utiliza la proyección de "Gauss-Krüer" (cilíndrica), la unidad de medida es el metro. El mundo queda dividido Este-Oeste en 60 zonas numeradas del 1 al 60, teniendo cada una 6° de longitud. Las zonas están numeradas de Oeste a Este teniendo la zona 1 su límite Oeste con el meridiano 180°. La división Norte-Sur se efectúa en 20 zonas de latitud, comenzando en el ecuador. Estas zonas son de 8° exceptuando las más próximas a los Polos, las cuales son de 12 grados. Estas zonas tienen su propio sistema de coordenadas (figura 12).

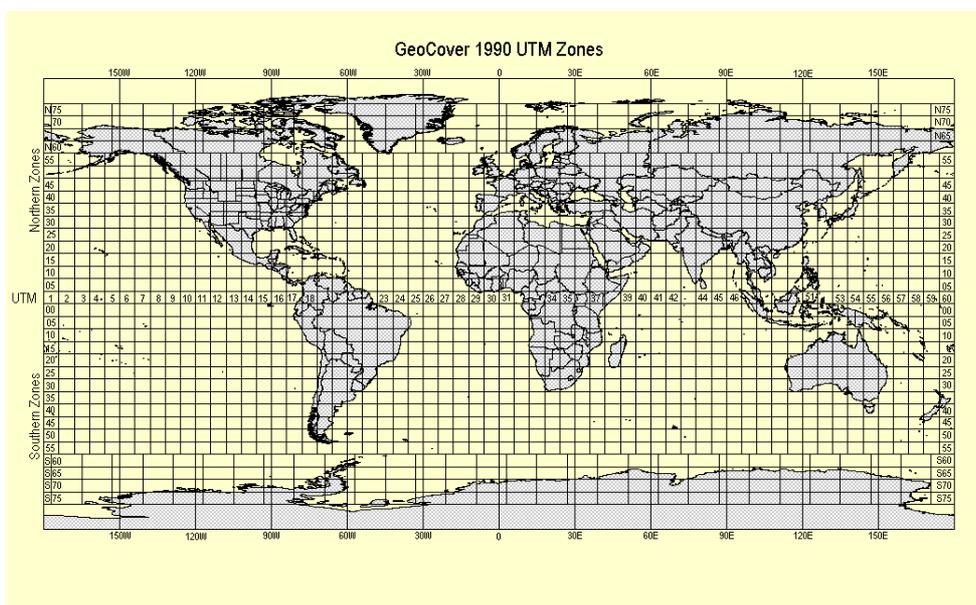


Figura 12— División en zonas según la proyección UTM

La proyección UTM se basa en un cilindro cuyo eje está orientado paralelo al plano del Ecuador.

Esta proyección está diseñada para que el error de escala no exceda del 0,1% dentro de cada zona, aumentando en regiones que abarquen más de una zona. Es importante señalar que no es una proyección que se adapte por igual a todos los casos, conserva los ángulos pero distorsiona todas las superficies sobre los objetos originales, así como las distancias.

- NOTA: Esta fuera del alcance de este proyecto efectuar un análisis más completo sobre las distintas proyecciones, pero es posible consultar abundante literatura al respecto, en concreto es recomendable el documento "Las coordenadas geográficas y la proyección UTM" de Ignacio Alonso Fernández-Coppel, de la universidad de Valladolid, disponible en la siguiente dirección: <http://www.elagrimensor.com.ar/elearning/lecturas/Las%20coordenadas%20geograficas.pdf>

5. PostgreSQL/PostGIS

Una vez definidos los conceptos básicos ligados a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), se presentarán a continuación las herramientas SIG que se emplearán a lo largo del proyecto. En primer lugar, se introducirá el gestor de BBDD PostGIS y su extensión espacial PostGIS.

Una base de datos espacial ha de permitir el almacenamiento y manipulación de datos espaciales mediante el lenguaje SQL extendido. En este proyecto se hará uso de la BD PostgreSQL además de su módulo espacial PostGIS que permite implementar metadatos y funciones geométricas y topológicas para el tratamiento de datos espaciales basándose en el estándar Simple Features for SQL del OpenGis Consortium¹.

5.1. Introducción

Las bases de datos espaciales tienen como característica el contener además de datos habituales en cualquier otra BD (texto, números, fechas, etc.) información relativa a la localización espacial de elementos geométricos.

PostgreSQL es un servidor de base de datos objeto relacional libre, el cual se distribuye bajo licencia BSD (Wikipedia, Licencia BSD). Se trata de un proyecto de código abierto, por lo que el desarrollo no está manejado por una sola compañía, sino que es una comunidad de desarrolladores y organizaciones comerciales las que trabajan en su desarrollo.

Esta comunidad recibe el nombre de PGDG (PostgreSQL Global Development Group)².

PostGIS es un módulo que añade soporte de objetos geográficos a PostgreSQL para su uso en sistemas GIS. Este módulo se distribuye bajo licencia GNU (Wikipedia, Licencia GNU).

5.2. Historia

Los comienzos de PostgreSQL se remontan al proyecto Ingres de la universidad de Berkeley. Este proyecto fue uno de los primeros intentos de implementar una base de datos relacional. Después de intentar explotar comercialmente el proyecto su jefe de proyecto, Michael Stonebraker, retorno a la universidad para trabajar en un nuevo proyecto basado en su experiencia con Ingres. Este proyecto se denominó post-ingres o Postgres.

Este nuevo proyecto pretendía resolver algunos de los problemas con el modelo de base de datos relacional planteados a comienzos de los 80.

¹ <http://www.opengeospatial.org/>

² <http://www.postgresql.org>

Principalmente trataba de resolver la incapacidad del modelo relacional para comprender objetos. Entre las funcionalidades añadidas se podía definir tipos y describir relaciones de forma que la BD podía obtener información de las tablas relacionadas mediante el uso de reglas.

En 1994 el proyecto se da por concluido, pero poco después dos graduados de la universidad empiezan a trabajar sobre el código de Postgres (licenciado bajo BSD) añadiendo soporte para SQL creando el denominado Postgres95.

Durante el año 1996 se incorporan al proyecto desarrolladores no pertenecientes a la universidad, decidiéndose cambiar el nombre a PostgreSQL, de forma que reflejase la característica del lenguaje SQL.

Posteriormente y hasta la fecha se han unido multitud de desarrolladores que han permitido incorporar nuevas características entre las que se incluye el módulo espacial PostGIS. PostGIS es un módulo desarrollado en su mayor parte por la empresa Refrations Research³, siendo su responsable Paul Ramsey⁴.

5.3. Características

Algunas de las características más relevantes de PostgreSQL/PostGIS se detallan a continuación:

- Alta concurrencia. Se permite que mientras un proceso escribe en una tabla, otros accedan a dicha tabla sin necesidad de bloqueos. El sistema se denomina MVCC, y gracias al mismo cada usuario tiene una visión consistente de los datos cuando se efectuó el último *commit*.
- Amplia variedad de tipos nativos. Se dispone de una amplia variedad de tipos nativos y adicionalmente los usuarios pueden crear sus propios tipos de datos los cuales son completamente indexables. Esto es lo que ha realizado el proyecto PostGIS, creando los tipos de datos GIS.
- Otras. Permite el uso de claves ajenas, disparadores vistas, permite mantener integridad relacional, herencia de tablas y tipos de datos y operaciones geométricas.

³ <http://www.refrations.net/>

⁴ <http://geotips.blogspot.com/>

5.4. Justificación de uso

PostgreSQL/PostGIS es un motor de base de datos muy usado en el ámbito de los SIG, fundamentalmente por su licencia de software libre. Adicionalmente, este tipo de licencia lo hace ideal para su uso académico frente a soluciones que pasan por la adquisición de licencia.

Esto hace que exista una gran comunidad de usuarios, lo que permite un continuo desarrollo y la disposición de una gran fuente de consulta de documentación y casos prácticos⁵.

⁵ <http://postgis.refractory.net/documentation/casestudies/>

6. gvSIG/SEXTANTE

En este capítulo se presenta la última de las herramientas SIG que se emplearán en la elaboración de este proyecto, utilizaremos como cliente SIG la herramienta GvSIG, además incorporaremos a GvSIG las extensiones SEXTANTE y Piloto Raster que nos permitirán ampliar sus funcionalidades básicas.

6.1. Introducción

GvSIG es un sistema que permite manejar información geográfica con precisión cartográfica. Esta herramienta nos permite usar información digital tanto en el modelo vectorial como en el raster así, como acceder a servidores de mapas que cumplan las especificaciones del OGC (Wikipedia, Licencia OGC). En definitiva, se trata de un cliente GIS de consulta, edición y creación de planos.

6.2. Historia

A finales del año 2003 la Consellería de Infraestructuras y Transportes de la Comunidad Valenciana publica el concurso para el desarrollo e implantación de un nuevo programa para el manejo de información geográfica (SIG). Este concurso contaba con financiación del Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) y de la propia Consellería. Finalmente es la empresa IVER⁶ la que participa en el desarrollo de la herramienta.

Desde entonces, ha sido continuo el desarrollo, adoptando en cada versión nuevas funcionalidades. De hecho, se puede consultar la hoja de ruta en su página Web donde se especifican las funcionalidades que se tienen previsto implementar en las versiones lanzadas durante el año 2008.

Mencionar también la participación de la universidad Jaume I que supervisa el desarrollo para que cumpla los estándares internacionales (Open GIS Consortium).

⁶ <http://iver.es>

6.3. Características

Algunas de las características más relevantes de gvSIG se detallan a continuación:

- El lenguaje de desarrollo es Java en su totalidad, aunque se incorporan algunas librerías externas para el acceso a formatos propietarios como ECW o MrSid.
- Software libre distribuido bajo licencia GNU GPL.
- Es multilenguaje, siendo muy sencillo incorporar el soporte para nuevos idiomas.
- Permite la creación de módulos o extensiones que añaden funcionalidad al sistema. De entre los módulos disponibles en el presente proyecto se utilizaran "Piloto Raster" que agrega nuevos formatos de imagen, paletas de color a un MDT, histogramas, recorte de capas así como nuevos filtros y "SEXTANTE" un modulo desarrollado por la Universidad de Extremadura junto con la Junta de Extremadura (Servicio de ordenación forestal, caza y pesca) que aporta mejoras en el análisis raster y vectorial mediante un conjunto de extensiones (más de 170) que dotan a GvSIG de las capacidades de análisis de la versión 1.0 de SEXTANTE.

Desde un punto de vista arquitectónico GvSIG se divide en tres partes como se aprecia en el diagrama representado en la figura 12:

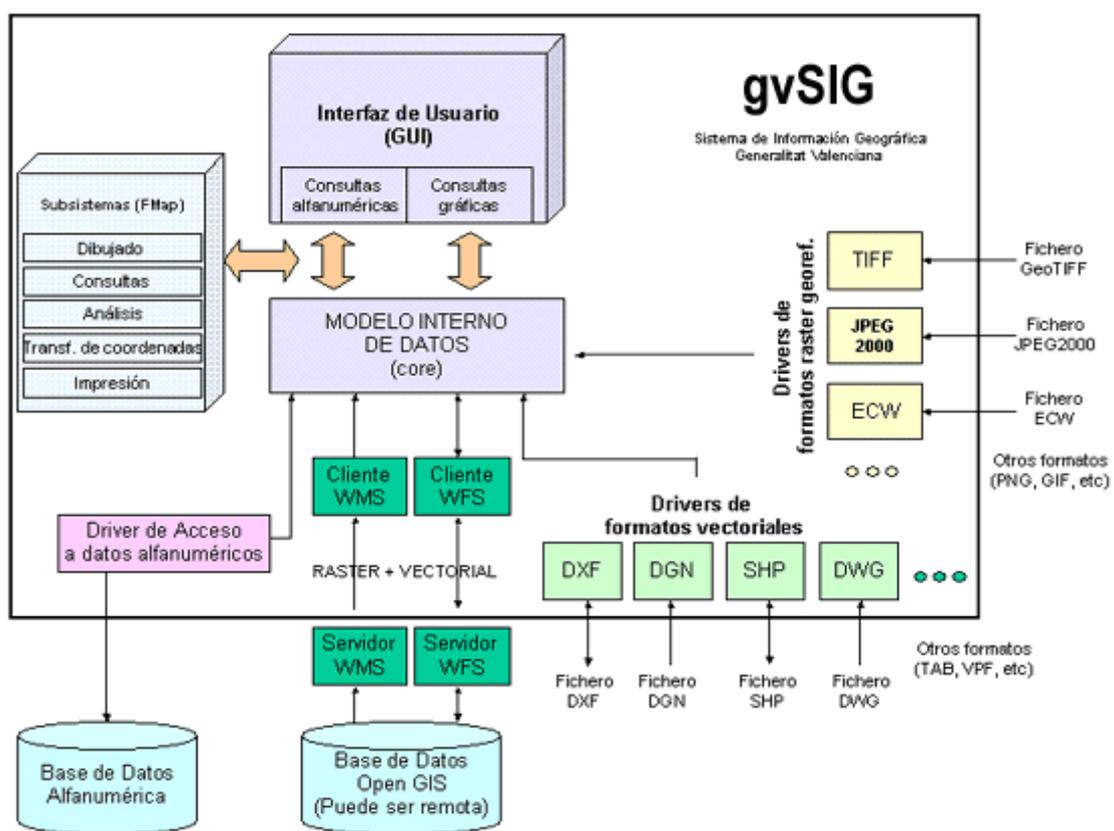


Figura 13— Arquitectura de GvSIG

- ANDAMI: Aplicación base extensible mediante "plugins". Se encarga de crear las ventanas, cargar y gestionar las extensiones, seleccionar la interfaz de usuario adecuada, habilitar el inicio de la aplicación mediante "Java Web Start", inicializar el idioma de la aplicación, etc. Esta aplicación es totalmente genérica, y sirve como semilla a cualquier aplicación MDI que se desee crear.
- FMAP o subsistemas: Librería de clases que permite crear aplicaciones GIS a medida. Incluye un núcleo interno ("core") con los objetos de bajo nivel necesarios para su funcionamiento (entidades JTS (Java Topology Suite) y entidades Java2D modificadas) además de los conversores adecuados y un conjunto de objetos para trabajar con esas entidades. Dentro de esta librería encontramos clases para leer y escribir los formatos soportados, dibujar los mapas a las escalas adecuadas, asignar leyendas, definir simbologías, realizar búsquedas, consultas, análisis, etc. Los *drivers* (lectores/escritores) de formatos se incluyen dentro de este apartado.

- GUI: Extensiones a la aplicación base que contienen además todo lo necesario para interactuar con el usuario. En esta librería de clases encontraremos la mayor parte de cuadros de diálogo que utiliza la aplicación final, así como las clases de soporte a esos cuadros de diálogo. Por ejemplo, aquí se encuentran los formularios para asignar leyendas, crear mapas, definir escalas, etc.

6.4. Justificación de uso

GvSIG no solo ofrece una interfaz amigable y sencilla, además nos permite acceder a los formatos más usuales, tanto raster como vectoriales y permite integrar datos locales y remotos. Es una herramienta orientada a usuarios finales, profesionales y administraciones públicas, además de ser especialmente interesante en el ámbito docente por su componente de investigación desarrollo e innovación.

Dentro del ámbito académico, que es el que nos engloba, es destacable su licencia GPL, es decir, se trata de código abierto y gratuito, de forma que se pueden ampliar sus funciones, e incluso desarrollar aplicaciones nuevas basándose en las librerías de GvSIG (utilizando la licencia GPL).

7. Metodología a usar

La metodología que nos permitirá generar una cartografía que identifique las áreas de actuación prioritaria para la ubicación de nuevos cortafuegos esta basada en la utilizada en el "Plan de áreas cortafuegos de Aragón" (Ramírez, 2007).

7.1. Técnicas

La técnica que se va a utilizar se basa en el uso del álgebra de mapas que permitan calcular escenarios partiendo de variables medioambientales georreferenciadas. Usaremos la propuesta de Ramírez adaptada de forma que se combine el riesgo potencial de incendio con la protección o calidad del medio. El resultado de sumar los valores de ambas capas se reclasificará en 5 clases de igual amplitud centrándonos en los valores (valores 7 y 8 de la suma) y 5 (valores 9 y 10 de la suma). De esta forma, se obtendrán los escenarios de actuación prioritaria en Cataluña según la matriz expuesta en la figura 1.

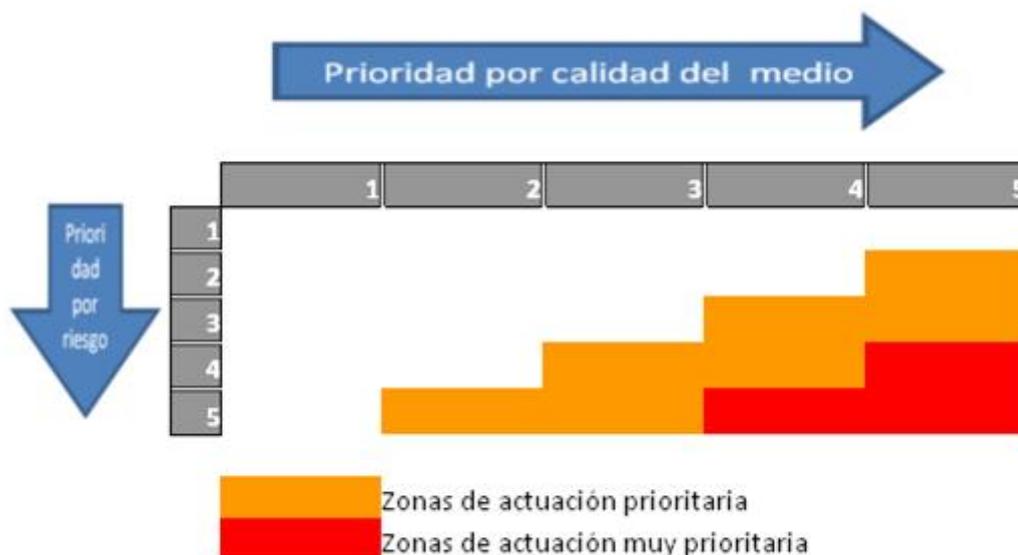


Figura 14— Matriz protección del medio/riesgo potencial de incendio

El objetivo será determinar aquellas zonas con una clasificación de 4 o 5 (valores finales obtenidos después de combinar dos capas raster según la matriz anterior).

7.2. Cálculo de la calidad del medio

Para poder obtener la primera entrada de la matriz, la capa raster de protección del medio, es necesario efectuar diversos análisis relacionados con parámetros que permiten evaluar la calidad del medio. A continuación se argumentan dichos análisis:

7.2.1. Análisis de los usos el suelo.

Partimos de una capa vectorial en la que tenemos categorizados los distintos usos del suelo según la tabla 1.

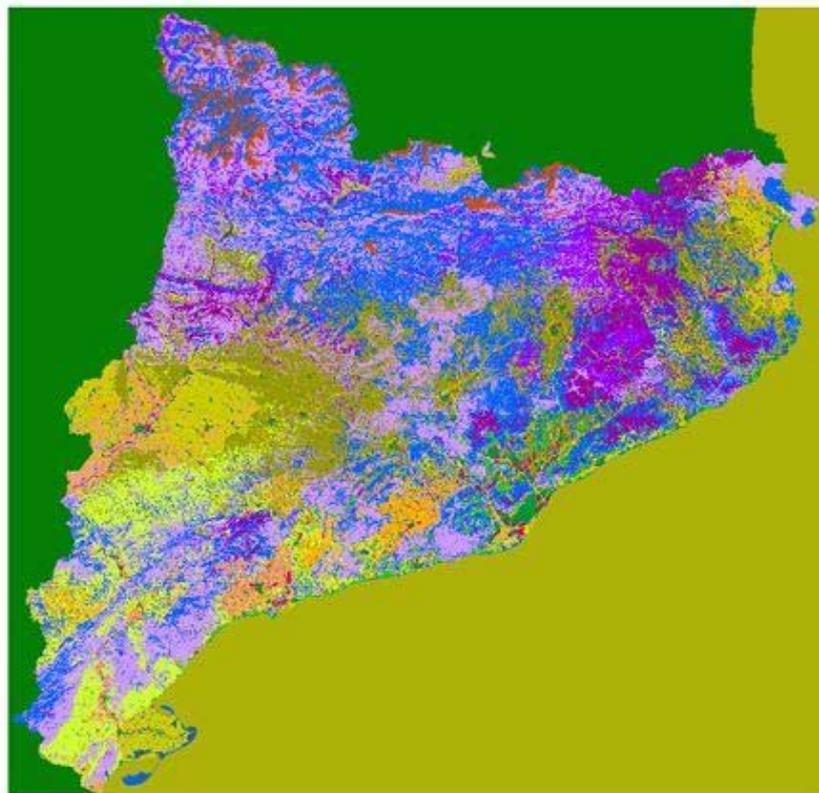


Figura 15—Capa vectorial de usos del suelo

Tabla 2—Tabla de categorización de los usos del suelo

Categoría	Usos del suelo
1	Fuera de Cataluña
2	Agua continental
3	Agua marina
4	Ventisqueros
5	Infraestructuras viarias
6	Urbanizaciones
7	Núcleos urbanos
8	Zonas industriales y comerciales
9	Cultivos herbáceos de secano
10	Cultivos herbáceos de regadío
11	Frutales de secano
12	Frutales de regadío
13	Viña

14	Prados supraforestales
15	Monte bajo y prados
16	Bosque de esclerófilos
17	Bosque de caducifolios
18	Bosque de aciculifolios
19	Vegetación de zonas húmedas
20	Suelo con vegetación escasa o nula
21	Zonas quemadas
22	Arenales y playas

Partiendo de la categorización descrita, se efectúa una reclasificación de los valores del campo categoría (tabla 1) según el siguiente criterio:

1	2	3	4
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7,	9, 10 ,11 ,12 ,13,20	14,15	16, 17, 18, 19, 8, 21,22

Para realizar esta clasificación, mediante gvSIG crearemos un nuevo campo en la tabla asociada a la capa. Este campo adoptará los valores según el anterior criterio de reclasificación, mediante la herramienta de filtros y calculadora de campos. Una vez calculado los valores del nuevo campo, procederemos a rasterizar (transformar de representación vectorial a raster) obteniendo la siguiente capa raster:

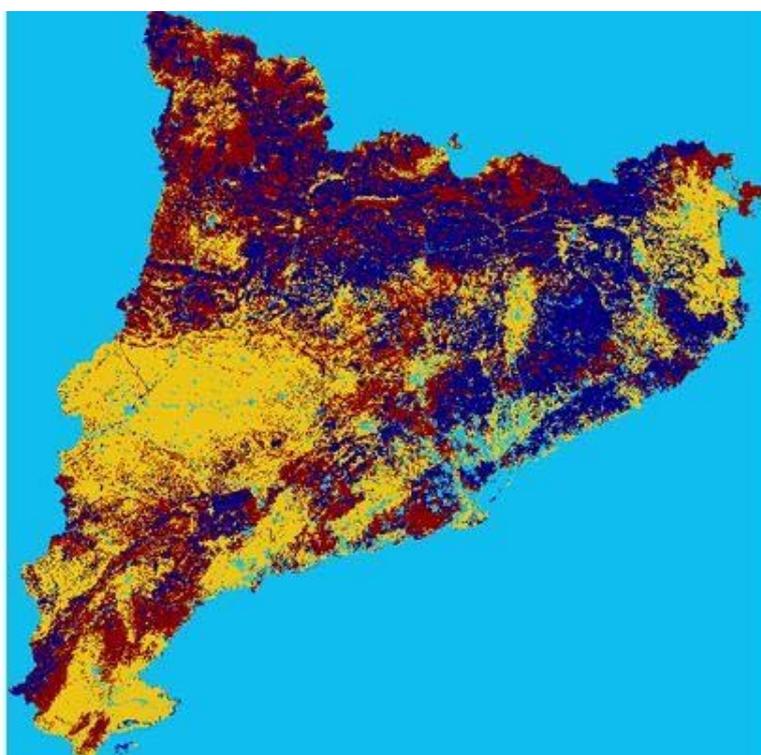


Figura 16—Capa raster de usos del suelo categorizada en 4 clases

Como se puede apreciar las categorías 3 y 4 corresponden a los usos del suelo más susceptibles de sufrir un incendio forestal o demandantes de mayor protección.

7.2.2. Análisis de la clasificación y régimen jurídico de los montes.

En este caso partimos de una capa vectorial en la que, entre otros, tenemos un atributo que nos indica la titularidad del bosque:



Figura 17—Capa vectorial clasificada según la titularidad de los bosques

Crearemos un campo nuevo que nos permita categorizar la titularidad el bosque según el siguiente criterio: se clasificará como 2 los bosques con algún tipo de gestión pública, con 1 los bosques con gestión privada y 0 el resto.

Posteriormente, rasterizamos según este nuevo campo para obtener una capa raster clasificada según los criterios de titularidad expuestos anteriormente.

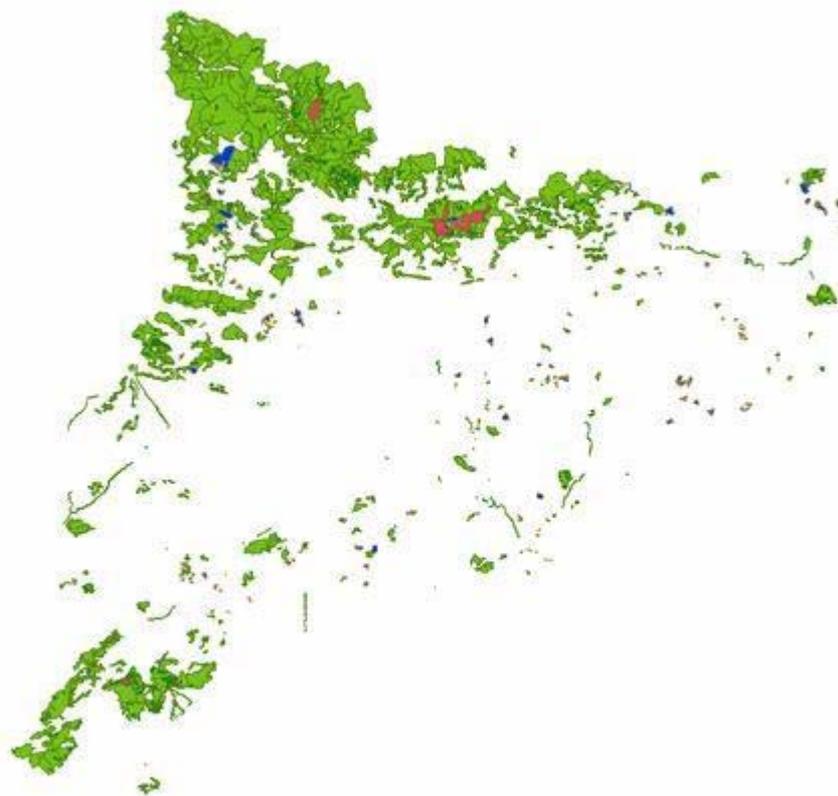


Figura 18—Capa raster con la titularidad de los bosques

De esta forma priorizamos los bosques de titularidad pública (valor 2, verde) sobre aquellos cuya titularidad es privada (valor 1, azul) o el resto (valor 0, rojo).

7.2.3. Análisis de la red de espacios naturales.

La capa de partida será una capa vectorial representando los espacios naturales protegidos:



Figura 19—Capa vectorial de espacios naturales protegidos

Esta capa contiene un atributo que nos indica las diferentes nueve áreas según su tipo de protección:

- Parque Nacional – pnac
- Parque Natural – pnat
- Paraje Natural de Interés Nacional – pnin
- Reserva Natural de Fauna Salvaje – rnfs
- Reserva Natural Integral - rni
- Reserva Natural Parcial – rnp
- Zona Periférica de Protección de Parque Nacional – zpnac
- Zona Periférica de Protección de Parque Natural – zpnat
- Zona Periférica de Protección de Reserva Natural - zrpn

Crearemos un nuevo campo o atributo que nos permita reclasificar estas áreas según el siguiente criterio:

Tabla 3—Tabla de categorización de los espacios naturales protegidos

1	2	3	4
pnac	pnat, pnin, rni	rnfs,rnp,zpnac	zpnat, zrpn

Una vez reclasificada la capa se rasterizará según el nuevo atributo, obteniendo la siguiente capa raster:

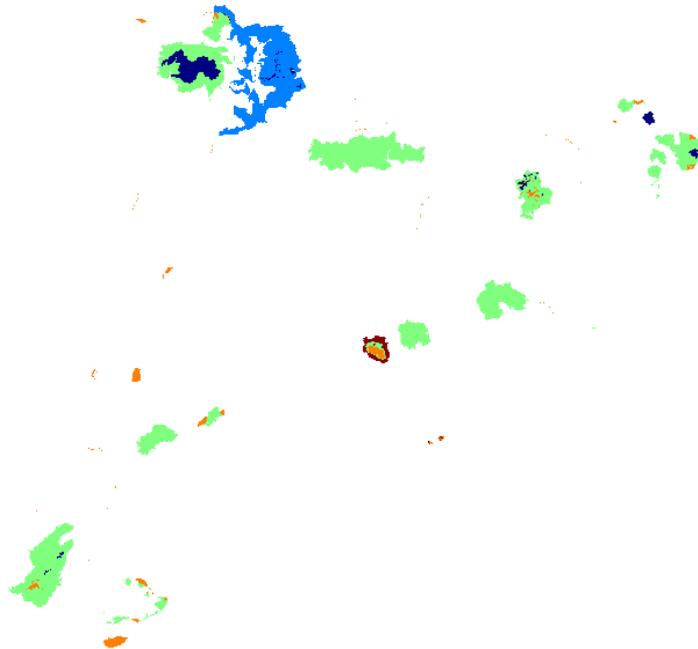


Figura 20—Capa raster de espacios naturales protegidos reclasificada

El objetivo es categorizar como áreas más susceptibles de actuación aquellas zonas periféricas a parques o reservas naturales, zonas estas en las que la construcción de un cortafuegos es menos deseable al significar la destrucción de una parte de la zona a proteger, siendo preferible que las actuaciones se concentren en las zonas periféricas.

7.2.4. Análisis de asentamientos urbanos.

Partimos de una capa vectorial que nos indica los núcleos urbanos de Cataluña:

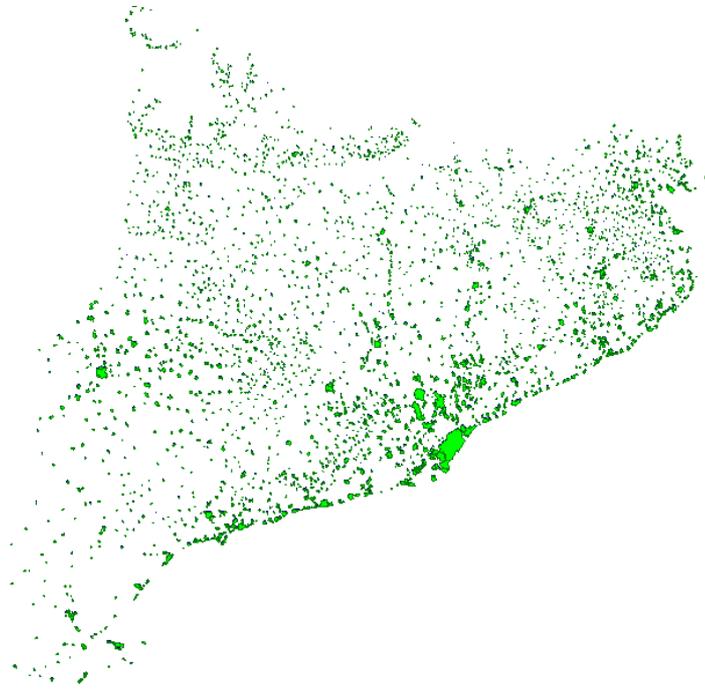


Figura 21—Capa vectorial de núcleos urbanos

Podemos rasterizar dicha capa según el atributo “PERÍMETRO” pues nuestro objetivo es saber la presencia o no de un núcleo urbano. Para que en la capa raster aparezca un 1 sobre la ocurrencia de núcleo urbano, efectuamos una reclasificación mediante las herramientas SEXTANTE de gvSIG (Herramientas de capas raster categóricas) utilizando en la tabla de asignación una línea para el rango de valores a reclasificar.

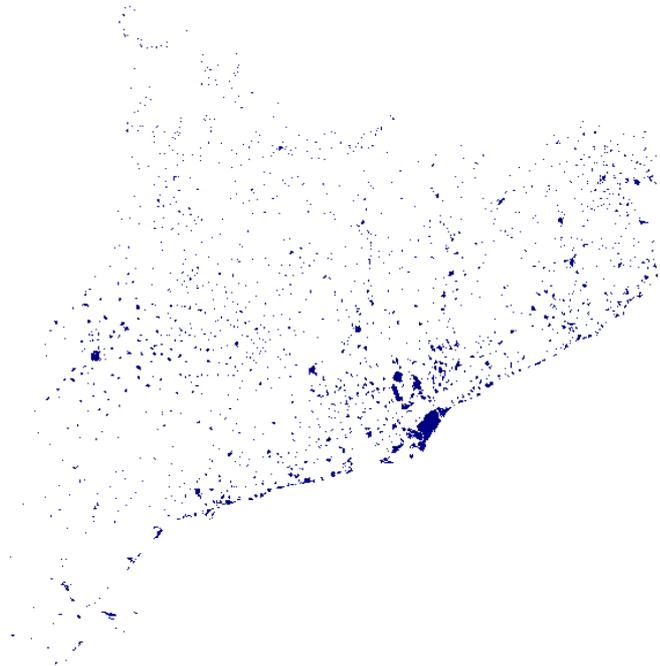


Figura 22—Capa raster de presencia de núcleos urbanos

Evidentemente, las zonas de núcleo urbano no son de interés en nuestro objetivo. En la reclasificación efectuada se intercambian los valores 1 por el valor 0 y viceversa, de esta forma, los núcleos urbanos tienen valor 0, es decir, no tienen valor medioambiental, mientras el resto de superficie tiene valor 1.

7.2.5. Obtención de la capa de calidad del medio.

La capa raster de calidad del medio se obtiene mediante la herramienta "SEXTANTE" Calculadora de mapas (Herramientas de cálculo para capas raster).

En este caso sumamos las capas obtenidas anteriormente mediante la herramienta de cálculo de capas raster de SEXTANTE para posteriormente reclasificarla en 5 clases (Dividir en n clases de igual amplitud) para finalmente obtener la capa raster de calidad del medio que muestra la siguiente figura. Aunque en este caso se han ponderado todas las capas de idéntica manera, pudiera haberse dado un "peso" distinto a cada una de las capas realizando la suma mediante una formula similar a esta:

$(\text{Parámetro 1}) * (\text{Capa A}) + (\text{Parámetro 2}) * (\text{Capa B}) + (\text{Parámetro 3}) * (\text{Capa C}) \dots$

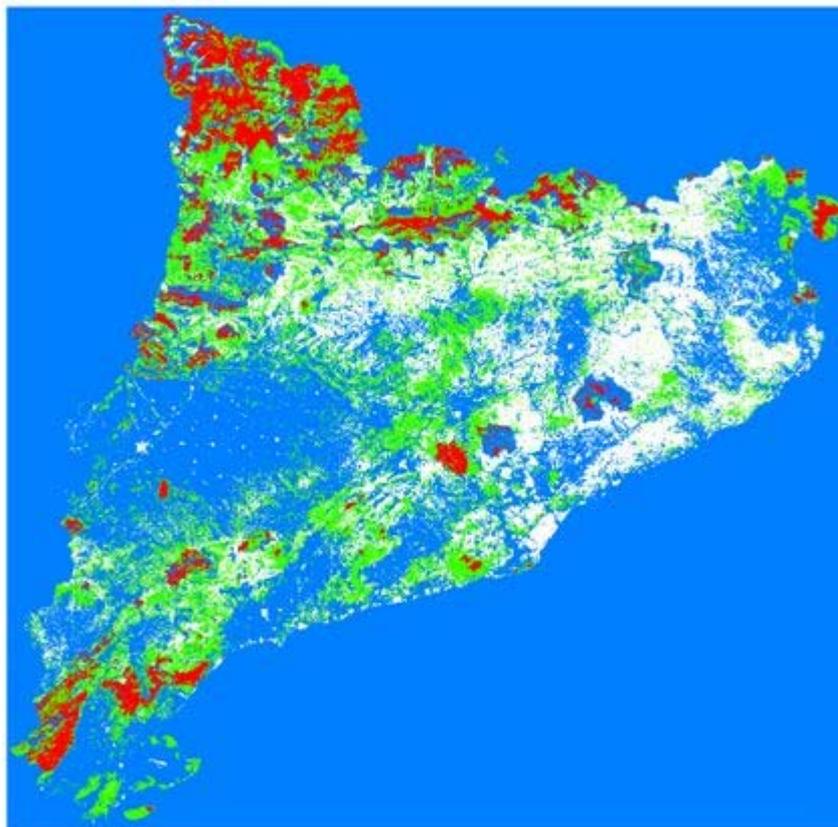


Figura 23—Capa raster Calidad del medio

Esta capa nos ofrece información acerca de las zonas que según los criterios expuestos consideramos objetivos de actuación (por ahora solo desde el punto de vista de la calidad del medio) categorizadas del 1 al 5 de menor a mayor importancia.

7.3. Cálculo del riesgo potencial de incendio

Tras el cálculo de la primera entrada de la matriz que usaremos en nuestra metodología, es necesario calcular la segunda entrada, referida a riesgo potencial de incendio. Como ocurría en la capa de calidad del medio, será necesario efectuar un análisis de los datos relacionados con los riesgos de incendio.

7.3.1. Análisis de la peligrosidad estadística.

En este caso el análisis parte de dos capas. Por un lado, una capa raster de peligrosidad estadística de incendios:

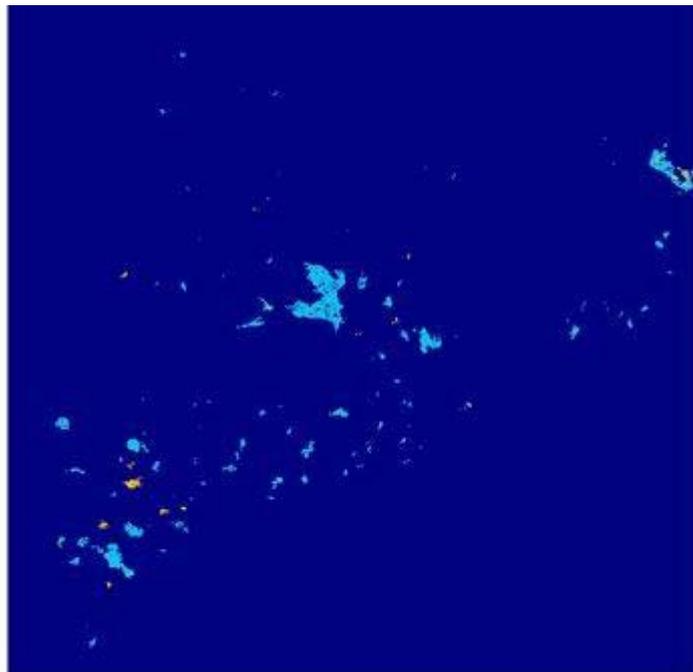


Figura 24—Capa raster de peligrosidad estadística de incendios

Además, contamos con la capa vectorial de municipios de Cataluña:



Figura 25—Capa vectorial de municipios

El objetivo es obtener una capa vectorial que nos indique la peligrosidad estadística por municipios. Mediante la herramienta SEXTANTE (Herramientas para capas vectoriales/Estadísticas de Grid en polígonos) obtenemos esta capa vectorial, que hay que reclasificar en 4 clases atendiendo a la distribución de los valores de peligro. Esta capa tendrá 4 rangos de peligrosidad con independencia de su superficie. Rasterizamos esta capa y mediante la herramienta (Herramientas para capas raster categóricas/ Dividir en n clases de igual amplitud) obtenemos la capa raster de peligrosidad estadística:

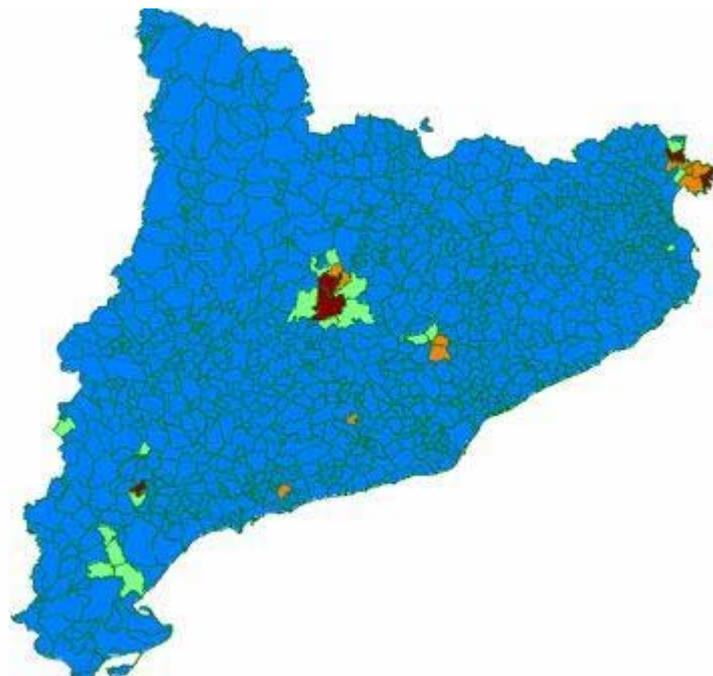


Figura 26—Capa raster de peligrosidad estadística

7.3.2. Análisis de la peligrosidad de incendio.

Partiendo de la capa vectorial de peligrosidad de incendio (por simulación) obtenida de Medio Ambiente de la Generalitat:

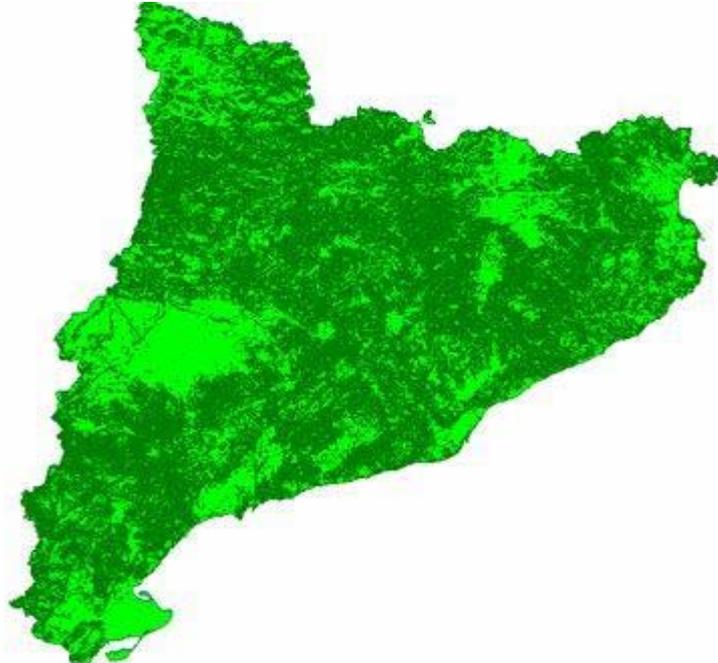


Figura 27—Capa vectorial de peligrosidad de incendio por simulación

Rasterizamos la capa anterior y mediante las extensiones SEXTANTE (Herramientas sobre capas raster categóricas/Dividir en n clases de igual amplitud) obtenemos una capa raster con un nuevo campo o atributo que presenta una distribución de peligrosidad de 1 a 4:

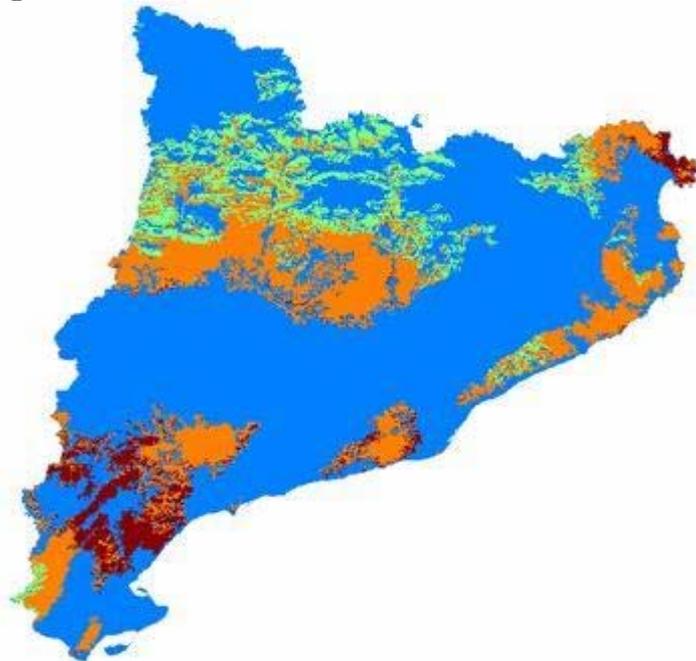


Figura 28—Capa raster de peligrosidad de incendio

7.3.3. Obtención del riesgo potencial de incendio.

Efectuamos una suma de las dos capas anteriores (peligrosidad estadística y peligrosidad de incendio), reclasificando nuevamente en 5 clases, para obtener la capa raster final de riesgo potencial de incendio:

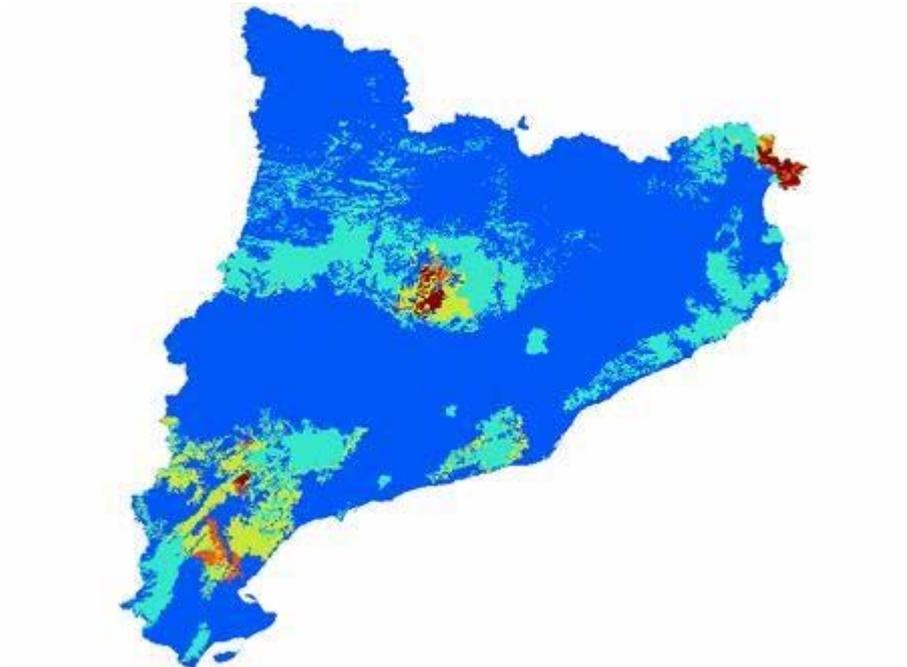


Figura 29—Capa raster de riesgo potencial de incendio

De nuevo sería posible parametrizar ambas capas al realizar la suma (por ejemplo si se deseara otorgar más “peso” o importancia a los datos de la capa de peligrosidad estadística frente a la capa de peligrosidad de incendio, o viceversa). Sin embargo, el cálculo se ha realizado ponderando ambas capas por igual.

En todo caso la formula usada sería:

$$(\text{Parámetro } 1) * (\text{peligrosidad estadística}) + (\text{Parámetro } 2) * (\text{peligrosidad de incendio})$$

7.4. Cálculo de escenarios de actuación

El siguiente paso consiste en cruzar la información de la capa de calidad del medio con la capa de riesgo potencial de incendio, siguiendo la matriz propuesta en la metodología inicial. Para ello podemos sumar ambas capas mediante la herramienta de SEXTANTE cálculo de capas raster (Calculadora de mapas) para posteriormente reclasificar la capa resultante en 5 clases.

Esta reclasificación otorga a los valores 9 y 10 la categoría 5, a los valores 7 y 8 la categoría 4, a los valores 5 y 6 la categoría 3, a los valores 3 y 4 la categoría 2 y a los valores 1 y 2 la categoría 1. Si recordamos la matriz de la figura 14, serán las categorías 4 y 5 las que finalmente nos interesen (zonas de actuación prioritaria y zonas de actuación muy prioritaria respectivamente).

Obteniendo la siguiente capa:

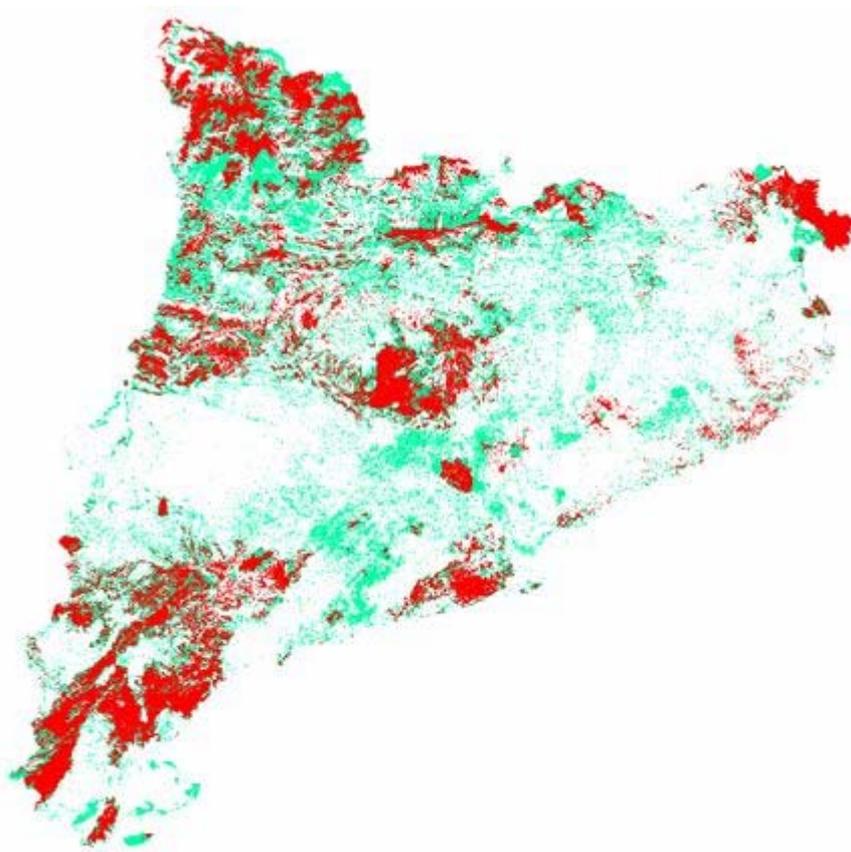


Figura 30—Capa raster con escenarios de actuación

De esta forma hemos obtenido una capa raster categorizada con valores del 1 al 5 indicando la importancia del escenario de actuación en orden creciente.

8. Diseño flujo de datos

El siguiente esquema ilustra el procedimiento de flujo de datos de manera resumida:

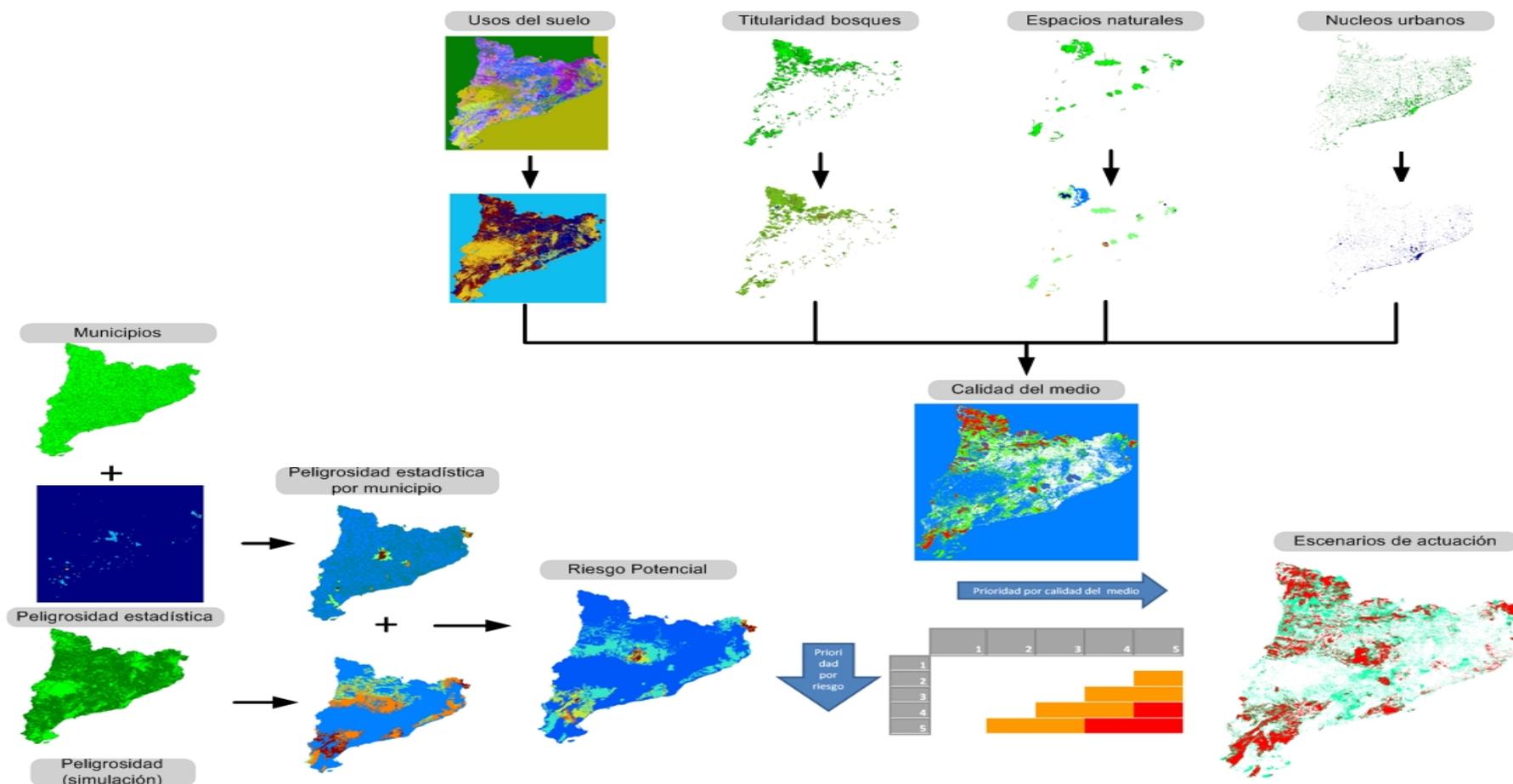


Figura 31—Flujo de datos para la aplicación de la metodología propuesta

En figura anterior (31) se pueden apreciar los pasos previos efectuados para aplicar la metodología propuesta. De manera resumida, se diferencian por un lado, los pasos efectuados para obtener la capa de calidad del medio, y por otro lado los pasos efectuados para obtener la capa de riesgo potencial.

Para efectuar el cálculo de la calidad del medio se han utilizado cuatro capas (Espacios naturales protegidos, núcleos urbanos, usos del suelo y régimen de montes). En cada una de estas capas se ha realizado una reclasificación previa de las variables medioambientales objeto de estudio, y en aquellas capas vectoriales se ha efectuado una rasterización para convertirlas a formato raster. La suma de estas cuatro capas tiene como resultado la capa de calidad del medio (capa raster) clasificada en cinco clases atendiendo a la prioridad en orden ascendente (de 1 a 5).

Respecto a la capa de riesgo potencial en primer lugar partimos de una capa raster de peligrosidad estadística para junto con una capa vectorial con los municipios obtener una capa vectorial de peligrosidad estadística por municipio (clasificada en 4 rangos de peligrosidad con independencia de la superficie que ocupen).

Paralelamente, se obtiene una capa vectorial de peligrosidad de incendio (partiendo de la capa de peligrosidad de incendio obtenida por simulación) con un campo de distribución de peligrosidad de 1 a 4. Esta capa junto con la capa de peligrosidad estadística de municipio se rasterizan y se suman para reclasificar en 5 clases.

De esta forma ya tenemos las dos capas de entrada para la matriz de decisión calidad-riesgo. De dicha matriz obtendremos una única capa con los escenarios prioritarios de actuación. Nos interesaremos por los valores del 7 al 10 que se reclasificaran como 4 (valores 7 y 8) y 5 (valores 9 y 10).

9. Localización de aéreas prioritarias

Una vez definidas las áreas prioritarias de actuación se ha de tener en cuenta la fragmentación del medio, esto es, hay que tener en cuenta la presencia de ríos y carreteras así como las fronteras propias de Cataluña para delimitar correctamente las áreas prioritarias.

El primer paso es partir de las capas vectoriales con la infraestructura de carreteras, los ríos así como de la frontera, posteriormente definiremos para cada una de estas capas un área de influencia. De esta forma estableceremos un área de 200 metros englobando a ambos lados. Esta zona no será considerada como zona prioritaria.

A continuación se describe el proceso seguido en cada una de estas capas.

9.1. Cálculo del área de influencia de carreteras

Partimos de una capa vectorial con la infraestructura de carreteras. Mediante la herramienta "gestor de geoprocesos" de gvSIG calculamos el área de influencia definida por una distancia de 200 metros:

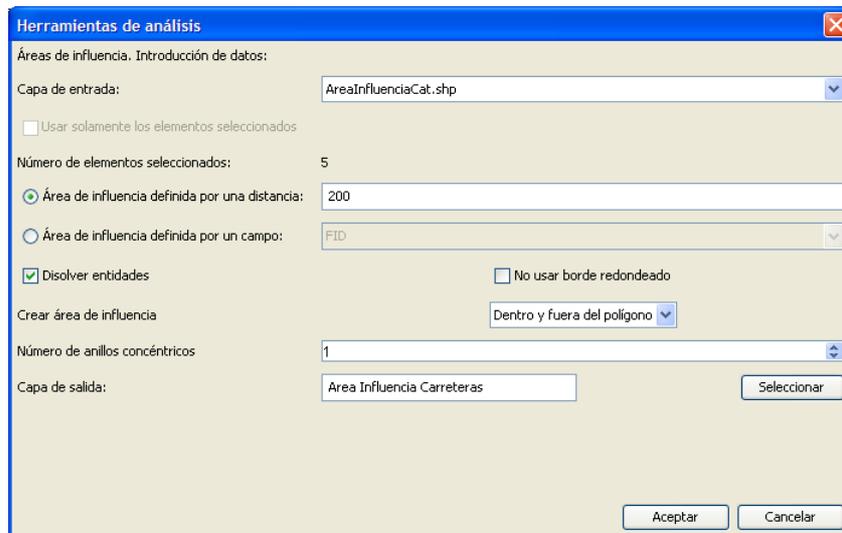


Figura 32—Cálculo de área de influencia mediante geoproceso

Obteniendo la capa vectorial que representa el área de influencia calculada:

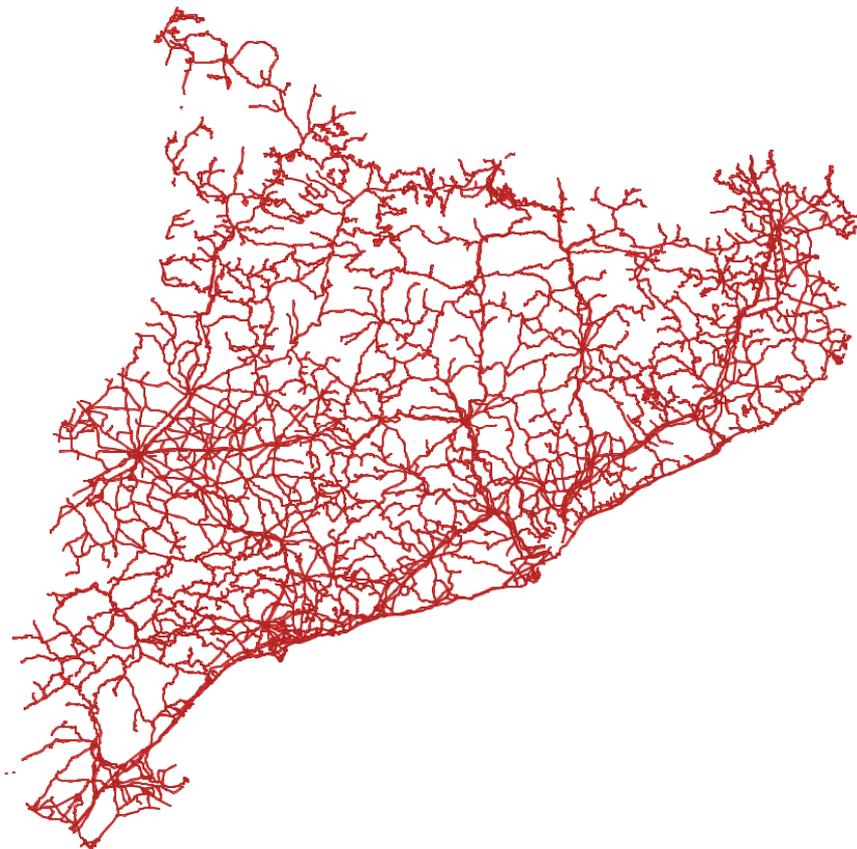


Figura 33—Capa vectorial de las zonas de influencias de carreteras

9.2. Cálculo del área de influencia de ríos

De igual forma que se ha procedido con la capa vectorial de carreteras calculamos el área de influencia de los ríos de Cataluña partiendo de una capa vectorial en la que se encuentran representados todos los ríos.



Figura 34—Capa vectorial de las zonas de influencias de ríos

9.3. Cálculo del área de influencia de la frontera de Cataluña

Por ultimo y repitiendo el proceso seguido para el cálculo de las áreas de influencia de ríos y carreteras, calculamos el área de influencia de la frontera de Cataluña.



Figura 35—Capa vectorial de las zonas de influencias de frontera

9.4. Unión de áreas de influencia

El siguiente paso consiste en efectuar una unión de todos los polígonos generados en las tres capas de áreas de influencia en una sola capa vectorial que represente el conjunto de áreas de influencia. Esta operación se realiza con la herramienta “gestor de geoprocetos”, concretamente mediante el geoproceto de solape “Unión”:

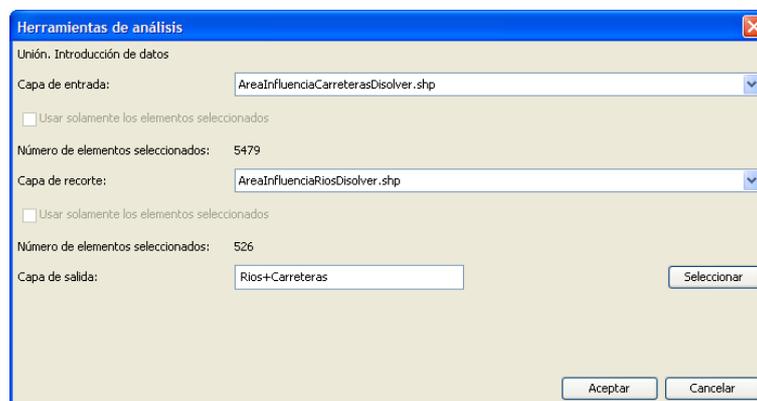


Figura 36—Herramienta de Geoproceto Unión

Este proceso de unión se realizará dos veces, pues hay que unir tres capas vectoriales. El resultado es una capa vectorial con el conjunto de zonas de influencia. Si rasterizamos esta capa obtendremos una nueva capa raster que tendrá valor 1 en las zonas de influencia y 0 en el resto, sin embargo, nuestro propósito es justamente el contrario. Las zonas cerradas, serán aquellas de nuestro interés, por lo que el valor que han de tener es 1 y las zonas de influencia, donde no se ubicaran áreas prioritarias, tendrán valor 0. Esto se consigue mediante las herramientas SEXTANTE. Concretamente invirtiendo los valores de la capa raster. Finalmente obtendremos una capa raster con las áreas de influencia a valor 0 y el resto 1:



Figura 37—Capa raster de zonas de influencias

9.5. Obtención de áreas prioritarias

Partiendo de la capa raster de zonas de influencia y de la capa raster con los escenarios de actuación podemos obtener las zonas prioritarias de actuación. Para obtener la capa raster que represente dichas zonas utilizamos la calculadora de mapas de las herramientas SEXTANTE. En concreto efectuamos una multiplicación entre ambas capas, de esta forma el resultado presentara el valor 0 en las zonas de influencia y el valor original de la capa raster de escenarios de actuación (valores reclasificados en 5 clases).

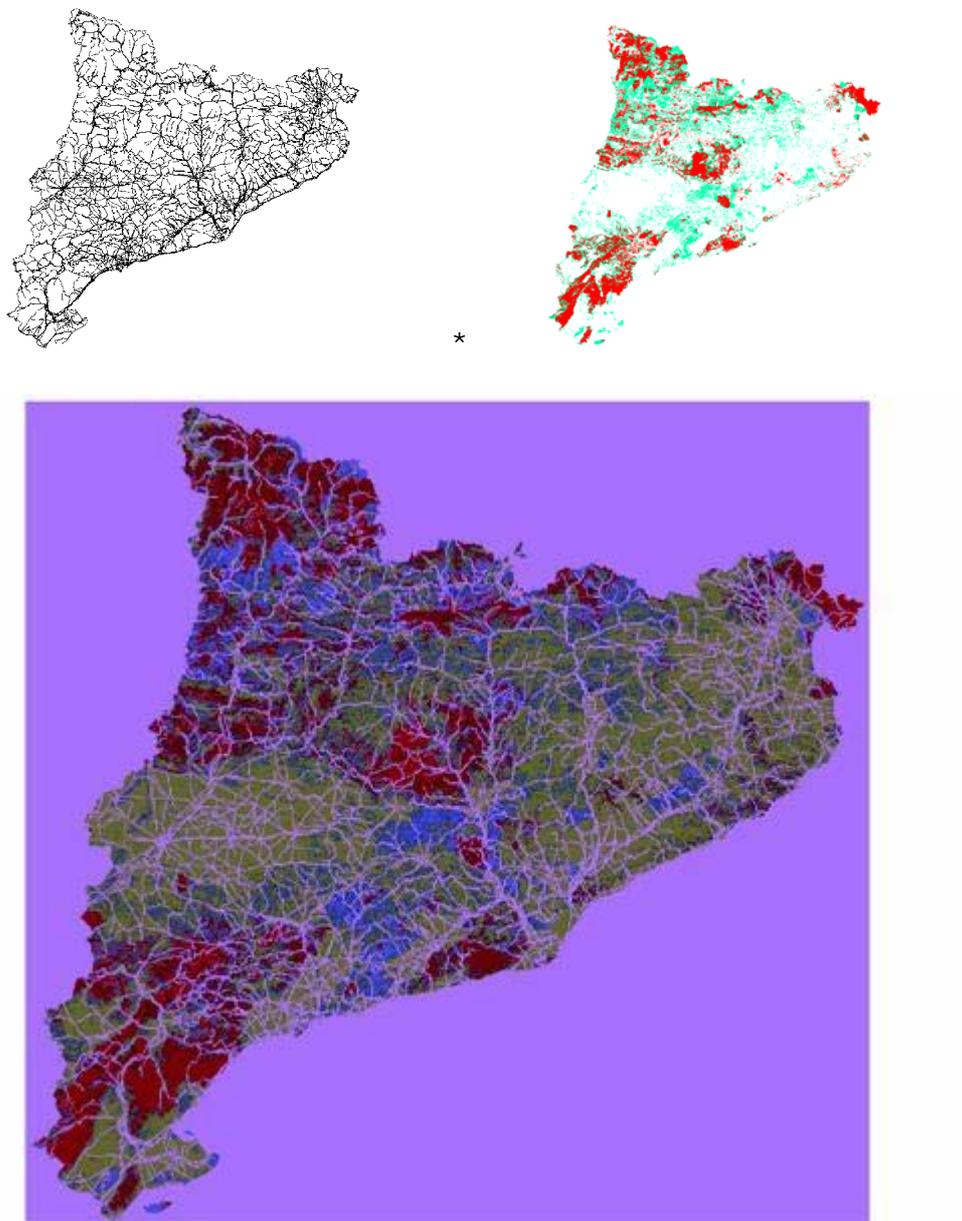


Figura 38—Capa raster con zonas de actuación prioritaria

Partiendo de la capa raster con las zonas de actuación prioritaria, procedemos a vectorizar dicha capa mediante las herramientas SEXTANTE (Vectorización / Vectorizar capa raster).

A continuación se representa esta capa vectorial mostrando los polígonos con los valores escogidos como de actuación prioritaria:

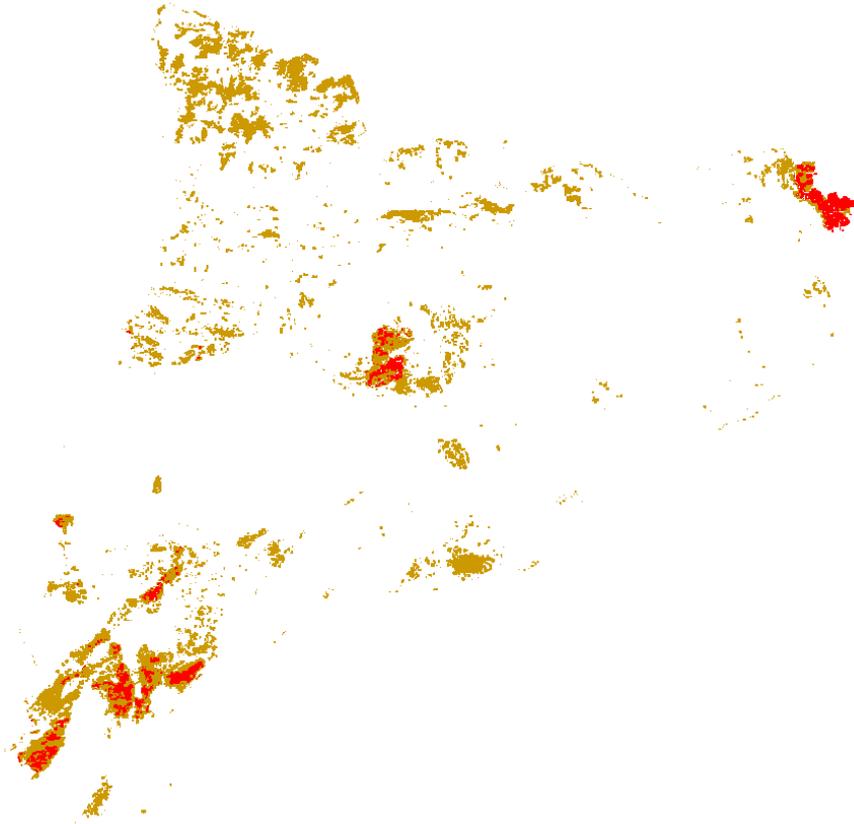


Figura 39—Capa vectorial con zonas de actuación prioritaria atendiendo a los criterios seleccionados

Aún cuando esta capa es la que utilizaremos para construir los mapas, sería posible clasificar las zonas de actuación prioritaria (ambas o alguna de las dos) atendiendo a su tamaño. Puesto que no se dispone de valores de referencia para considerar un área mínima no se efectúa esta clasificación a la hora de realizar los mapas finales. Sin embargo, al considerarlo un paso lógico, se muestra a continuación un ejemplo de las siete áreas de mayor extensión (en negro) en la figura 50.

En este caso se han buscado las siete áreas de mayor extensión de ambas zonas de actuación (muy prioritaria y prioritaria) observándose que las de mayor extensión se corresponden todas a zonas de actuación prioritaria



Figura 40—Capa vectorial con las siete mayores zonas de actuación prioritaria marcadas en negro

10. Resultados – Mapas

Una vez obtenida la capa vectorial representando las áreas objetivo de acciones prioritarias se han de presentar adecuadamente mediante la creación de mapas. En gvSIG la creación de mapas se basa en las vistas creadas, pudiendo además incorporar diversos elementos habituales en un mapa cartográfico como pudieran ser escala, indicación de norte, leyenda, imágenes así como texto explicativo.

En nuestro caso se optado por incorporar una nueva capa WMS que obtiene datos del servidor WMS del instituto cartográfico de Cataluña. En concreto se ha optado por incorporar dos capas distintas, por un lado la capa con el mapa topográfico de Cataluña a escala 1:250000 así como otra capa con el mapa imagen de satélite también a escala 1:250000.

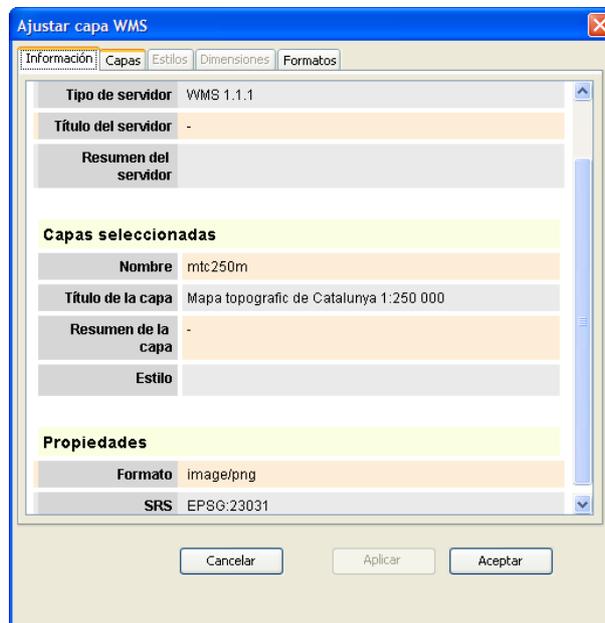
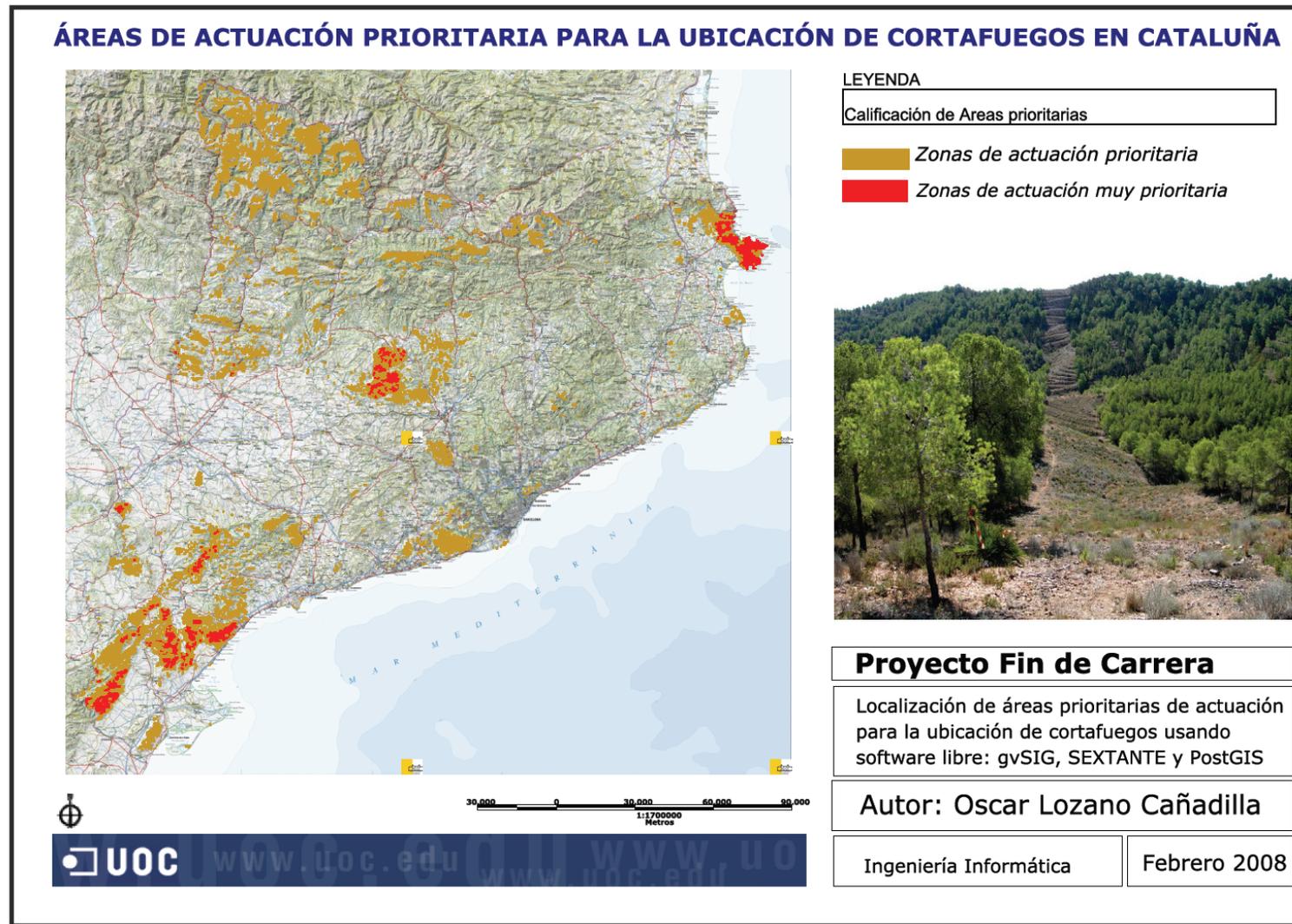


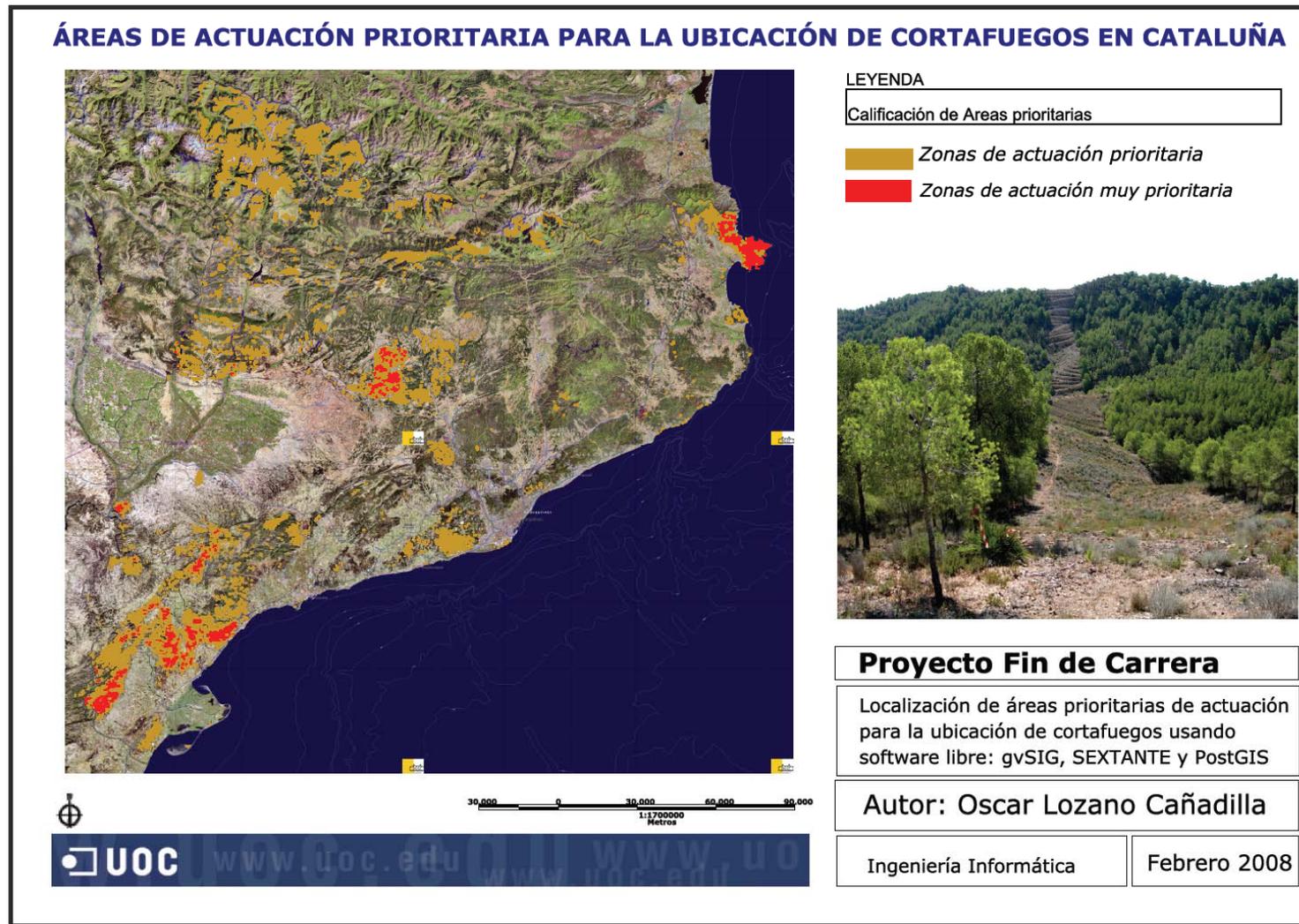
Figura 41—Capas WMS añadidas

Evidentemente, estos mapas podrían ser personalizados, incluyendo otras capas, según la utilidad o destino de los mismos.

10.1. Mapa uno



10.2. Mapa dos



11. Programación extensión gvSIG SEXTANTE

En el capítulo anterior hemos podido calcular los escenarios de actuación mediante un conjunto de herramientas presentes en gvSIG, especialmente las extensiones SEXTANTE, que se pueden encontrar en el gestor de extensiones.

Uno de los paradigmas de este Proyecto Fin de Carrera, es el uso de software libre para su realización. Esto significa que existe la posibilidad de modificar o ampliar las funcionalidades de gvSIG y en particular de las extensiones SEXTANTE, de forma que se puedan implementar algoritmos de análisis geográfico sobre gvSIG valiéndose de la estructura creada por sus desarrolladores.

En este capítulo se presentara cómo programar una nueva extensión de SEXTANTE, basándonos en un proyecto plantilla preparado por los desarrolladores de SEXTANTE para ser utilizado en la creación de una nueva extensión. Finalmente comprobaremos como este proyecto de ejemplo se incorpora al gestor de extensiones.

11.1. Incidencias

El objetivo inicial pasaba por realizar la programación de una extensión de gvSIG/SEXTANTE que permitiese automatizar de algún modo parte del proceso que se ha seguido para la obtención de la capa de escenarios de actuación. Sin embargo, dicho objetivo no se ha podido cumplir debido a los siguientes condicionantes:

- No se disponía de documentación alguna para la configuración del entorno de desarrollo. Aun así, se ha realizado una búsqueda exhaustiva, revisando la documentación tanto de gvSIG como de SEXTANTE. Incluso documentación de jornadas para desarrolladores de gvSIG se encontraba incompleta, faltando los capítulos dedicados a la configuración del entorno de desarrollo.

Finalmente, después de establecer contacto con el principal desarrollador de SEXTANTE se ha tenido acceso a información que ha permitido redactar este capítulo y documentar los requerimientos y la configuración del entorno de desarrollo.

- Aún sigue existiendo una carencia de información importante que impide afrontar la tarea de programación, y es la falta de datos acerca de clases y métodos SEXTANTE que permitan una adecuada reutilización a la hora de realizar la programación de nuevos geoprocetos. A la fecha de entrega de este trabajo, aún no se disponía de dicha información, aunque todo indica que desde gvSIG/SEXTANTE se prevé subsanar esta deficiencia.

Como consecuencia, no ha sido posible realizar la programación de una extensión como estaba previsto. De hecho, la configuración del entorno de trabajo solo ha sido posible después de una ardua labor de investigación. Una vez disponible dicho entorno la programación sólo podría llevarse a cabo mediante ingeniería inversa de las extensiones existentes.

11.2. Requerimientos y configuración del entorno de desarrollo

Tanto gvSIG como SEXTANTE están desarrollados con el lenguaje Java. Aunque no es estrictamente necesario, es muy aconsejable disponer de un entorno de desarrollo. Los desarrolladores de gvSIG y SEXTANTE trabajan sobre el entorno de desarrollo "Eclipse"⁷ por lo que es muy recomendable utilizar dicho entorno (de esta forma podremos usar sus propios ficheros de configuración que facilitaran labores como la compilación y ejecución).

El primer paso es obtener los ficheros fuentes de gvSIG, disponibles en su pagina Web, descomprimiéndolos en un directorio (no importa cual, puede ser directamente en C:\gvSIG-1_1-src, por ejemplo).

Para poder compilar el proyecto "extOracleSpatial" será necesario descargar una librería de Oracle para conexión a través de JDBC. Dicha librería ("ojdbc14.jar") la obtenemos de la Web de Oracle⁸. Una vez obtenida dicha librería, la copiamos en el directorio "libFmap/lib" del código fuente de gvSIG.

En cuanto a Java, es necesario tener instalado el SDK de SUN en su versión 1.5.0 en versión 12 o posterior⁹.

Una vez instalado este SDK, es necesario instalar las siguientes librerías (en este SDK, prestar especial atención en el caso de disponer de más de un SDK):

- Librerías JAI¹⁰.
- Librerías JAI Image I/O¹¹.

El siguiente paso es ejecutar Eclipse y abrir el directorio donde previamente se han dejado los ficheros fuente de gvSIG como un workspace de Eclipse (cambiar el workspace por defecto), obtendremos un entorno como el siguiente:

⁷ www.eclipse.org

⁸ http://www.oracle.com/technology/software/tech/java/sqlj_jdbc/htdocs/jdbc_10201.html, buscar en el apartado "Oracle Database 10g Release 2 (10.2.0.3) JDBC Drivers"

⁹ http://java.sun.com/javase/downloads/index_jdk5.jsp

¹⁰ <https://jai.dev.java.net/binary-builds.html>

¹¹ <https://jai-imageio.dev.java.net/binary-builds.html>

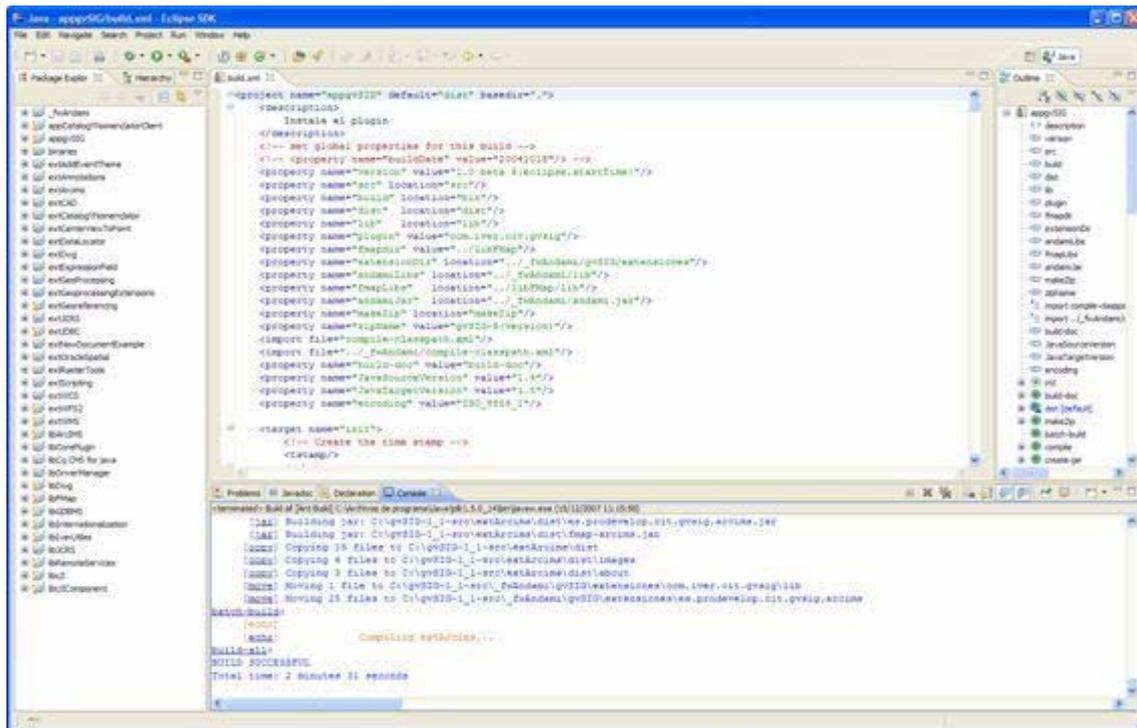


Figura 42—Entorno de desarrollo Eclipse con Workspace de gvSIG

Antes de intentar compilar el proyecto, es importante asegurarse de tener seleccionado el SDK correcto, junto con las librerías de imagen, en Eclipse. Podemos comprobarlo en “Windows/Preferences/Java/Installed JREs”. Pueden mostrarse varios, pero ha de estar marcada la versión 1.5.0.

En este momento ya es posible compilar el proyecto. Aunque hay varias alternativas, es preferible realizar una compilación automática pues disponemos de una “External Tool Configuration” preconfigurada obtenida en los ficheros fuente llamada “Buil All”. Podemos acceder a este comando en el menú “Run/External Tools/External Tools” tal como se muestra en la siguiente imagen:

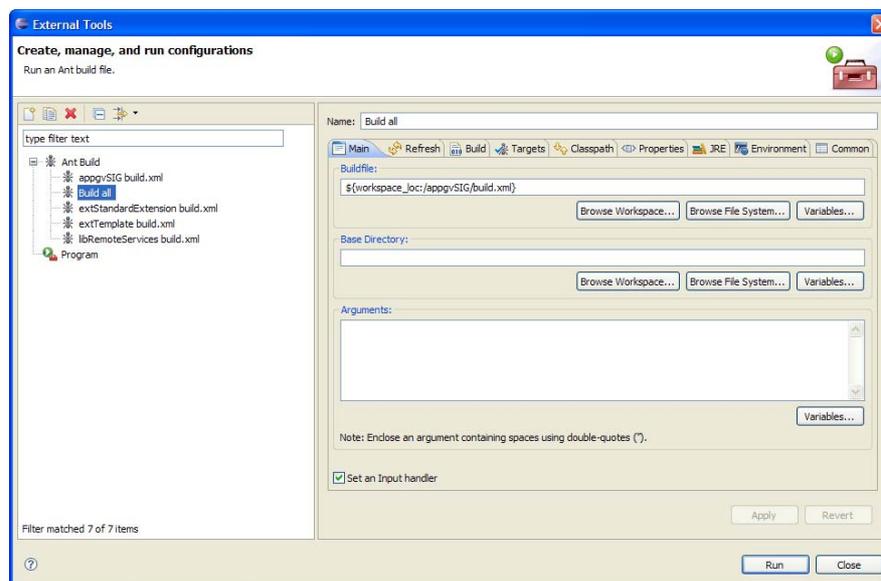


Figura 43—Compilación de gvSIG

Una vez compilado el proyecto, la ejecución se realiza basándonos también en una "Run Configuration" de Eclipse (como se puede apreciar, el utilizar el mismo entorno de desarrollo que los desarrolladores originales aporta ventajas, facilitando la compilación y ejecución). Este comando se ejecuta desde el menú "Run/Open Run Dialog", escogiendo el comando según sea nuestro sistema operativo, tal y como se muestra en la siguiente imagen (en este caso gvSIG windows):

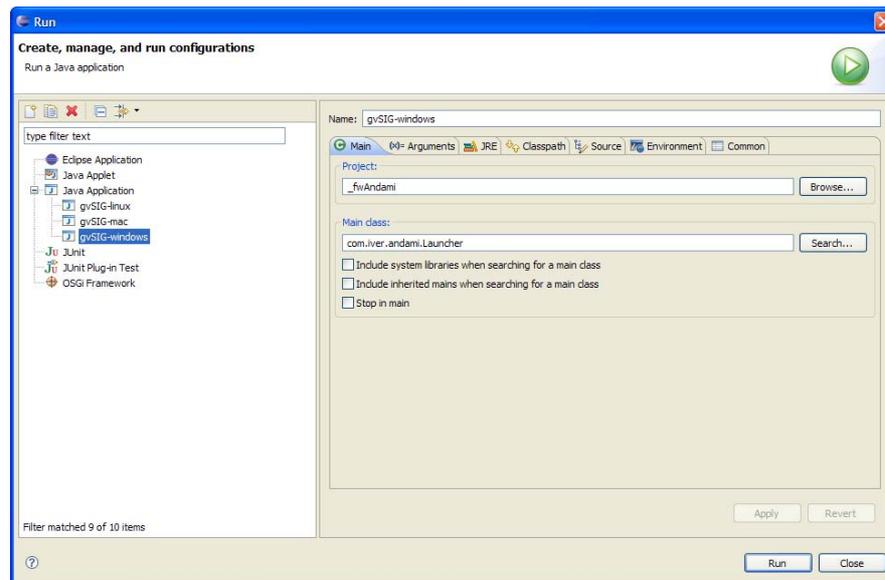


Figura 44—Ejecución de gvSIG

Siguiendo todos los pasos anteriores, disponemos de un entorno que nos permite compilar y ejecutar gvSIG, pero aun hemos de añadir las extensiones SEXTANTE.

A la hora de añadir los proyectos que conforman las extensiones SEXTANTE en Eclipse tenemos dos opciones: bajar los ficheros fuente desde la propia página de SEXTANTE, o bien acceder al repositorio de Subversion (SVN) de SEXTANTE. Es más recomendable optar por incorporar los proyectos desde el repositorio de SVN, pues de esta manera incorporamos las últimas versiones (puede que incluso incorporemos proyectos que aun no están disponibles en los propios ficheros fuente disponibles en la Web).

Para incorporar los proyectos mediante SVN en Eclipse es necesario disponer de un Plugin adecuado, por ejemplo Subclipse¹². Aunque es posible escoger cualquier otro.

Una vez instalado el Plugin incorporamos los proyectos mediante el menú "File/New/Project" escogiendo la opción "Checkout Projects from SVN", tal como muestra la siguiente figura:

¹² <http://subclipse.tigris.org>

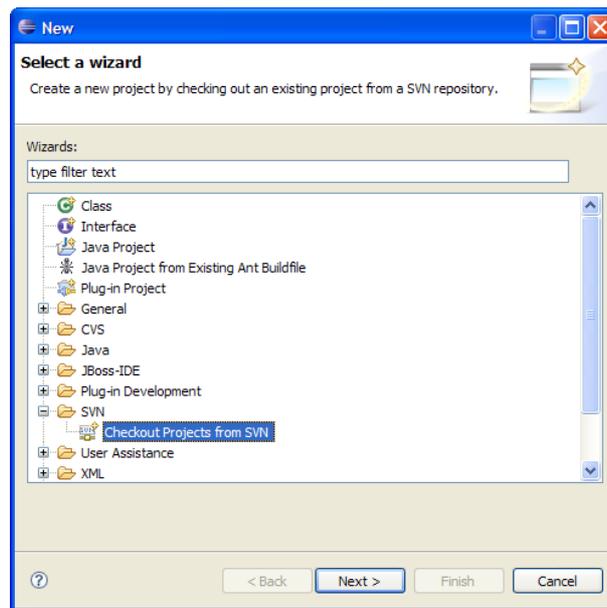


Figura 45—Añadir proyecto desde SVN

La dirección actual del SVN de SEXTANTE es:
<http://sextantegis.googlecode.com/svn/trunk> .

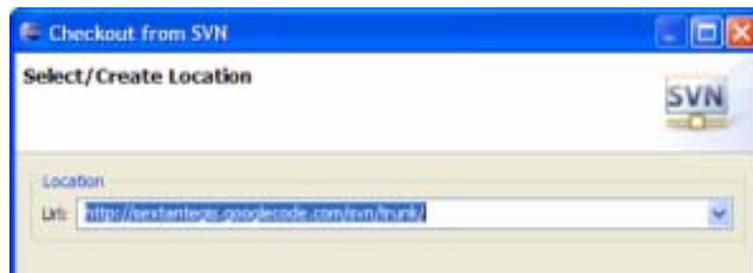


Figura 46—SVN de SEXTANTE

Es importante seleccionar y añadir los proyectos disponibles uno a uno.

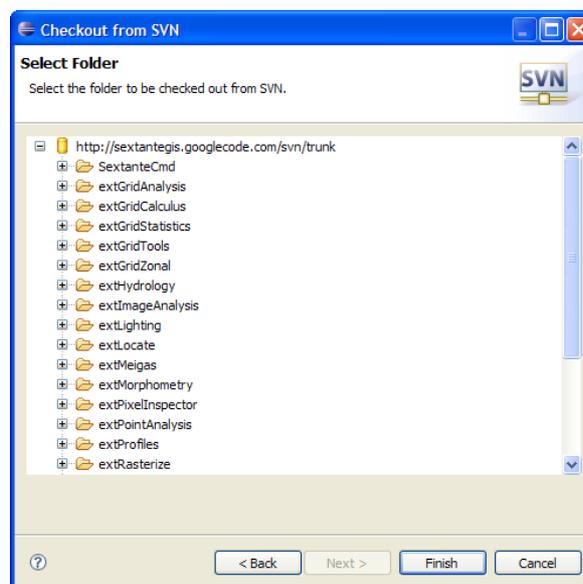


Figura 47—Proyectos de SEXTANTE disponibles en SVN

Una vez añadidos todos los proyectos será necesario compilarlos. Para compilar todos los proyectos que forman las extensiones SEXTANTE solo tenemos que ejecutar el fichero “Build.xml” que se encuentra en el proyecto “extStandardExtension”, tal como muestra la siguiente imagen:

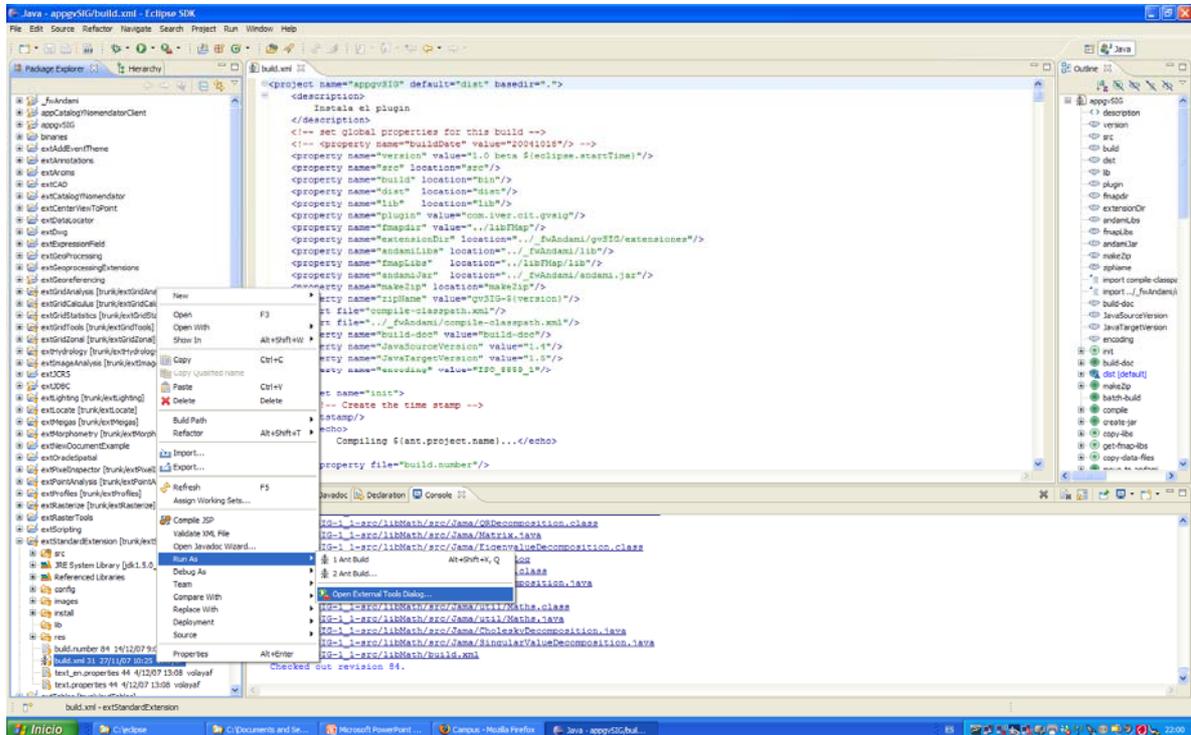


Figura 48—Compilación proyectos SEXTANTE

Una vez compilado SEXTANTE, volvemos a ejecutar gvSIG tal y como se indicó previamente, y dispondremos del entorno gvSIG con las extensiones SEXTANTE.

11.3. Programar una extensión

A la hora de programar una nueva extensión en SEXTANTE es muy aconsejable seguir la estructura de extensiones definida por los desarrolladores de SEXTANTE. Gracias a esta estructura, el esfuerzo en la implementación de un nuevo geo-algoritmo y su extensión se centrará en el algoritmo en sí, posibilitando al propio gestor de extensiones incorporarla y darla presencia dentro de gvSIG. En definitiva, se persigue separar el algoritmo de análisis del resto de elementos. Esta estructura se denomina *extensión-algoritmo*.

Una extensión esta compuesta no solo de ficheros de código, sino también de ficheros que especifican cómo realizar la compilación y cómo integrar la extensión en gvSIG. Si bien es posible crear la estructura de una extensión partiendo desde cero, es muy recomendable partir del proyecto "extTemplate" que se puede descargar de la página Web de SEXTANTE, siendo un buen punto de partida para comenzar el desarrollo de una extensión.

Una vez incorporado este proyecto en el entorno de desarrollo podremos ver su estructura tal y como se muestra en la siguiente imagen:

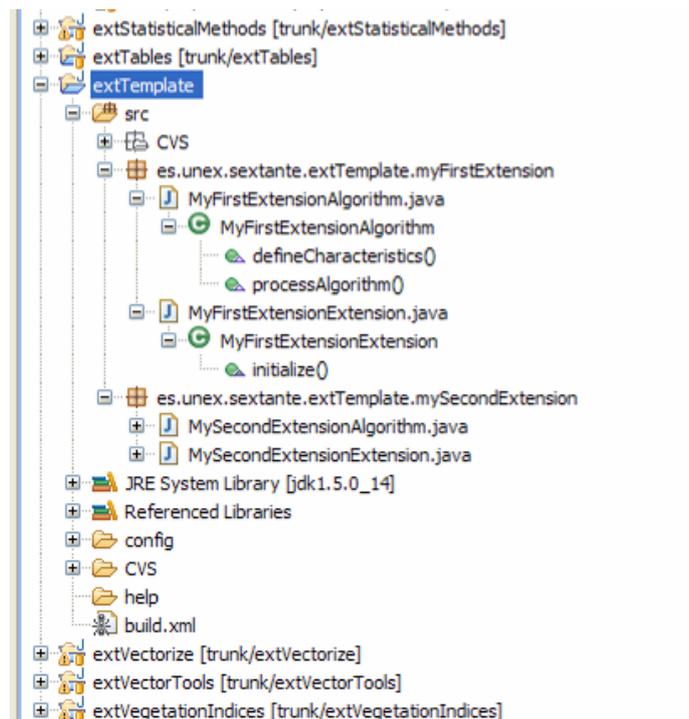


Figura 49—Incorporación de plantilla para nuevos proyectos de extensión SEXTANTE

Podemos observar como la plantilla no se corresponde estrictamente a una sola extensión, sino a dos extensiones ("myFirsExtension" y "mysecondExtension") agrupadas en lo que se denomina librería de extensiones. Se podría emplear un proyecto para cada extensión, pero es más conveniente agrupar aquellas extensiones con algún rasgo en común

en librerías. En este caso, tenemos una librería "extTempalte" con dos extensiones de ejemplo.

El núcleo de la extensión se encuentra en el algoritmo que se pretende desarrollar, este algoritmo se codificará en el fichero "MyFirstExtensionAlgorithm.java" el cual contiene dos métodos ("defineCahacteristics()" y "processAlgorithm()") que son los métodos que se tendrían que sobrescribir al crear una nueva extensión.

El primer método se ejecuta al crear el objeto y contiene la definición del algoritmo como tal, incluyendo el nombre con el que aparecerá en el gestor de extensiones así como los valores de entrada necesarios para ejecutar el algoritmo.

La ejecución del algoritmo, el cálculo, se efectúa en el segundo método. Este método se encarga de recuperar la información introducida por el usuario en forma de variables, operar con dichas variables y producir un resultado.

Queda fuera del alcance de este proyecto revisar las clases de SEXTANTE que se pueden usar para codificar un algoritmo, sin embargo se puede encontrar información en la Web de SEXTANTE, especialmente interesante resulta el documento "ManualStdExtension" que es posible encontrar dentro de los materiales de desarrollo descargables de dicha Web.

El segundo fichero, "myFirsExtensionExtension.java" se encarga, como ya hemos mencionado, de darle presencia a la extensión en gvSIG. Solo será necesario modificar dos líneas, para indicarle cual es el algoritmo que genera la información y el nombre de la librería, o grupo dentro del gestor de extensiones. En el caso de la plantilla serian las líneas marcadas en negrita:

```
package es.unex.sextante.extTemplate.myFirstExtension;  
  
import es.unex.sextante.StandardExtension.core.StandardExtension;  
  
public class MyFirstExtensionExtension extends StandardExtension{  
    public void initialize(){  
        m_Algorithm = new MyFirstExtensionAlgorithm();  
        setGroup("Extensiones de ejemplo");  
    }  
}
```

Una vez codificada la extensión o librería de extensiones solo resta compilarla para incorporarla a las extensiones de SEXTANTE de gvSIG.

11.4. Compilar y generar una extensión

Para compilar la nueva extensión solo será necesario ejecutar el fichero "Buil.xml" de la extensión, señalándolo y mediante el menú "Run/Run".

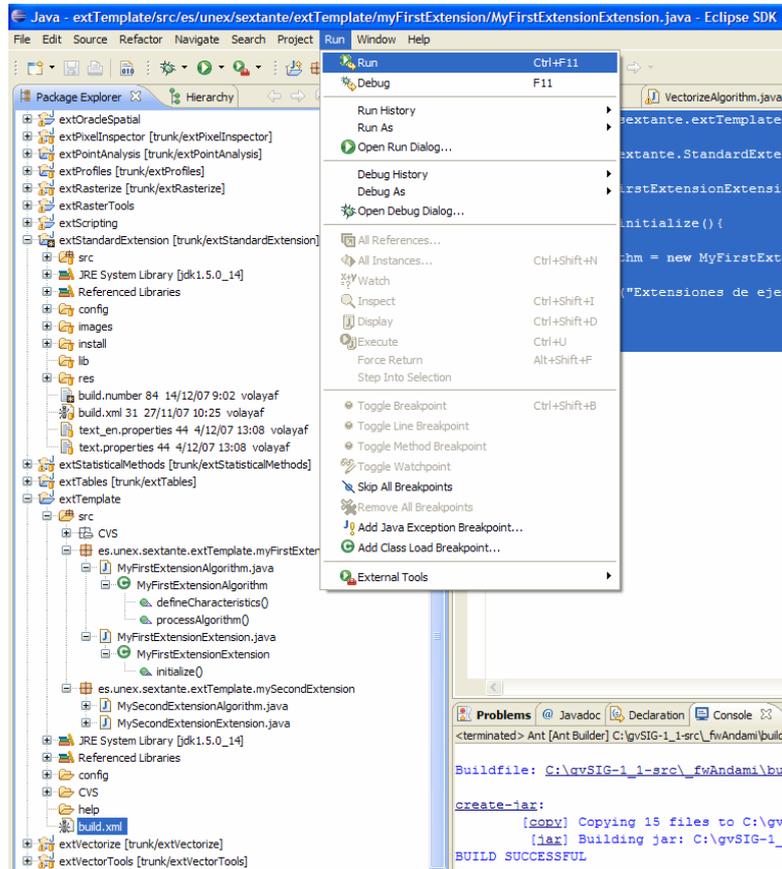


Figura 50—Compilación de nueva extensión SEXTANTE

Posteriormente volvemos a compilar todas las extensiones SEXTANTE, mediante la ejecución del fichero "Build.xml" de la extensión "StandardExtension" tras lo cual, solo tenemos que ejecutar de nuevo gvSIG para comprobar como están incorporadas las extensiones de ejemplo dentro del gestor de extensiones:

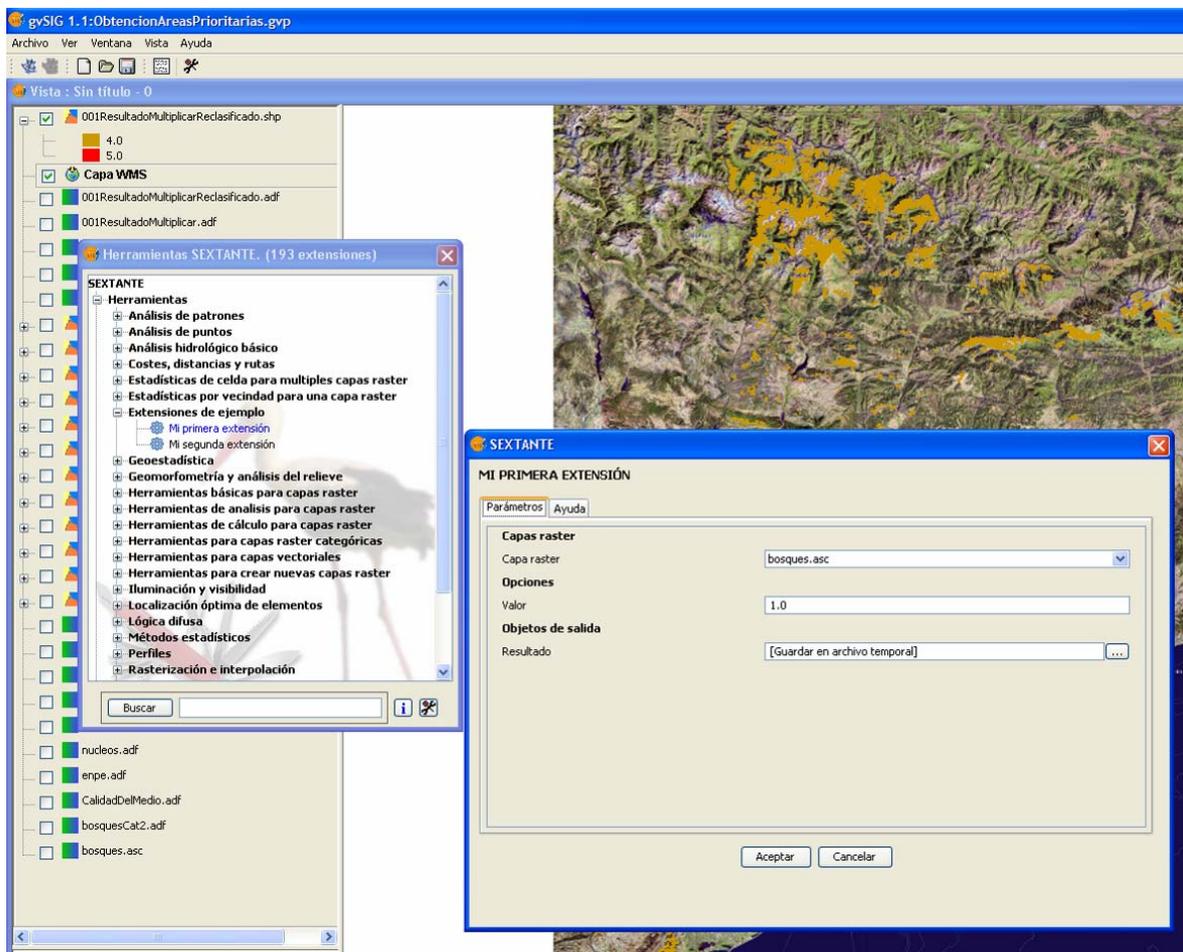


Figura 51—Ejecución de gvSIG con la extensión de ejemplo de SEXTANTE

12. Conclusiones

Este PFC ha servido para obtener como producto mapas representando determinadas zonas de actuación, mediante la utilización de GIS libre. El punto inicial ha sido un estudio de los SIG de forma que posteriormente se ha definido una metodología concreta que ha permitido el tratamiento de datos geográficos para alcanzar el objetivo final de la resolución de un problema de localización: las zonas de actuación prioritaria para la ubicación de cortafuegos en Cataluña.

Respecto al software GIS utilizado, gvSIG más las extensiones SEXTANTE, se puede calificar como correcto. Su rendimiento no ha sido el esperado observándose ciertos problemas de estabilidad, fundamentalmente a la hora de realizar operaciones de geoprocetamiento. Esto no ha impedido la obtención final del producto esperado, aunque sí ha supuesto más esfuerzo, no solo intelectual sino fundamentalmente en cuestión de tiempo.

Aún hay detalles que mejorar, por ejemplo, al exportar una vista a un formato de imagen para adjuntarla a un documento (como esta memoria) no se genera ninguna leyenda descriptiva, lo que no deja de ser un inconveniente a la hora de exportar información fuera de gvSIG.

Uno de los pilares de este PFC es la utilización de software libre. Habitualmente se critica la falta de documentación del software libre frente al software propietario y en este PFC se ha puesto de manifiesto esta desventaja tal y como se comento previamente (punto 3.3). Esta circunstancia ha motivado que no se haya podido abordar uno de las tareas planificadas, el desarrollo de una extensión SEXTANTE, utilizándose el tiempo planificado (de hecho más tiempo del planificado) en documentar adecuadamente el entrono de desarrollo y la estructura genérica de las extensiones de forma que futuros trabajos permitan abordar la programación de una extensión con la documentación adecuada. Al fin y al cabo, una de las ventajas del software libre en entornos universitarios de investigación es la facilidad de acceso al código fuente permitiendo la mejora y ampliación. Particularmente gvSIG y SEXTANTE permiten ampliar enormemente las funcionalidades permitiendo la modificación y/o ampliación mediante la programación de extensiones. Pero para ello se ha de mejorar la documentación disponible.

Futuras líneas de trabajo han de tener en cuenta la necesidad de una documentación adecuada para facilitar el uso (incluyendo el acceso y modificación del código) de estas herramientas por parte de la comunidad de usuarios.

13. Bibliografía

La bibliografía usada para la confección del PFC ha sido la siguiente:

Bosque Sendra, J. y Moreno Jiménez, A 2004. **Sistemas de información geográfica y localización de instalaciones y equipamientos**. Ed. RAMA

Conselleria de Infraestructuras y Transporte e IVER Tecnologías de la Información S.A. **"Curso de formación de GvSIG"**. (2005) www.gvsig.gva.es

Conselleria de Infraestructuras y Transporte e IVER Tecnologías de la Información S.A. **"GvSIG, Manual de usuario"**. (2007) www.gvsig.gva.es

"Enunciado del proyecto". UOC – PFC Sistemas de Información Geográfica, (2007).

Fernández-Coppel, Ignacio Alonso. **"Las coordenadas geográficas y la proyección UTM"**. Universidad de Valladolid (2006).

gvSIG. 2006. **gvSIG 1.0 Manual de usuario version1**.

Ignacio Alonso Fernández-Coppel. **"Las coordenadas geográficas y la proyección UTM"**. Universidad de Valladolid. <http://www.elagrimensor.com.ar/elearning/lecturas/Las%20coordenadas%20geograficas.pdf>

José E. Juliá. "Las Transiciones en la Fotogrametría". (2000) <http://redgeomatica.rediris.es/julia/Julia.doc>

Lamarca, Ignacio. Rodríguez, José R. **"Planificación del proyecto"**. UOC – Asignatura "Gestión de proyectos informáticos", (2006).

NCGIA. Tres volúmenes: I. **Introduction to GIS**; II. **Technical issues in GIS**; III. **Application issues in GIS**, National Center for Geographic Information and Analysis/University of California, Santa Bárbara (California) (1990).

Olaya, V. 2007. **Implementación sencilla de algoritmos de análisis geográfico en gvSIG. Las clases SEXTANTE**.

Peña Llopis, Juan. **"Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio"**. Editorial Club Universitario (2006).

PostGIS. **Documentación sobre PostGIS**. <http://postgis.refrains.net/>

PostgreSQL. **Documentación sobre PostgreSQL**. <http://www.postgresql.org/about/>

Ramírez, J. 2004. **Propuesta metodológica para la evaluación de recursos y optimización de redes de comunicaciones en áreas forestales utilizando sistemas de información geográfica y teledetección**. Universidad de León.

Ramírez, J. 2007. **Plan de áreas cortafuegos de Aragón (España): resultados de la aplicación de técnicas geoespaciales y simulación de incendios**. Wildfire 2007.

UOC. **"Planificación de proyectos"**. PFC Sistemas de Información Geográfica, (2007) Aula virtual.

UOC. **"Planes de proyecto realizados anteriormente"** (otros semestres). PFC Sistemas de Información Geográfica, (2007).

UOC, Aula virtual. **"Planificación de proyectos"**. PFC Sistemas de Información Geográfica, (2007).

Wikipedia. **Características de la licencia BSD**. Enciclopedia on-line.
http://es.wikipedia.org/wiki/Licencia_BSD

Wikipedia. **Características de la licencia OGC**. Enciclopedia on-line.
http://es.wikipedia.org/wiki/Open_Geospatial_Consortium

Wikipedia. **Características de la licencia GNU**. Enciclopedia on-line.
http://es.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License