

APLICACIÓN DE LAS TIC'S A LA
ENSEÑANZA DEL URBANISMO Y LA
ORDENACIÓN DEL TERRITORIO EN LA
INGENIERÍA CIVIL



Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio
Universidad de Granada

María Isabel Rodríguez Rojas, Emilio Molero Melgarejo, Alejandro L. Grindlay Moreno

Esta publicación es el resultado del Proyecto de Innovación Docente 10-141,
'APLICACIÓN DE LAS TIC'S A LA ENSEÑANZA DEL URBANISMO Y LA
ORDENACIÓN DEL TERRITORIO EN LA INGENIERÍA CIVIL',
otorgado por el Vicerrectorado para la Garantía de la Calidad de la Universidad de
Granada, en la Convocatoria

'Programa de Innovación y Buenas Prácticas Docentes 2010-2011'
y desarrollado en la E.T.S. de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos
de la Universidad de Granada



Título:

**APLICACIÓN DE LAS TIC'S A LA ENSEÑANZA DEL URBANISMO Y LA
ORDENACIÓN DEL TERRITORIO EN LA INGENIERÍA CIVIL**

Autores:

María Isabel Rodríguez Rojas, Emilio Molero Melgarejo, Alejandro L. Grindlay Moreno

Editores: *Godel Impresiones Digitales, S.L.*

Depósito Legal: *GR-1416/2012*

I.S.B.N.: *978-84-15418-46-7*

Reservados todos los derechos a los autores. Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del Copyright, bajo las sanciones establecidas en la ley, la reproducción total o parcial de esta obra.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN. EL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE.....	7
2. ANTECEDENTES	9
2.1. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO	9
2.2. APLICACIONES DE LOS SIG EN LOS PROYECTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y URBANA	10
2.2.1. Aplicaciones en el ámbito de la Administración Pública.....	10
2.2.2. Aplicaciones de carácter socioeconómico	14
2.2.3. Aplicaciones en el campo medioambiental	14
2.2.4. Aplicaciones en el campo de las 'utilities'.....	14
2.2.5. Otros campos de aplicación.....	14
2.2.6. La gestión de redes de infraestructuras urbanas.....	15
2.2.7. Aplicaciones en la Gestión Urbanística.....	15
2.2.8. Urbanismo en Red	16
2.3. LOS SIG EN LAS ETAPAS DE UN PROYECTO DE PLANIFICACIÓN.....	17
3. BASES DE DATOS ESPACIALES Y FUENTES DE CARTOGRAFÍA DIGITAL.....	19
3.1. LAS INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES (IDES)	19
3.1.1. Infraestructura de Datos Espaciales	19
3.1.2. Componentes.....	20
3.1.3. Definición de Interoperatividad.....	22
3.1.4. Definición de Estándares	22
3.2. EL MARCO LEGAL. LA DIRECTIVA INSPIRE Y LA LEY LISIGE	23
3.2.1. Normativa de la Unión Europea	23
3.2.2. Normativa Nacional.....	24
3.2.3. Normativa Regional.....	27
3.3. LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE ESPAÑA (IDEE).....	29
3.3.1. Proyectos IDE.....	31
3.4. LA ARQUITECTURA CLIENTE SERVIDOR	47
3.5. SERVIDORES DE MAPAS O SERVICIOS WEB. LOS ESTÁNDARES OGC	50
3.6. FUENTES DE CARTOGRAFÍA DIGITAL. DESCARGA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	51
3.6.1. Portal IDEE. Ministerio de Fomento. Consejo Superior geográfico.....	51
3.6.2. Instituto Geográfico Nacional.....	53
3.6.3. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino	54
3.6.4. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente/REDIAM.....	54
3.6.5. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Conserjería de Economía, Innovación y Ciencia. Junta de Andalucía.....	56
3.7. NAVEGADORES DE MAPAS, VISORES Y MASHUP.....	57
3.8. OTRAS FUENTES	58
4. LOS SIG DE CÓDIGO ABIERTO. LA APLICACIÓN GVSIG	59
4.1. SOFTWARE LIBRE Y SOFTWARE DE CÓDIGO ABIERTO	59
4.2. UN POCO DE HISTORIA	61
4.3. ¿POR QUÉ UN SOFTWARE LIBRE?.....	63
4.4. LA APLICACIÓN GVSIG	65

5. TALLERES DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA	67
5.1. ANTECEDENTES	67
5.2. EJERCICIO PRÁCTICO	68
5.2.1. <i>Introducción</i>	68
5.2.2. <i>Enunciado de la Práctica</i>	68
5.3. OBJETIVOS	70
5.4. TALLER 1. PRIMEROS PASOS CON GVSIG V.1.11	71
5.4.1. <i>Objetivos</i>	71
5.4.2. <i>Este Taller describe cómo...</i>	71
5.4.3. <i>Descargar gvSIG 1.11</i>	71
5.4.4. <i>Arrancar gvSIG</i>	72
5.4.5. <i>Crear una vista y definir su proyección</i>	73
5.4.6. <i>La vista - añadir datos</i>	75
5.4.7. <i>La tabla de atributos o base de datos asociada a la capa</i>	77
5.4.8. <i>Selección de elementos de una capa</i>	77
5.4.9. <i>La vista - navegación básica</i>	78
5.4.10. <i>La vista - simbología</i>	78
5.4.11. <i>Ejercicio propuesto</i>	82
5.5. TALLER 2. LA EDICIÓN EN GVSIG	83
5.5.1. <i>Este Taller describe cómo...</i>	83
5.5.2. <i>Creación de Nueva Cartografía mediante Selección</i>	83
5.5.3. <i>Crear Nuevas Capas mediante Selección Espacial</i>	85
5.5.4. <i>Seleccionar los núcleos contenidos en una región</i>	85
5.5.5. <i>Edición</i>	88
5.5.6. <i>Edición gráfica</i>	88
5.5.7. <i>Edición de tablas</i>	90
5.5.8. <i>Ejercicio propuesto – edición de una capa poligonal y de su tabla de atributos</i>	90
5.6. TALLER 3. LOS MODELOS DIGITALES DE TERRENO.....	91
5.6.1. <i>Este Taller describe cómo...</i>	91
5.6.2. <i>Añadir a la vista una capa raster</i>	91
5.6.3. <i>Creación de modelos derivados</i>	95
5.6.4. <i>Pendientes</i>	96
5.6.5. <i>Perfiles</i>	98
5.6.6. <i>Ejercicio propuesto</i>	101
5.7. TALLER 4. ANÁLISIS DEL PAISAJE. RECLASIFICACIÓN Y SUPERPOSICIÓN	103
5.7.1. <i>Este Taller describe cómo...</i>	103
5.7.2. <i>El análisis del Paisaje</i>	103
5.7.3. <i>Definición de las Unidades de Paisaje</i>	104
5.7.4. <i>Convertir una capa vectorial a formato raster</i>	105
5.7.5. <i>Reclasificar una capa raster</i>	108
5.7.6. <i>Realizar un análisis de exposición visual</i>	110
5.7.7. <i>Superposición de capas raster</i>	113
5.7.8. <i>Valoración de las Unidades de Paisaje</i>	115
5.7.9. <i>Estimación de la calidad visual</i>	115
5.7.10. <i>Estimación de la fragilidad visual intrínseca</i>	115
5.7.11. <i>Estimación de la accesibilidad a la observación</i>	116
5.7.12. <i>Estimación de la fragilidad adquirida</i>	116
5.7.13. <i>Integración y valoración global</i>	116

5.7.14.	<i>Ejercicio propuesto. Capacidad de acogida. Definición del corredor óptimo</i>	117
5.8.	TALLER 5. ANÁLISIS MULTICRITERIO. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS	119
5.8.1.	<i>Objetivo general</i>	119
5.8.2.	<i>Objetivos específicos</i>	119
5.8.3.	<i>Introducción al Proceso de Toma de Decisión</i>	119
5.8.4.	<i>Métodos de Evaluación y Decisión Multicriterio</i>	120
5.8.5.	<i>Aplicación del Proceso Analítico Jerárquico (AHP). Proposición de las alternativas de trazado y selección de criterios:</i>	123
5.8.6.	<i>Identificación de factores</i>	124
5.8.7.	<i>Matriz de comparación por pares de Criterios (Nivel jerárquico 2)</i>	125
5.8.8.	<i>Matriz de comparación de Alternativas para cada criterio (Nivel jerárquico 3)</i>	126
5.8.9.	<i>Determinación de los pesos globales y de la mejor alternativa.</i>	128
5.8.10.	<i>Ejercicio propuesto</i>	129
6.	RESULTADOS DEL PROYECTO	131
	BIBLIOGRAFÍA	139
	INDICE DE FIGURAS	4

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. S.I.G. DE LA DIPUTACIÓN DE GRANADA. HTTP://SIGGRA.DIPGRA.ES/SIGGRA/	11
FIGURA 2. VISOR DE LA ENCUESTA DE INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS (2010).....	12
FIGURA 3. VISOR DE LA ENCUESTA DE INFRAESTRUCTURAS Y EQUIPAMIENTOS (2010).....	13
FIGURA 4. GEOPORTAL INSPIRE. (ÚLTIMO ACCESO DICIEMBRE DE 2011)	24
FIGURA 5. GEOPORTAL IDEE. (ÚLTIMO ACCESO DICIEMBRE DE 2011)	29
FIGURA 6. GEOPORTAL IDEAGE. (ÚLTIMO ACCESO DICIEMBRE DE 2011).....	31
FIGURA 7. HTTP://WWW.IEO.ES/GEOPORTAL	32
FIGURA 8. HTTP://AVESBIODIV.MNCN.CSIC.ES/	32
FIGURA 9. HTTP://WWW.DEFENSA.ES/POLITICA/INFRAESTRUCTURA/CARTOGRAFIA/ACTUACIONES/ 33	
FIGURA 10. HTTP://WWW.CATASTRO.MEH.ES	34
FIGURA 11. HTTP://SIU.VIVIENDA.ES/SIU	34
FIGURA 12. ATLAS DIGITAL DE LAS ÁREAS URBANAS	35
FIGURA 13. HTTP://WWW.IGN.ES/SIGNA/	36
FIGURA 14. HTTP://METADATOS.IGN.ES/	36
FIGURA 15. HTTP://WWW.IDEAGE.ES/	37
FIGURA 16. HTTP://WWW.CARTOCIUDAD.ES/	37
FIGURA 17. NODO TEMÁTICO DEL INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA	40
FIGURA 18. INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE MÁLAGA.....	46
FIGURA 19. LA ARQUITECTURA CLIENTE-SERVIDOR.....	47
FIGURA 20. VISORES DEL IDEA COMO EJEMPLO DE CLIENTE LIGERO	48
FIGURA 21. ARCGIS COMO EJEMPLO DE CLIENTE PESADO	48
FIGURA 22. TIPOS DE SERVIDORES	49
FIGURA 23. SERVIDOR WMS.....	50
FIGURA 24. PORTAL IDEE I	51
FIGURA 25. PORTAL IDEE II	52
FIGURA 26. CENTRO DE DESCARGAS DEL IGN	53
FIGURA 27. CARTOGRAFÍA Y SIG DEL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE.....	54
FIGURA 28. REDIAM.....	55
FIGURA 29. INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA	56
FIGURA 30. GOOLZOOM	57
FIGURA 31. WEB FREE SOFTWARE FOUNDATION	61
FIGURA 32. CONCEPTUAL DEL SOFTWARE LIBRE	62

FIGURA 33. INTERFACE DE LA APLICACIÓN GVSIG	65
FIGURA 34. DESCARGA DE GVSIG	72
FIGURA 35. CREAR UNA VISTA.....	73
FIGURA 36. PROPIEDADES DE LA VISTA.....	74
FIGURA 37. DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE REFERENCIA.....	74
FIGURA 38. AÑADIR UNA CAPA	76
FIGURA 39. CARGA DE FICHEROS VECTORIALES.....	76
FIGURA 40. TABLA DE ATRIBUTOS	77
FIGURA 41. PROPIEDADES DE LA CAPA I	78
FIGURA 42. PROPIEDADES DE LA CAPA II	79
FIGURA 43. PROPIEDADES DE LA CAPA III	80
FIGURA 44. PROPIEDADES DE LA CAPA IV	80
FIGURA 45. ETIQUETADO DE UNA CAPA VECTORIAL	81
FIGURA 46. RESULTADO DEL TALLER 1	81
FIGURA 47. CREACIÓN DE UNA NUEVA CARTOGRAFÍA MEDIANTE SELECCIÓN I.....	84
FIGURA 48. CREACIÓN DE UNA NUEVA CARTOGRAFÍA MEDIANTE SELECCIÓN I.....	84
FIGURA 49. CREACIÓN DE UNA NUEVA CARTOGRAFÍA MEDIANTE SELECCIÓN ESPACIAL.....	85
FIGURA 50. SELECCIÓN POR CAPA I.....	85
FIGURA 51. SELECCIÓN POR CAPA II.....	86
FIGURA 52. SELECCIÓN POR CAPA II.....	86
FIGURA 53. SELECCIÓN DE LOS NÚCLEOS CONTENIDOS EN UNA REGIÓN.....	87
FIGURA 54. GUARDAR LA RUTA DE ACCESO.....	87
FIGURA 55. CREAR UNA NUEVA CAPA I.....	88
FIGURA 56. CREAR UNA NUEVA CAPA II.....	88
FIGURA 57. CREAR UNA NUEVA CAPA III.....	89
FIGURA 58. GENERAR UNA POLILÍNEA	89
FIGURA 59. EDICIÓN DE TABLAS.....	90
FIGURA 60. AÑADIR A LA VISTA UNA CAPA RASTER.....	91
FIGURA 61. MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES I	92
FIGURA 62. CORTAR UN GRID.....	93
FIGURA 63. MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES II	94
FIGURA 64. PROPIEDADES DEL RASTER	94
FIGURA 65. SOMBREADO DE UN MODELO DIGITAL DE ELEVACIONES	95

FIGURA 66. PENDIENTE.....	96
FIGURA 69. MAPA DE PENDIENTES.....	97
FIGURA 70. ELABORACIÓN DE UN PERFIL.....	98
FIGURA 71. PERFIL LONGITUDINAL.....	99
FIGURA 72. SECCIONES TRANSVERSALES I	99
FIGURA 73. SECCIONES TRANSVERSALES II	100
FIGURA 75. VISUALIZACIÓN DE LA CAPA DE ATRIBUTOS	105
FIGURA 76. EDITOR DE CAMPOS	106
FIGURA 77. FILTRO.....	106
FIGURA 78. CALCULAR UNA EXPRESIÓN.....	107
FIGURA 79. TABLA DE ATRIBUTOS.....	107
FIGURA 80. CONVERSIÓN DE UNA CAPA VECTORIAL EN FORMATO RASTER.....	108
FIGURA 81. TABLA FIJA	109
FIGURA 82. RECLASIFICACIÓN	109
FIGURA 83. RECLASIFICACIÓN DE UNA CAPA RASTER.....	110
FIGURA 84. FILTRO II.....	111
FIGURA 85. EXPOSICIÓN VISUAL.....	111
FIGURA 86. ANÁLISIS DE LA EXPOSICIÓN VISUAL.....	112
FIGURA 87. CALCULADORA DE MAPAS.....	113
FIGURA 88. SUPERPOSICIÓN DE CAPAS. PAISAJE, PENDIENTES Y EXPOSICIÓN VISUAL	114
FIGURA 89. ESTIMACIÓN DE LA FRAGILIDAD VISUAL INTRÍNSECA.....	116
FIGURA 90. EJEMPLO DE INTEGRACIÓN CALIDAD – FRAGILIDAD VISUAL	116
FIGURA 91. EL MÉTODO ANALÍTICO JERÁRQUICO DE SAATY (AHP).....	122
FIGURA 92. ESCALA DE SAATY	123
FIGURA 93. EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL MÉTODO AHP.....	124
FIGURA 94. EJEMPLO DE LA MATRIZ DE CRITERIOS	125
FIGURA 95. EJEMPLO DE LA MATRIZ DE COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL CRITERIO I. A... 126	
FIGURA 96. EJEMPLO DE LA MATRIZ DE COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL CRITERIO COSTE DE EJECUCIÓN.....	127
FIGURA 97. EJEMPLO DE LA MATRIZ DE COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA EL CRITERIO RENTABILIDAD SOCIAL.....	127
FIGURA 98. EJEMPLO DEL PROCESO DE EVALUACIÓN CON PESOS PARA CRITERIOS Y ALTERNATIVAS.....	128
FIGURA 99. EJEMPLO DE LOS PESOS GLOBALES PARA CADA ALTERNATIVA	128
FIGURA 100. EJERCICIO PROPUESTO TALLER 5.....	130

1. INTRODUCCIÓN. EL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

La enseñanza del urbanismo ha estado muy vinculada desde sus orígenes al empleo de diferentes cartografías (topografía, usos del suelo, infraestructuras de comunicación, drenaje y masas de agua, asentamientos urbanos,...) necesarias para llevar a cabo los análisis y diagnósticos territoriales, así como las propuestas que conforman los Planes de Ordenación del Territorio.

La utilización generalizada de estas cartografías temáticas 'en papel' ha dado paso en los últimos años a una continua 'digitalización y vectorización' de las mismas, generando una cantidad ingente de información cartográfica disponible en diferentes servidores web's y bases de datos. Sin embargo, el acceso a esta información no está carente de dificultades, pues muchas de ellas se encuentran en las web's de organismos oficiales o requieren de peticiones concretas que los estudiantes generalmente no suelen conocer.

Por otro lado, la utilización de esta información requiere de un Software específico que permita no sólo su visualización, sino también su procesamiento, teniendo éste innumerables aplicaciones en la ingeniería en general, y en el urbanismo en particular; modelos digitales de terreno, modelos de ocupación del suelo y crecimiento urbanos, análisis de accesibilidad, modelos hidrológicos, etc.

Por todo ello, en el momento actual resulta imprescindible que los estudiantes de Ingeniería conozcan, por un lado, las fuentes más importantes de información cartográficas digitales existentes y su modo de acceso y, por otro, algunas nociones básicas de los programas que permitan su procesamiento, con el fin de mejorar su aprendizaje y hacer más eficiente su trabajo debido, en parte, al considerable ahorro de tiempo que supone el empleo de las TIC's.

Así, el objetivo principal de esta publicación es proporcionar a los alumnos las TIC's necesarias para acceder y procesar la información digital cartográfica que permitan mejorar su rendimiento en las asignaturas del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, así como proporcionarles las herramientas que se utilizan hoy día en la planificación territorial y que utilizarán, con revisiones y mejoras, a lo largo de su vida profesional.

Dada la aplicabilidad de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) a la problemática territorial, en los últimos años el Departamento ha comenzado a utilizar el software gvSIG, de libre acceso, en las asignaturas de la titulación de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos. Los resultados han sido muy favorables, pero han mostrado la necesidad de normalizar y regularizar estas aplicaciones. Este proyecto de Innovación Docente permite implantar de forma completa esta nueva metodología docente, sin duda necesaria para la adaptación a las necesidades actuales en planificación territorial.

Las asignaturas del Departamento son evaluadas a través de trabajos que se basan fundamentalmente en la elaboración de cartografías y mapas territoriales. Hasta hace poco tiempo, los estudiantes elaboraban estos planos manualmente, lo cual requería de mucho tiempo para su realización y poca flexibilidad ante su corrección, pues los cambios

resultaban complicados y laboriosos de hacer. En los últimos años, las nuevas herramientas asociadas a las TIC's han permitido agilizar mucho la realización de estas cartografías, por lo que en el mismo tiempo de trabajo, los estudiantes han podido ensayar más variedad de soluciones y las correcciones han podido ser mucho más numerosas. Por otro lado, la calidad gráfica de los trabajos ha aumentado considerablemente, acercando a los estudiantes a las presentaciones y características de estos trabajos en el ámbito profesional.

Sin embargo, la falta de normalización de estas herramientas ha hecho que los estudiantes, de forma unilateral, hayan decidido utilizar unos u otros programas, por lo que los resultados han sido heterogéneos. Por otro lado, estos han requerido de mucho tiempo para familiarizarse con las herramientas de trabajo, por lo que el estudio de las cuestiones propias de la asignatura se ha visto reducido.

Con la realización de este proyecto, se ha unificado la herramienta a utilizar en las asignaturas del Departamento de Urbanística y Ordenación del territorio, -los Sistemas de Información Geográfica y en concreto el programa de libre distribución gvSIG-, y se ha puesto a disposición de los alumnos la información necesaria para que puedan realizar los trabajos de estas asignaturas de forma mucho más eficiente y rápida (a través de un material docente que incluye un tutorial de manejo del programa y unos talleres para su puesta en práctica), además de familiarizarles con la herramienta más generalizada en este tipo de trabajos en el ámbito profesional. Así, la realización de la práctica se verá a partir de ahora, mejorada de forma considerable, tanto en su calidad final como en la eficiencia del trabajo del estudiante.

2. ANTECEDENTES

2.1. LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y LA ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

En los sectores que tradicionalmente emplean Ingenieros Civiles, aparecen cada vez más demandas de profesionales especializados en planificación y ordenación del territorio, conservación, mantenimiento y rehabilitación de obras, gestión de los recursos naturales, gestión ambiental... donde es indispensable la manipulación de grandes volúmenes de datos georreferenciados (es decir, posicionados o localizados espacialmente en un sistema de referencia –coordenadas y datum determinado-). La cantidad de información actualmente disponible para la gestión territorial es enorme y difícil de manejar, lo que genera la necesidad de titulados con estos conocimientos y destrezas.

El término ‘Sistemas de Información Geográfica’ (S.I.G.), hoy está ampliamente difundido, especialmente entre los profesionales que trabajan en la planificación o en la resolución de problemas socioeconómicos y ambientales. Sin embargo, no es fácil definir lo que es un SIG. Como señalan Gutiérrez y Gould (1994) hay casi tantas definiciones como autores que escriben sobre el tema. Lo que sí que podemos señalar en una primera aproximación es que este término hace referencia a una tecnología, y esta característica queda patente en muchas de las definiciones, como la de Berry (1987) referida en Peña, 2006:

“Sistema informático diseñado para el manejo, análisis y cartografía de información espacial”.

En sentido restringido, se identifica con frecuencia a los SIG como unos programas de ordenador, pero en realidad un SIG es mucho más que un software específico. Otras definiciones, se centran en identificar los componentes y funciones de los SIG, como por ejemplo la del NGCIA (National Center for Geographic Information and Analysis) de los EEUU:

“Un sistema de hardware, software y procedimientos elaborados para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado, representación y salida de datos espacialmente referenciados, para resolver problemas complejos de planificación y gestión”;

o algunas otras, que provienen del mundo de la informática y que aportan una visión cercana a las bases de datos como la de Cebrián (1988), tomada de Gutiérrez, 1994: *“Una base de datos computerizada que contiene información espacial”.*

Una de sus principales características, como queda reflejada en estas definiciones, es el hecho de trabajar con **información espacial** georreferenciada, que permite integrar información de índole muy diversa (cartografía vectorial, ortofotografía, imágenes de satélite,...), de tal forma que un mismo elemento geográfico presente en distintas fuentes de información se encuentra en la misma ubicación geográfica en ambas. Un SIG descompone la realidad en distintas capas o estratos de información de la zona que se desea estudiar: el relieve, la litología, los suelos, los ríos, los asentamientos, las carreteras, los límites administrativos,... pudiendo relacionar las distintas capas entre sí, lo que concede a estos sistemas una sorprendente capacidad para el análisis espacial.

2.2. APLICACIONES DE LOS SIG EN LOS PROYECTOS DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL Y URBANA

Los campos de aplicación de los SIG son muy numerosos, pero es importante, primeramente, diferenciar qué se entiende como *métodos de aplicación* y qué como *aplicaciones o campos de uso*. Existe una diferencia conceptual entre aplicación como desarrollo y aplicación como campo, y esta diferencia puede dar lugar a confusiones a la hora de intercambiar criterios con otras personas relacionadas con los SIG.

Se entiende como *metodología de aplicación o aplicaciones* aquellos desarrollos informáticos y metodológicos encaminados a la construcción de productos específicos para resolver un proyecto o proyectos concretos. También podríamos englobar en este apartado a aquellos métodos de diseño e implantación de un proyecto SIG.

También podemos entender por aplicaciones los diferentes campos de usos de los SIG. Así podríamos hablar de aplicaciones socioeconómicas, forestales, catastrales, etc. Son éstas las que a continuación se tratan.

2.2.1. APLICACIONES EN EL ÁMBITO DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

Sin lugar a dudas, la Administración ha sido el gran motor del desarrollo e implantación de los SIG, y más aún en España, donde la formación del nuevo catastro, y la adopción de esta tecnología, supuso el impulso definitivo a la implantación de estos sistemas.

Hasta fechas recientes la implantación de este tipo de tecnologías estaba muy limitada debido al elevado costo de las aplicaciones informáticas (y el correspondiente a la captura de los datos y su mantenimiento) la complejidad de dichas aplicaciones, la dificultad del idioma (por lo general en inglés) y la escasa disponibilidad de cartografía base con referencia espacial uniforme.

La reciente aparición de aplicaciones informáticas SIG basadas en software libre, varias en idioma español, y el incremento de la oferta de datos territoriales en Internet ha hecho posible la implantación de SIG locales en todos los niveles de la administración. Desde la Administración Central hasta los Ayuntamientos, pasando por las Diputaciones y Gobiernos Regionales, la mayor parte de los organismos vinculados de una u otra forma con la ordenación territorial, el medio ambiente, la gestión catastral, etc., han incorporado ya estas tecnologías. En algunos casos los resultados no han sido muy aceptables o no se han producido todavía, pero esto ha sido debido, en gran medida, a la ausencia de un estudio previo del sistema y a la escasez y falta de calidad de la información geográfica en formato digital.

Resulta incuestionable que, en determinadas administraciones como las Diputaciones, con importantes responsabilidades en la ordenación y gestión del territorio, así como en la prestación de servicios prioritarios en el ámbito local y municipal, se debe disponer de un Sistema de Información basado en datos espaciales y administrativos que ofrezca las herramientas necesarias para compartir, difundir y facilitar el acceso a la información. Igualmente es necesaria una serie de herramientas que faciliten el tratamiento de dicha

información. Si además, este sistema gestiona y toma decisiones fundamentalmente sobre el ámbito local y debe interrelacionar tanto datos georreferenciados como administrativos, producidos dentro de sus servicios centrales o por organismos dependientes o fuera de su organización, dicho sistema ha de ser necesariamente complejo, altamente descentralizado en cuanto a la alimentación de sus bases de datos y con distintos niveles de acceso a los mismos.

En definitiva, el Sistema de Información Geográfica Corporativo de una Diputación, debe ser una herramienta que acerque los datos y la información cartográfica de la provincia a ciudadanos e instituciones, permitiendo recoger una visión integrada del territorio de la provincia, tanto desde su estructura espacial como temática. A partir de la información recogida en las bases de datos alfanuméricas, convenientemente georreferenciadas, se constituyen en una herramienta de presentación de datos temática, temporal (evolución de las variables) y espacial adecuada para la toma de decisiones.

Es el caso, por ejemplo, de SIGA21 (Sistema de Información, Seguimiento y Gestión de Iniciativas de Agendas 21 Locales), un proyecto de la Diputación de Córdoba basado en SIG para apoyo a la mejora de la gestión del desarrollo sostenible entre los municipios de la provincia. La diputación de Sevilla, por su parte, está detrás del proyecto *Mirador*, un visor web que proporciona al usuario la posibilidad de acceder a las infraestructuras, equipamientos y servicios de 102 municipios de la provincia de Sevilla.

Las Diputaciones de Jaén, Málaga o Granada (Figura 1) se han sumado recientemente a las virtudes de estos sistemas para ofrecer, entre otros servicios, visores de mapas basados en cartografías y ortofotos.



Figura 1. Sistema de información Geográfica de la Diputación de Granada.
<http://siqgra.dipogra.es/siqgra/>

Por otra parte, una de las tareas más importantes de las Diputaciones es la posibilidad que ofrecen para visualizar y consultar la "Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales" (EIEL), gestionar dicha información de la provincia y ponerla al servicio de los ciudadanos (Figuras 2 y 3).

El objeto de la "Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales" es la obtención de un censo o inventario referente a las infraestructuras y equipamientos de competencia de las Corporaciones Locales y aquéllas básicas para la comunidad que, siendo privadas o de otros Organismos, ofrecen un servicio público no restringido.

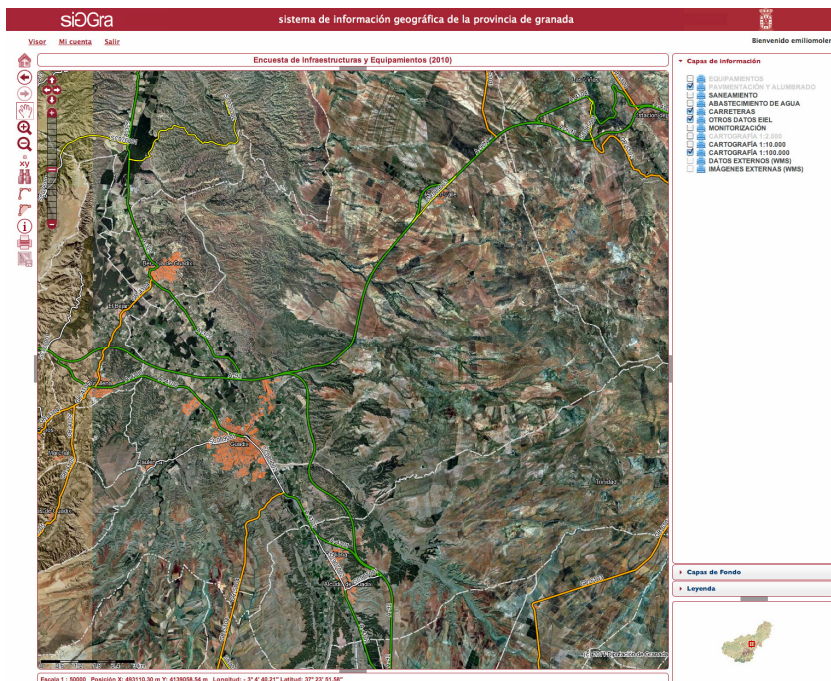


Figura 2. Visor de la Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos (2010)

Su finalidad es conocer la situación de las infraestructuras y equipamientos de competencia municipal, formando un inventario de ámbito nacional, de carácter censal con información precisa y sistematizada de los municipios con población inferior a los 50.000 habitantes (Artículo 4 del Real Decreto 835/2003 de 27 de junio por el que se regula la Cooperación Económica del Estado a las inversiones de las Entidades Locales).

El banco de datos de la Encuesta recoge un gran número de variables relativas a: alumbrado público, estado de la pavimentación, traídas de agua, abastecimiento autónomo de agua, características de la red de agua, características del servicio de agua, saneamiento, recogida de aguas residuales, residuos sólidos, centros asistenciales, centros de enseñanza, centros sanitarios, instalaciones deportivas, centros culturales, casas consistoriales y otros inmuebles, equipamientos recreativos (parques), protección civil, edificios públicos sin uso, lonjas, mataderos y cementerios. Su interés reside en la posibilidad de constituir la base para

evaluar la eficiencia del nivel de provisión de los municipios para la planificación y priorización de necesidades de dotaciones sociales.

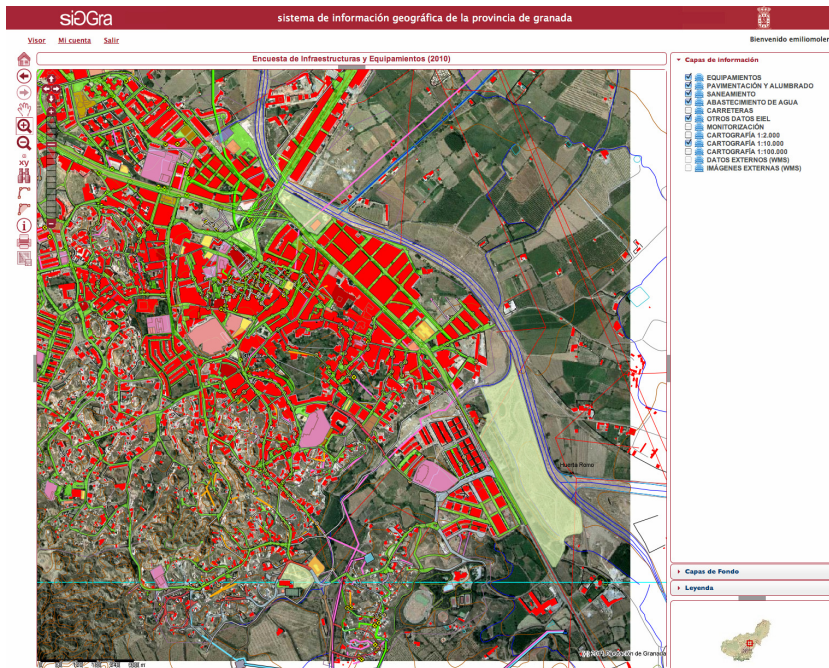


Figura 3. Visor de la Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos (2010)

En este sentido se puede destacar la iniciativa del Plan Avanza2 (www.planavanza.es) de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información y su desarrollo **LocalGIS**.

LocalGIS es un Sistema de Información Territorial para Entidades Locales (diputaciones, mancomunidades, ayuntamientos, etc.) que facilita realizar la gestión municipal de forma georreferenciada y ofrecer servicios de información on-line a los ciudadanos utilizando la cartografía del municipio. LocalGIS es una evolución del sistema GeoPista realizada a iniciativa del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio que cuenta con el respaldo de importantes organismos a nivel nacional, como la FEMP - Federación Española de Municipios y Provincias, el Ministerio de Administraciones Públicas, Catastro, INE – Instituto Nacional de Estadística, IGN - Instituto Geográfico Nacional, etc.

Está basado en soluciones OpenSource, diseñado especialmente para el entorno de la Administración Pública y dirigido a las Entidades Locales (ayuntamientos, diputaciones, mancomunidades, etc.). Dispone de las funcionalidades necesarias para la gestión territorial dentro del ámbito municipal: planificación urbanística, catastro, padrón, actividades contaminantes, patrimonio, infraestructuras, licencias de obra, guía urbana, etc. Para ello combina la tecnología de los SIG (Sistemas de Información Geográfica) con funcionalidades administrativas y Web Services para ofrecer servicios de información on-line a los ciudadanos utilizando la cartografía del municipio.

2.2.2. APLICACIONES DE CARÁCTER SOCIOECONÓMICO

Uno de los campos privados de aplicación que cuenta con mayor potencial de desarrollo es el de carácter socioeconómico. Aquí se incluyen aplicaciones del tipo de localización de servicios y negocios, análisis financieros y de mercado o gestión del patrimonio.

También se han lanzado campañas orientadas a hombres de negocios para aplicar SIG a la planificación y control de equipos de marketing. Desde hace ya algunos años se ha puesto de moda el término Geomarketing que trata de englobar la aplicación de los SIG al estudio de mercados.

Es interesante destacar en este campo los avances en la difusión de la información estadística, básica para este tipo de aplicaciones, realizada por el Instituto de Estadística de Andalucía IEA. Merece la pena citar:

- Cartografía censal de Andalucía. Mapas temáticos por secciones. Periodo 2001-2007.
- Sistema de Indicadores de las Ciudades de Andalucía. SINCA 2007.
- Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía. SIMA 2010.

2.2.3. APLICACIONES EN EL CAMPO MEDIOAMBIENTAL

Otro campo tradicional y frecuente de desarrollo de aplicaciones ha sido el Medio Ambiente. En él se enmarcan proyectos de gestión de riesgos ambientales, usos del suelo (CORINE-LAND COVER), control de la contaminación (SICAH), etc. Pero sin duda, el SIG de mayor tradición en la Comunidad Autónoma Andaluza es el iniciado en los años 80 con el nombre de SinambA (Sistema de Información Ambiental de Andalucía) y que, por su larga trayectoria temporal, ha pasado por una gran evolución tecnológica. Fruto de ella es su nueva concepción como Red Ambiental de Andalucía (Rediam) actualmente en constante ampliación.

2.2.4. APLICACIONES EN EL CAMPO DE LAS 'UTILITIES'

Otro campo de aplicación con un fuerte desarrollo es el de las "utilidades" (traducción literal del inglés 'utilities'). Este suele incluir aquellos apartados referidos básicamente a redes de conducción de servicios de abastecimiento y energía (agua, gas, electricidad...). En muchos casos ha tenido un desarrollo paralelo al de la ingeniería de cada especialidad, dándose productos específicos e independientes de los SIG de propósito general. En España se están llevando a cabo desarrollos en este aspecto que serán tratados más adelante al hablar de "redes" y de su modelización.

2.2.5. OTROS CAMPOS DE APLICACIÓN

Esta división de aplicaciones no se pueden considerar como compartimentos estancos, ya que son numerosas las que se podrían enmarcar en varios de ellos a la vez, o que no estarían

directamente relacionadas con ninguno. Un campo de gran auge ha sido el de la educación y la investigación, también hay aplicaciones relevantes como, la arqueología, la seguridad, los controles de navegación, los análisis electorales y un largo etcétera.

En definitiva, los SIG pueden aplicarse en todas aquellas tareas y proyectos con una componente territorial, como una base de integración multidisciplinar basada en el análisis de elementos geográficos.

2.2.6. LA GESTIÓN DE REDES DE INFRAESTRUCTURAS URBANAS

Una de las primeras aplicaciones en el ámbito urbano la constituyen las relacionadas con las redes. La gestión de redes de infraestructuras urbanas básicas, tales como saneamiento y distribución de agua, gas, redes eléctricas o telefónicas, más conocidas como AM/FM (Automated Mapping and Facilities Management), se benefician claramente de las características de los SIG, ya que necesitan disponer de una cartografía muy precisa y de una base de datos asociada con la información alfanumérica de los elementos de la red. Se utilizan para análisis de mercados, trazado de nuevas líneas, localización de averías...

Actualmente la gran mayoría de las empresas de gestión de redes cuentan con un software propio, mientras que en ámbitos más académicos o de investigación se manejan aplicaciones muy especializadas que sin embargo posibilitan la importación y exportación hacia SIG comerciales más estandarizados (es el caso de InfoWorks de Wallinford Software o el simulador Epanet de la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de EEUU (USEPA)). También se desarrollan aplicaciones especializadas o extensiones para SIG comerciales como la extensión GISred para ArcView 3.2.

2.2.7. APLICACIONES EN LA GESTIÓN URBANÍSTICA

Los instrumentos de planeamiento tienen como característica principal la de asociar “determinaciones” al territorio, o dicho de otra manera, cualquier determinación de planeamiento incluye como parte de su contenido el ámbito territorial sobre el que se aplican. Es por esto que las figuras de planeamiento urbanístico y territorial son susceptibles de estructurarse como una base de datos, y no solo eso, sino que un plan podría definirse como un conjunto de datos estructurados, interrelacionados y georreferenciados.

De las utilidades de los SIG para la información regional territorial o del planeamiento urbanístico a nivel global ya hay magníficos ejemplos en todas las Comunidades autónomas, siendo sin embargo solo algunas las que se han implicado en la tarea de homogeneizar y depurar sus bases cartográficas y parcelarias y fijar criterios a seguir para la estructuración de las bases de datos de la información urbanística municipal. Experiencias pioneras son las de los Cabildos de Tenerife y Gran Canaria y los gobiernos de Navarra y Canarias y como trabajos municipales destacar el SIG para la gestión de la ciudad de Valencia (SIGVAL) o los de los ayuntamientos de L'Hospitalet, Valladolid o Palma de Mallorca.

Como software expresamente orientado hacia esta tarea citar el programa de gestión urbanística “Hipódamos” del ministerio de Fomento. Esta aplicación, concebida e

íntegramente desarrollada en la Administración pública del Estado, está basada en un SIG catastral, sobre el que se proyecta la información geométrica y las bases de datos por capas y atributos de cualquier escala de planeamiento urbanístico municipal, permitiendo su gestión y actualización continua. Además permite, en su versión 3.0, realizar simulaciones, autocalculando edificabilidades, tipologías, aprovechamientos unitarios, comprobando cada barrio, cada plan parcial, cada parcela y edificio, permitiendo ensayar los diversos escenarios posibles de planeamiento y sus efectos globales en un tiempo mínimo.

2.2.8. URBANISMO EN RED (WWW.URBANISMOENRED.ES)

La Entidad Pública Empresarial red.es, adscrita al Ministerio de Industria, Turismo y Comercio a través de la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información, tiene como misión contribuir al fomento y desarrollo de las telecomunicaciones y la sociedad de la información en España. Red.es, en el ejercicio de las funciones que le han sido legalmente atribuidas en el artículo 55 de la Ley 14/2000, de 29 de diciembre (www.red.es), fomenta y desarrolla la Sociedad de la Información, de acuerdo a las iniciativas del Plan Avanza2 (www.planavanza.es). En el marco de este plan, red.es gestiona, en coordinación con otras Administraciones Públicas y Organismos Públicos estatales, autonómicos y locales, diversos programas de difusión y extensión de la Sociedad de la Información.

Una de las medidas principales incluidas en el Plan Avanza2 es la utilización de recursos públicos para la consecución de los objetivos de impulso de la Sociedad de la Información mediante programas de desarrollo e implantación de servicios electrónicos que posibiliten la prestación de Servicios Públicos Digitales a ciudadanos y empresas. En este sentido, y en ejecución de sus competencias, red.es, a partir de un Convenio de Colaboración suscrito por el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, la Federación Española de Municipios y Provincias (FEMP) y la Entidad Pública Empresarial Red.es, puso en marcha el Programa Urbanismo en red en febrero de 2007, con el objetivo de impulsar la introducción de las TIC's en la gestión urbanística municipal.

El Programa Urbanismo en red nació con el objeto de publicar los planes urbanísticos municipales, a través de Internet, habilitando que los ciudadanos pudieran acceder a ellos de forma fácil y personalizada, al efecto de aumentar y potenciar la transparencia en la gestión pública del sector urbanístico. Asimismo, se perseguía facilitar una completa interoperabilidad entre las distintas administraciones y agentes implicados, a través de servicios electrónicos que permitieran la puesta a disposición de la información de planeamiento urbanístico, para ser utilizada por los diferentes interesados. La puesta en marcha de este Programa ha sentado las bases para evolucionar hacia un sistema transaccional, que permita la construcción de servicios orientados a la tramitación telemática del planeamiento urbanístico.

2.3. LOS SIG EN LAS ETAPAS DE UN PROYECTO DE PLANIFICACIÓN

Desde que Ian McHarg publicara en 1969 su obra "Design with Nature", hoy convertida en un clásico de la planificación urbana y territorial, las contribuciones de los SIG en este ámbito se han multiplicado exponencialmente. En esta obra se proponía una metodología de estudio del medio natural, orientada a la planificación espacial, consistente en la comprensión de sus procesos y de su carácter evolutivo y creativo mediante la superposición de variables y factores.

"Identificamos los factores críticos que afectan a la construcción de una carretera y los ordenamos de menor a mayor coste. Identificamos los valores sociales y los ordenamos de mayor a menor. Los obstáculos de la morfología del terreno, la necesidad de estructuras, un terreno inestable, etc., producirán altos costes de inversión pública. De la misma manera los podemos representar. Por ejemplo, se puede hacer un mapa de factores geomorfológicos en que las zonas más oscuras representen las de mayor coste. Igualmente, se representan los valores sociales en otro mapa cuyas zonas más oscuras sean las de un valor más elevado. Si hacemos estos mapas transparentes y los superponemos, las zonas de menor coste social serán desveladas por el tono más claro." (McHarg, 2000, pag.34)

Esta forma de proceder se ha convertido en la base metodológica de los actuales proyectos SIG. Se entiende por planificación territorial las actividades, realizadas por cualquier agente público o privado, para establecer políticas que deben ser seguidas por la población y otros agentes económicos en cuanto al uso de los recursos naturales, la protección del medio ambiente y la localización óptima de las diferentes actividades. Dentro un proyecto de planificación o de ordenación del territorio los nuevos instrumentos de análisis geográfico pueden cumplir diferentes funciones en las distintas etapas en que se suele dividir un proceso de planificación (Arentze, Borgers y Timmerman, 1996).

- Previamente a la planificación propiamente dicha, en la fase que se podría denominar de **identificación del problema**, los SIG son muy útiles por su capacidad de analizar los datos geográficos que definen el problema a tratar y a resolver con la planificación territorial y ambiental. Facilitan la cartografía de los diferentes aspectos que inciden en la cuestión a conocer; permiten, mediante la superposición y otras formas de manipulación de la información, combinar datos y observar algunas de sus interrelaciones.
- La tarea de **definición de los objetivos** es fundamental en la planificación territorial. Esta etapa responde a la consideración de los criterios económicos y políticos generales y, por lo tanto, los SIG ocupan un papel secundario en esta fase. Normalmente, los SIG comerciales no disponen de capacidades para la visualización simultánea de diferentes objetivos y de las interrelaciones entre ellos, por lo que su empleo en esta tarea no es habitual. En cualquier caso, las posibilidades de visualización y cartografía siempre constituyen una ayuda para estas actividades.
- En la fase de **generación de alternativas**, basada en la combinación de los diferentes datos existentes sobre el problema y en el uso de técnicas y modelos que permitan generar diferentes soluciones a la cuestión, los SIG están especialmente preparados

para estas actividades, debido a sus capacidades para superponer y combinar estratos temáticos diferentes.

- Etapa de **evaluación de las alternativas** frente a los objetivos. Una vez disponibles las diferentes soluciones al problema, resultado de la fase anterior, es necesario contrastar cada una de ellas con los objetivos establecidos en la segunda etapa. Para ello, por un lado, es necesario reunir y manejar nueva información, en lo cual un SIG puede ayudar ampliamente, y, por otro, es fundamental establecer una evaluación precisa de cómo cada alternativa obtenida cubre los objetivos pretendidos. Esta evaluación, para que sea adecuada a la complejidad de los problemas territoriales, requiere el uso de técnicas muy elaboradas, entre ellas destacan las de evaluación multicriterio (Barba-Romero y Pomerol, 1997; Barredo, 1996).
- La fase de **organización del plan**. Establecimiento de un programa coherente y sistemático donde se integren las distintas alternativas seleccionadas que la puesta en práctica del plan supone. En este caso el uso de los SIG es difícil, ya que estos instrumentos no tienen capacidades para esta actividad, más adecuado resulta la utilización de procedimientos de planificación de tareas como el PERT y otros semejantes.
- Finalmente, la etapa de **control y seguimiento del plan**. Si un plan de ordenación territorial quiere tener éxito, es necesario establecer mecanismos que permitan su control y el rápido establecimiento de las diferencias entre lo que realmente ocurre y lo que el plan había determinado. Para ello, nuevamente, los SIG pueden ser una interesante herramienta, dada su capacidad de comparar dos realidades espaciales, la que había imaginado el plan, y la que realmente se está produciendo, utilizando para ello las funciones de superposición y combinación de diferentes estratos temáticos.

Como vemos los SIG son útiles en bastantes momentos del proceso de planificación, por ello parece cada vez más necesario su uso en estas tareas.

3. BASES DE DATOS ESPACIALES Y FUENTES DE CARTOGRAFÍA DIGITAL

3.1. LAS INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES (IDES)

En los últimos años, el creciente interés por la utilización de la información geográfica ha llevado a muchos países y organizaciones a adoptar una combinación de técnicas, políticas y mecanismos encaminados a compartir información espacial a través de sus grupos de trabajo. Estos mecanismos son conocidos como Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE). Las IDE incentivan la capacidad de los países, los gobiernos locales y las organizaciones para compartir conocimientos e información espacial.

La historia de las infraestructuras de datos espaciales comienza, de forma organizada, con la iniciativa de la administración de William J. Clinton en los Estados Unidos en el año 1994, con la orden ejecutiva 12906 para la creación de la National Spatial Data Infrastructure de ese país (NSDI), cuyo texto comienza reconociendo la importancia de la Información Geográfica:

“La Información Geográfica es crítica para promover el desarrollo económico, mejorar nuestra gestión de los recursos naturales y proteger el medio ambiente...”

<http://www.fgdc.gov/publications/documents/geninfo/execord.html>

En ese mismo año se fundó el Open GIS Consortium, hoy llamado **Open Geospatial Consortium** (OGC), consorcio sin ánimo de lucro, que agrupa a más de 300 organizaciones públicas y privadas. Su fin es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica. Persigue acuerdos entre las diferentes empresas del sector que posibiliten la interoperatividad de sus sistemas de geoprocetamiento, facilitar el intercambio de la información geográfica en beneficio de los usuarios y elaborar por consenso los documentos técnicos que definen los modelos, las interfaces y los protocolos necesarios para ello.

3.1.1. INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES

Es el conjunto de “tecnologías, políticas y recursos humanos para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar la utilización de la información geográfica”.

Otras definiciones:

Una IDE es una estructura virtual en red integrada por datos geográficos, y por lo tanto georreferenciados, y servicios interoperables de información geográfica. Tan los datos como los servicios están distribuidos en diferentes sistemas de información bajo la responsabilidad y gestión de distintas instancias, del sector público o privado, accesibles vía Internet con un mínimo de protocolos y especificaciones normalizadas, y con la finalidad de posibilitar su acceso encadenado, de forma integrada, para conseguir una información más completa y útil que cuando se maneja separadamente la de cada agente. (Ley 14/2010).

Una IDE es un sistema estandarizado integrado por un conjunto de recursos informáticos cuyo fin es visualizar y gestionar cierta Información Geográfica disponible en Internet. Este

sistema permite, por medio de un simple navegador de Internet, que los usuarios puedan encontrar, visualizar, utilizar y combinar la información geográfica según sus necesidades

Los recursos informáticos de este sistema pueden ser programas, catálogos de datos, catálogos de servicios, servidores de mapas, de fenómenos o de coberturas, páginas web, etc. La información geográfica que gestiona una IDE puede estar en forma de ortofotos, imágenes de satélite, mapas, nombres geográficos, capas de información de un SIG, etc.

La información geográfica a la que se quiere acceder debe ser acorde con ciertas normas y estándares y los recursos informáticos con especificaciones, protocolos e interfaces que garanticen la interoperabilidad.

3.1.2. COMPONENTES

Una IDE, como Sistema de Información Geográfica distribuido, es algo más que un servidor en funcionamiento que está publicando mapas y datos en Internet. Desde el punto de vista tecnológico hay tres componentes fundamentales de toda IDE: Datos, Metadatos y Servicios. Pero no debe olvidarse de otro componente cuyo papel es primordial: Organización.

Estos componentes son detallados a continuación.

- **Datos**, que pueden clasificarse en:
 - Datos de Referencia: son los que forman el Mapa Base o mapa sobre el que se referencian los datos temáticos, como por ejemplo: el sistema coordinado, las redes de transporte, la red hidrológica, el relieve, los límites administrativos, etc.
 - Datos Temáticos: son los valores de las distintas capas de información geográfica, como por ejemplo: Usos del suelo, Geomorfología, Hidrología, Vegetación, etc.
- **Metadatos**: son los descriptores de los datos, como por ejemplo: la fecha del dato, el formato, el propietario, la ubicación, el precio, etc. La Norma que regula los metadatos de la información geográfica es la norma ISO 19115 “Geographic Information – Metadata”. El NEM o “Núcleo Español de Metadatos” es una recomendación de la IDE de España. Es el conjunto mínimo de elementos de metadatos necesarios para describir un recurso de IG.

Algunas de las ventajas del uso de los metadatos:

- Para el usuario de datos geográficos:
 - Le ayudan a entender los datos.
 - Se dispone de los elementos claves de los datos y se les puede interpretar.
 - Ayudan a encontrar los datos buscados.
- Para las Organizaciones y Entidades productoras de datos:

- Se mejoran los procedimientos de gestión de los datos.
- Ayudan a proteger las inversiones realizadas.
- Proporcionan información sobre fuentes de datos y calidades.
- Ahorran tiempo y reducen costes.
- Para el Profesional de los datos geográficos:
 - Conoce la actualización y calidad de los datos.
 - Conoce los procesos de captura y almacenamiento.
 - Conoce las limitaciones legales de uso y distribución.
 - Conoce la persona de contacto.

Los metadatos se pueden aplicar para tres tipos de trabajos:

- Para localizar datos: ¿Dónde están los datos del tipo que necesito?.
 - Para el análisis de la información: ¿Tienen estos datos suficiente información para el análisis que necesito?.
 - Para la explotación de la información: ¿Cómo puedo legalmente utilizar estos datos y unirlos con otros para obtener un producto nuevo?.
- **Servicios:** son las funcionalidades accesibles mediante un navegador de Internet que una IDE ofrece al usuario para aplicar sobre los datos geográficos. Estas funcionalidades se organizan en servicios: servicios de visualización de mapas, de descarga, de consulta, etc.

Los servicios más importantes de una IDE son:

- Servicio de mapas en la Web (WMS).

Permite la visualización de una imagen cartográfica generada a partir de una o varias fuentes: mapa digital, datos de un SIG, ortofoto, etc., provenientes de uno o varios servidores.

- Servicio de fenómenos en la Web (WFS).

Permite acceder a los datos mismos, mediante el empleo del formato normalizado GML. Así puede acceder al archivo que define la geometría de un objeto cartográfico, como un río, una ciudad, una parcela, etc., y disponer de esa información vectorial en el propio ordenador.

- Servicio de Coberturas en Web (WCS).

Es un servicio similar al WFS pero para datos raster, como son imágenes satelitales y modelos digitales del terreno.

- Servicio de Nomenclátor (Gazetteer).

Este servicio permite localizar fenómenos geográficos. El servicio une cada nombre geográfico con su localización en base a coordenadas.

- Servicio de Catálogo (CSW).

Gracias a este servicio puede buscarse la información geográfica que se necesita en base a los metadatos que la definen.

- **Organización:** Es el componente más complejo y el que hace que el resto funcione y se mantenga, incluye el personal humano dedicado, una estructura organizativa y de reparto del trabajo, estándares y normas que hacen que los sistemas puedan interoperar, leyes como la Directiva Europea INSPIRE, reglas y acuerdos entre los productores de datos, etc.

Todos los componentes son necesarios, pero la organización es de especial importancia en una IDE porque ordena, regula, estructura y armoniza todos los demás.

3.1.3. DEFINICIÓN DE INTEROPERATIVIDAD

Uno de los objetivos de las IDE es poder compartir la información geográfica que está dispersa en la Red de Internet, con objeto de visualizarla o utilizarla al grado que permita el dueño de esos datos. Esto implica que las máquinas se entiendan entre sí (protocolos de comunicaciones compartidos), los datos que se compartan deben ser entendibles y utilizables por todas las máquinas que los usen.

La Norma ISO 19119 dice que:

La interoperabilidad es la capacidad para comunicar, ejecutar programas, o transferir datos entre varias unidades funcionales sin necesitar que el usuario tenga conocimiento de las características de esas unidades.

3.1.4. DEFINICIÓN DE ESTÁNDARES

El concepto de interoperabilidad, en el que los sistemas se entienden, conduce a la creación y adopción de estándares.

Un estándar es una recomendación en forma de especificación dada por una autoridad, acerca de una materia. Ejemplo: El lenguaje HTML es un estándar especificado por el W3C. Si se quiere que algo sea visible a través de la web, debe estar escrito en HTML.

3.2. EL MARCO LEGAL. LA DIRECTIVA INSPIRE Y LA LEY LISIGE

Dentro de los principios comunes que incluye una iniciativa de Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) se encuentra el marco legal, que juega un papel muy importante en la implantación y desarrollo de una IDE dentro de una comunidad.

Los documentos legislativos se pueden clasificar según el ámbito de aplicación sobre el que actúan y cada uno tiene características propias. En general se puede distinguir entre:

3.2.1. NORMATIVA DE LA UNIÓN EUROPEA

- Directiva: decisión colectiva de carácter obligatoria aprobada por los Estados miembros de la Unión Europea. Obliga a todos o parte de los Estados miembros en cuanto al objetivo a alcanzar, pero les permite elegir la forma y los medios para realizar su transposición a la legislación nacional.
- Reglamentos: Tiene carácter obligatorio para todos los Estados miembros de la Unión Europea y sus ciudadanos. Es una norma de aplicación directa, no hace falta su transposición.
- Otros: decisiones, recomendaciones, opiniones.

Desde la orden presidencial de Bill Clinton a mediados de la década de los noventa, hubo una serie de salidas en falso en Europa, intentando seguir el modelo americano pero contando con una dificultad adicional: la necesidad de soportar una comunidad de proveedores y usuarios mucho más diversa, por las diferencias obvias de nacionalidad, cultura, política, idioma, etc. Después de varios intentos fracasados (el más llamativo, GI2000) de crear una normativa oficial europea sobre el tema, por fin, en el mes de julio de 2004, la Comisión Europea consiguió la admisión a debate parlamentario europeo del borrador "Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad (INSPIRE)"

INSPIRE. (Infraestructure for **S**patial **I**nformation in **E**urope) es una iniciativa de la Comisión Europea cuyo funcionamiento se recoge en la **Directiva 2007/2/CE** del Parlamento Europeo que propone normativas de carácter comunitario relacionados con la información geográfica en la Unión Europea.

Esta Directiva, en vigor desde el 15 de Mayo de 2007, tiene como objetivo la creación de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) en Europa, estableciendo estándares y protocolos de tipo técnico, aspectos organizativos y de coordinación, políticas sobre la información que incluye el acceso a los datos y la creación y mantenimiento de información espacial. Estas estrategias y objetivos deben ser adaptados por los estados miembros, ajustando sus respectivas legislaciones y procedimientos administrativos nacionales.

Su propósito es hacer disponible información geográfica relevante, concertada y de calidad, de forma que se permita la formulación, implementación, monitorización y evaluación de las políticas de impacto o de dimensión territorial, de la Comunidad Europea.

Se ha desarrollado un prototipo de geoportal para soportar la Iniciativa INSPIRE que se basa en las infraestructuras de información espacial existentes en los diferentes estados miembros. (<http://eu-geoportal.jrc.it/>) (Figura 4).

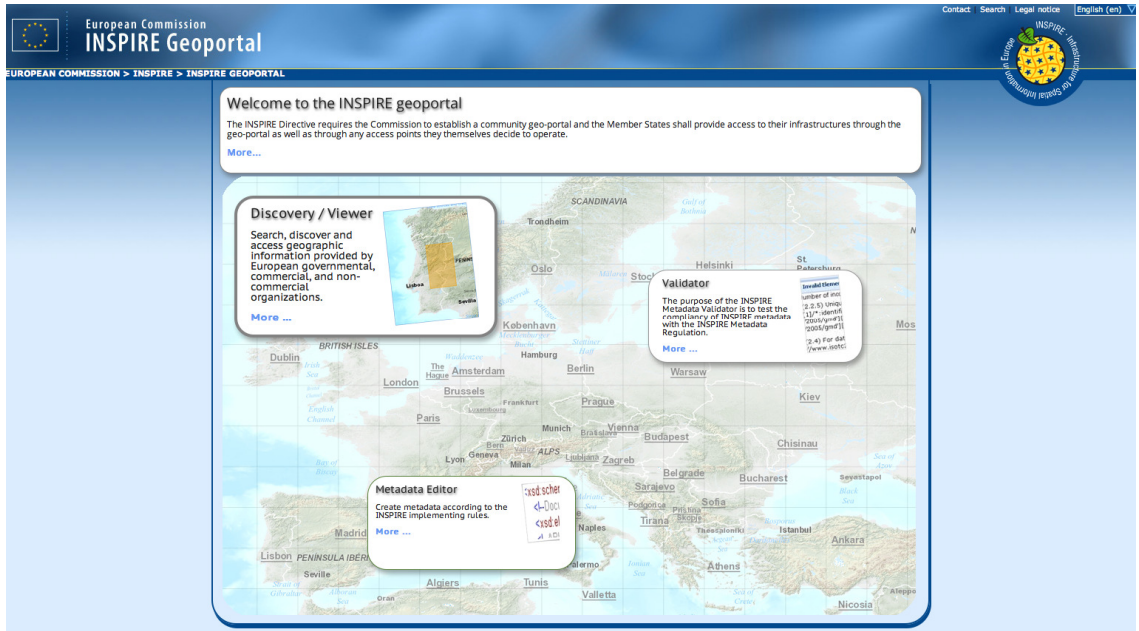


Figura 4. Geoportal Inspire. (Último acceso Diciembre de 2011)

Se puede consultar más información sobre esta Directiva en:

http://www.ideo.es/resources/leyes/DIRECTIVA_2007_2_CE_ES.pdf y

<http://www.ec-gis.org/inspire/>

La reciente propuesta de **directiva SEIS** (Shared Environmental Information System), o Sistema Compartido de Información Medioambiental complementará a la directiva Inspire.

3.2.2. NORMATIVA NACIONAL

- Ley: norma jurídica que constituye una de las fuentes de derecho son definidas por un órgano legislativo.
- Real Decreto: norma jurídica con rango de reglamento.
- Orden Ministerial: Norma que emana de cualquiera de los Ministros del Gobierno del Estado, dirigida a su propio personal.
- Ley autonómica: es aprobada por el Parlamento autonómico de una Comunidad Autónoma de España, para regular una materia en el marco de sus competencias.

La comunidad europea mediante el programa INSPIRE promueve la armonización de la Geoinformación en toda Europa. Con este objetivo se establece la transición al nuevo sistema de referencia ETRS89 para todos los estados miembros con tal de facilitar la interoperatividad entre los territorios.

El **Decreto 1071/2007** que oficializa el sistema ETRS89 establece la transición del anterior ED50 con tres fechas clave:

- 29/08/2007: Publicación del Decreto. El nuevo sistema oficial es el ETRS89 pero se puede seguir publicando en ED50 haciendo referencia al nuevo sistema.
- 01/01/2012: No se podrá inscribir en los registros cartográficos ningún proyecto nuevo en ED50.
- 01/01/2015: Publicación exclusivamente en ETRS89.

El **Real Decreto 1545/2007** del Sistema Cartográfico Nacional (BOE 30-11-2007):

Las principales características son:

- El Sistema Cartográfico Nacional está constituido por los planes y programas de producción cartográfica oficial, por la toponimia oficial y normalizada, por las IDE basadas en datos oficiales, por los productos y servicios de información geográfica elaborados por las Administraciones Públicas, así como por las relaciones entre ellas.
- Presenta un capítulo específico para describir las principales características de la Infraestructura Nacional de Información Geográfica, es decir, el conjunto de las IDE que contienen toda la información geográfica oficial disponible sobre el territorio nacional, el mar territorial, la zona contigua, la plataforma continental y la zona económica exclusiva.
- En artículo 29 define lo que es la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), la información que contendrá y el organismo competente de la gestión del portal IDEE.
- Se define la Infraestructura de Datos Espaciales de la Administración General del Estado (IDEAGE) como la aportación de la AGE a la IDEE.
- Dentro del Consejo Superior Geográfico, órgano de dirección del Sistema Cartográfico Nacional, se define la Comisión Especializada de Infraestructuras de Datos Espaciales.

Puede consultarse más información sobre este Real Decreto en:

http://www.idee.es/resources/leyes/RD_Sistema_Cartografico.pdf

La **Orden FOM/956/2008** sobre la política de difusión pública de la información geográfica generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional:

Las principales características son:

- Para adaptar la difusión, distribución y comercialización de la información geoespacial generada por el IGN a los objetivos de INSPIRE y del Sistema Cartográfico Nacional

- Se ha definido una nueva política de datos:

Se define la cartografía que forma el Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional (EGRN): redes geodésicas y de nivelaciones, Nomenclátor Geográfico Nacional, Límites Administrativos y Entidades Locales georeferenciadas.

Será libre toda descarga y uso de información (servicios y datos) producida por el IGN y será gratuita sí los datos pertenece al EGRN ya que tiene el carácter de "información del sector público".

Para los datos producidos por el IGN y no incluidos en el EGRN:

Será libre toda descarga y uso de información (servicios, datos) y será gratuita sí se menciona la autoría del IGN, no se realizan usos comerciales, y se da publicidad a éstas condiciones.

Cuando la información a descargar, o los servicios, sean para uso comercial será necesario definir contratos específicos con el CNIG (Centro Nacional de Información Geográfica).

Se definen dos tipos de licencias: de uso libre y gratuito y licencia de uso comercial.

Puede consultarse más información sobre esta Orden Ministerial en:

<http://www.idee.es/resources/leyes/A19138-19140.pdf>

La Ley LISIGE.

Después de la entrada en vigor de la Directiva Inspire, el 5 de Julio de 2010 se realiza su transposición a la legislación española mediante la **Ley 14/2010** sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE). En esta ley, que actualiza y complementa la Ley 7/1986 de Ordenación de la Cartografía, y la adapta a las nuevas exigencias de la UE, se hace énfasis en la utilidad que la Información Geográfica generada por las Administraciones Públicas (AAPP) tiene para los ciudadanos y para la sociedad en general y, en consonancia con la Ley 37/2007 de Reutilización de la Información del Sector Público, se promueve la publicación en la Web de datos y servicios geográficos para hacerlos más accesibles.

Su objetivo principal es la organización de los servicios de información geográfica y de cartografía e incentivar su libre acceso.

En su primer capítulo, se define el ámbito de aplicación de la Ley, básicamente constituido por los datos geográficos ya existentes de carácter oficial. Se define además lo que se entiende por IDE, servicios de información geográfica, metadatos, interoperabilidad, Información Geográfica de Referencia, Datos Temáticos Fundamentales y Datos Temáticos Generales.

En el Capítulo II, se establecen las competencias del Consejo Superior Geográfico (CSG), como coordinador y operador de la IDEE y se le atribuye la capacidad de proponer instrucciones técnicas teniendo en cuenta las Normas de Ejecución Inspire y los requerimientos de los usuarios y las Administraciones. También se define su carácter abierto y participativo.

El Capítulo III contiene las condiciones que deben cumplir los datos y servicios geográficos que formen parte de la IDEE: se obliga a las AAPP a adoptar medidas que aseguren la puesta

en común y en Internet de datos y servicios geográficos, con los límites razonables que se puedan imponer para no poner en peligro la marcha de la justicia, la seguridad pública, la acción ante emergencias, la seguridad nacional o las relaciones internacionales; se establecen plazos para que las Administraciones generen metadatos, y se impone la obligación de publicar en Internet servicios interoperables de descubrimiento (catálogos) y visualización gratuitos, con excepciones que ha de aprobar el CSG, y servicios de descarga, de transformación y de acceso a servicios.

El Capítulo IV hace referencia a la Infraestructura de Información Geográfica de la Administración General del Estado (IDEAGE) y a la obligación del Instituto Geográfico Nacional IGN de crear y mantener el correspondiente geoportal. El Geoportal IDEAGE del Ministerio de Fomento agrupa y hace accesible toda la información geográfica de la AGE.

El Capítulo V recoge el necesario complemento y perfeccionamiento de la Ley 7/1986 de Ordenación de la Cartografía y se instituye el Sistema Cartográfico Nacional, ya mencionado en el Real Decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, como marco de coordinación de la actividad cartográfica en España, y se diseñan su funcionamiento y fórmulas de organización internas.

3.2.3. NORMATIVA REGIONAL

En el ámbito de las Comunidades Autónomas se está empezando a incluir dentro de los documentos legislativos referentes a cartografía algún capítulo o artículo destinado a describir las principales características de la Infraestructura de Datos Espaciales de su región. En el marco autonómico andaluz se puede destacar:

Decreto 141/2006, de 18 de julio, por el que se ordena la actividad cartográfica en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

El 8 de Agosto de 2006 se publicó en el BOJA nº154 el Decreto por el cual se ordena la actividad cartográfica de la Comunidad Autónoma de Andalucía (Decreto 141/2006, de 18 de Julio). En el Capítulo IV se regula la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía como elemento integrador de toda la información geográfica sobre el territorio andaluz, definiéndose sus objetivos, principios, contenido y formas de acceso.

Corresponde al Instituto de Cartografía de Andalucía la dirección técnica y la coordinación de la Infraestructura de Datos Espaciales, de acuerdo con los criterios del Grupo de Trabajo de Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía y la supervisión de la Comisión de Cartografía de Andalucía.

Puede consultarse más información sobre este Decreto en:

<http://www.juntadeandalucia.es/boja/boletines/2006/154/d/updf/d1.pdf>

La Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA).

Tiene como objeto la integración de toda la información sobre el medio ambiente andaluz generada por todo tipo de centros productores de información ambiental en la Comunidad Autónoma.

Posteriormente, el Decreto 152/2011, de 10 de mayo, modifica el Decreto 141/2006 y una vez traspasadas las competencias en materia de cartografía e información geográfica de la Consejería de Obras Públicas y Vivienda a la de Economía, Innovación y Ciencia, crea el **Instituto de Estadística y Cartografía** como primer paso en la integración de los Sistemas Estadísticos y Cartográfico.

El **Plan Cartográfico de Andalucía** en desarrollo del Decreto 141/2006 viene a concebir la Información geográfica como un servicio público y como un instrumento al servicio de las políticas públicas y su gestión. Establece el principio de planificación para el desarrollo de las actividades cartográficas como un instrumento básico del sistema cartográfico de Andalucía, definiendo un modelo basado en un Plan Cuatrienal y su desarrollo a través de Programas anuales.

3.3. LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE ESPAÑA (IDEE)

La Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) tiene como objetivo el integrar a través de Internet los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que se producen en España, a nivel nacional, regional y local, facilitando a todos los usuarios potenciales la localización, identificación, selección y acceso a tales recursos, a través del geoportal: www.idee.es. (Figura 5).

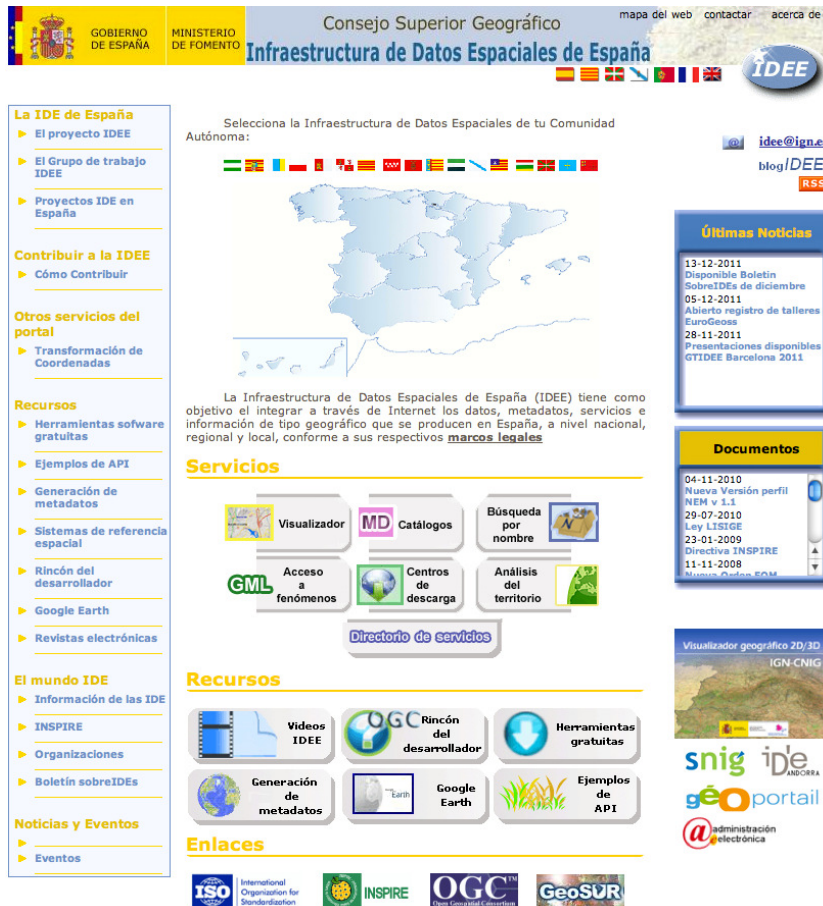


Figura 5. Geoportal IDEE. (Último acceso Diciembre de 2011)

Para ello se ofrecen varias aplicaciones, que incluyen un visualizador de información geográfica, que permite componer mapas superponiendo información de diferentes proveedores, un catálogo de datos y servicios, para obtener información sobre datos y servicios geográficos que se producen en España, un buscador de nombres geográficos, que facilita la localización de topónimos, y la posibilidad de descargar datos geográficos.

IDEAGE. El Real Decreto 1545/2007 de 23 de noviembre de 2007 (B.O.E. nº 287 de 30/11/2007), establece el Sistema Cartográfico Nacional, para coordinar y armonizar la producción de cartografía de manera que suponga un sistema racional y operativo, dentro de un marco de colaboración y eficiencia, que favorezca el ejercicio de la actividad

cartográfica, base común del desarrollo económico y social que propugnan todas las Administraciones públicas españolas para los ciudadanos y sus respectivos territorios.

Como un aspecto importante del Sistema Cartográfico Nacional, el R. D. 1545/2007 acuña el concepto de IDEAGE, Infraestructura de Datos Espaciales de la Administración General del Estado o IDE de la AGE, estableciendo que a través de la dirección IDEAGE se agrupará la información geográfica proporcionada por la Administración General del Estado a la Infraestructura Nacional de Información Geográfica. Adicionalmente el Real Decreto identifica a la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional como responsable de la constitución y mantenimiento de este portal.

Su función es la de cohesionar, armonizar e impulsar las actividades que la AGE está llevando a cabo en el campo de las IDE. Entre los objetivos que este entorno pretende obtener destacan:

- Promover la implementación de servicios estándar en la AGE, para facilitar a los ciudadanos y a la sociedad en general, el acceso, consulta y explotación de los recursos cartográficos que produce y custodia.
- Dar visibilidad al conjunto de datos, servicios y recursos que la AGE aporta a la IDEE, para aglutinarlos y acercarlos a los ciudadanos a través de un único Geoportal.
- Cohesionar y armonizar las iniciativas de publicación de sus recursos facilitando el intercambio de experiencias y buenas prácticas.
- Contribuir a la creación de una auténtica comunidad de actores IDE dentro de la AGE.

El Geoportal IDEAGE (Figura 6), accesible en www.ideage.es, pone a libre disposición de todos los usuarios los siguientes componentes:

- Un visualizador que actúa como cliente de servicios Web Map Service (WMS), tal y como lo define el Open Geospatial Consortium (OGC) y de servicios WMS-C, tal y como lo define OSGEO, siempre de acuerdo a la recomendación sobre WMS de la Comisión Especializada de IDE del Consejo Superior Geográfico (CSG).
- Un cliente de servicios de Nomenclátor, de acuerdo a la especificación Web Feature Service (WFS) de OGC y al Modelo de Nomenclátor de España (MNE) definido por la Comisión Especializada de IDE del CSG.
- Un cliente de servicios de Catálogo de Metadatos conforme a la especificación Catalogue Service for the Web (CSW) de OGC.
- Un directorio de servicios que contiene una relación de los servicios IDE creados por los Órganos y Organismos de la Administración General del Estado para facilitar su búsqueda y localización a los usuarios.
- Unas páginas Web de acceso al sistema, que permiten la utilización de los clientes y servicios disponibles integrando todos los componentes y permitiendo el encadenamiento de servicios, así como el acceso a documentación complementaria, enlaces, ayudas y noticias.

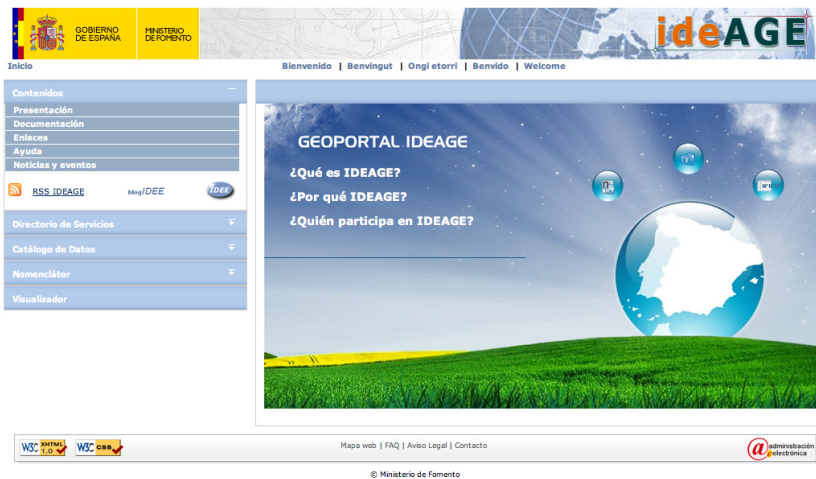


Figura 6. Geoportal IDEAGE. (Último acceso Diciembre de 2011)

3.3.1. PROYECTOS IDE

A continuación se recogen algunos de los proyectos IDE realizados en España y su correspondiente acceso. Más información en www.idee.es

3.3.1.1. DE ÁMBITO NACIONAL

De la Administración General del Estado,

- **Ministerio de Economía y Competitividad**
 - Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales del Instituto Español de Oceanografía (IDEO): Visor de información marina que muestra información de la naturaleza del fondo, batimetría, límites de reservas, información ambiental, caladeros de pesca, arrecifes artificiales y límites administrativos, (a título meramente informativo y sin validez legal). Implementa una serie de herramientas básicas que de facilitan el acceso y la consulta al servicio de mapas y pinchando en el nombre de la capa se abre una ventana con el metadato correspondiente. <http://www.ieo.es/geoportal> (Figura 7).

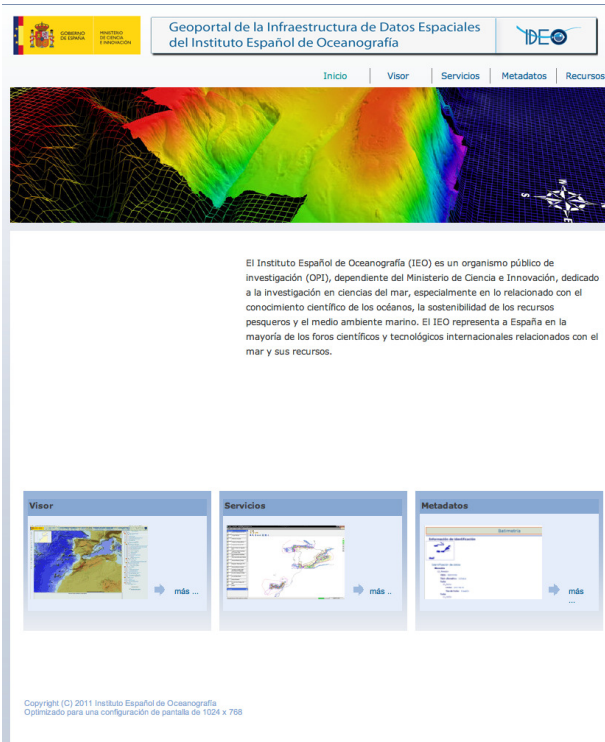


Figura 7. <http://www.ieo.es/geoportal>

- Geoportal del Atlas Virtual de Distribución de Aves (Atlas de Aves): El objetivo de este portal es mostrar, de modo dinámico, la distribución de las Aves en la Península Ibérica desde la doble perspectiva de la biogeografía ecológica y la cartografía. Los mapas constituyen una fuente visual de conocimiento que permiten localizar a las especies en el espacio, identificar áreas importantes de biodiversidad, obtener datos en localidades concretas, o plantear asociaciones entre los organismos y el ambiente. <http://avesbiodiv.mncn.csic.es/> (Figura 8).

ATLAS VIRTUAL DE LAS AVES TERRESTRES DE ESPAÑA

Introducción

El **objetivo** de este documento es mostrar, de modo dinámico, la distribución de las Aves en la Península Ibérica desde la doble perspectiva de la biogeografía ecológica y la cartografía.

Los **mapas** constituyen una fuente visual de conocimiento que permiten localizar a las especies en el espacio, identificar áreas importantes de biodiversidad, obtener datos en localidades concretas, o plantear asociaciones entre los organismos y el ambiente.

Esta información visual puede ser enriquecida con análisis que asocien la variación espacial en la distribución y abundancia con factores ambientales, de manera que se puedan definir **patrones biogeográficos** que inferan los determinantes de la distribución.

Páginas interactivas	Páginas descriptivas
<ul style="list-style-type: none"> >> Biogeografía ecológica de la avifauna: Determinantes ambientales de la distribución de 184 especies >> Mapas de distribución y listados de especies de la avifauna terrestre Española; Tabulación de resultados por cuadrícula de 50x50 Km. >> Versión pdf >> Multimapas (comparación visual de mapas seleccionados) 	<ul style="list-style-type: none"> >> Biogeografía de las aves en la Península Ibérica Fichas de >> especies (documentos pdf) Mapas de >> especies Mapas de >> variables ambientales >> Fuentes de información y variables consideradas en el análisis >> Metodología Acerca del >> Servidor de Mapas

Planificación y análisis biogeográficos: **Luis M. Carrasca**
 Base de datos y desarrollo del servidor de mapas: **Stefanie Weykam**
 Colaboración en análisis de datos: David Palomino, Jorge M. Lobo, Leticia Díaz

Proyecto subvencionado por la **Sociedad de Amigos del Museo Nacional de Ciencias Naturales - CSIC**
 Con la colaboración de la **Sociedad Española de Ornitología**

Figura 8. <http://avesbiodiv.mncn.csic.es/>

- **Ministerio de Defensa**

- Infraestructura de Datos de Defensa (IDEDF). El Ministerio de Defensa está trabajando en la construcción de una Infraestructura de Datos Espaciales de Defensa (IDEDF), como parte de la Infraestructura de Datos Espaciales de la Administración General del Estado. (Figura 9).

<http://www.defensa.es/politica/infraestructura/cartografia/actuaciones/>



Figura 9. <http://www.defensa.es/politica/infraestructura/cartografia/actuaciones/>

- **Ministerio de Hacienda**

- La cartografía Catastral en Internet. En esta página se puede consultar información sobre el servicio de Mapas (WMS) que ofrece la Dirección General del Catastro de forma libre y gratuita. (Figura 10).

<http://www.catastro.meh.es>

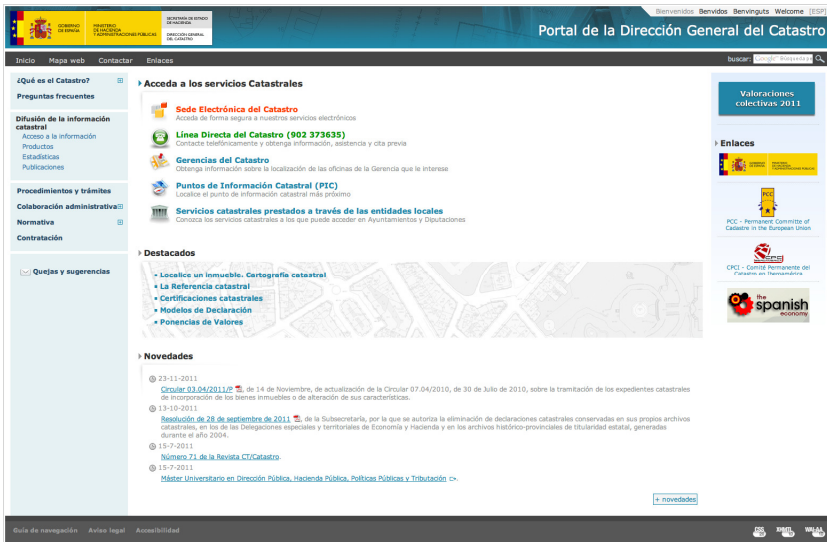


Figura 10. <http://www.catastro.meh.es>

- **Ministerio de Fomento**

- SIU-Sistema de Información Urbana. Se trata de un sistema de información que recoge información sobre suelo y urbanismo de España y publica a través de Internet. Está concebido como un proyecto en el que colaboran instituciones tanto del nivel nacional como el autonómico y local. No se trata por tanto, de un registro público de planeamiento. (Figura 11). <http://siu.vivienda.es/siu>

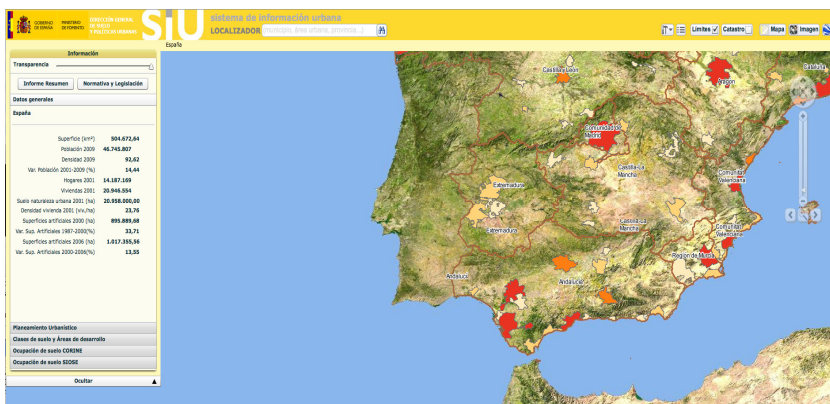


Figura 11. <http://siu.vivienda.es/siu>

- Atlas Estadístico de las áreas urbanas. El atlas digital de las áreas urbanas españolas es un geoportal con una interfaz sencilla e intuitiva que permite elaborar cartografía temática combinando variables a distintos niveles administrativos (CCAA, Provincias, Áreas Urbanas, y Municipios). (Figura 12).

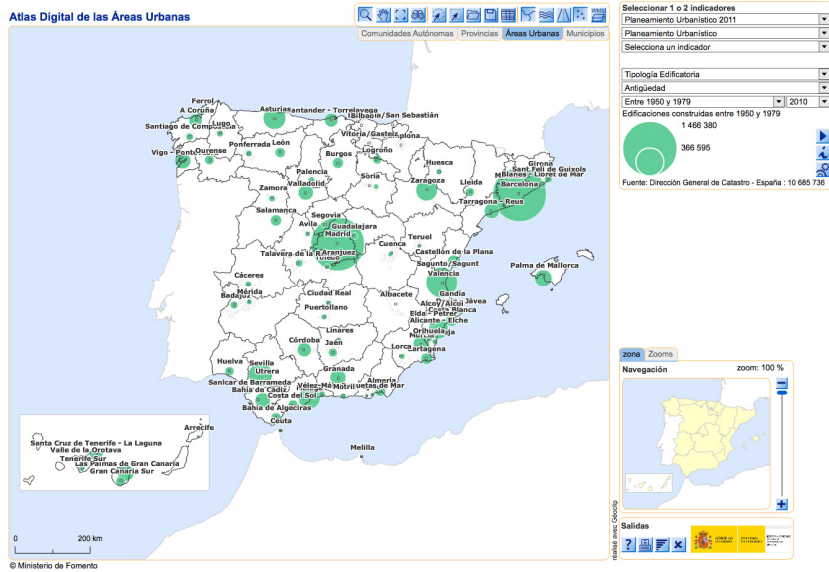


Figura 12. Atlas Digital de las áreas urbanas

- Capitales & Ciudades 100. La publicación “Capitales&Ciudades+100 contiene información estadística de las ciudades españolas en el año 2010 y muestra la evolución de todas las capitales de provincia y municipios españoles de más de 100.000 habitantes a partir de factores que son determinantes en la misma. Para ello, analiza sus datos demográficos, socioeconómicos (tales como el empleo y su relación directa con el acceso a bienes y servicios, entre ellos, la vivienda), y de ocupación de suelo (que permite conocer el uso de este recurso, si se ha utilizado sólo el necesario o se han acometido actuaciones de regeneración urbana, etc.) así como la información urbanística de estas ciudades que recoge el Sistema de Información Urbana (SIU).
- Portal SIGNA. Se trata de una aplicación web que actúa como cliente visualizador de servicios de información geográfica y que permite además analizar entidades geográficas publicados como servicios web estándar OGC (WMS, WFS, CSW) e integrar múltiples fuentes de datos. (Figura 13) <http://www.iqn.es/signa/>

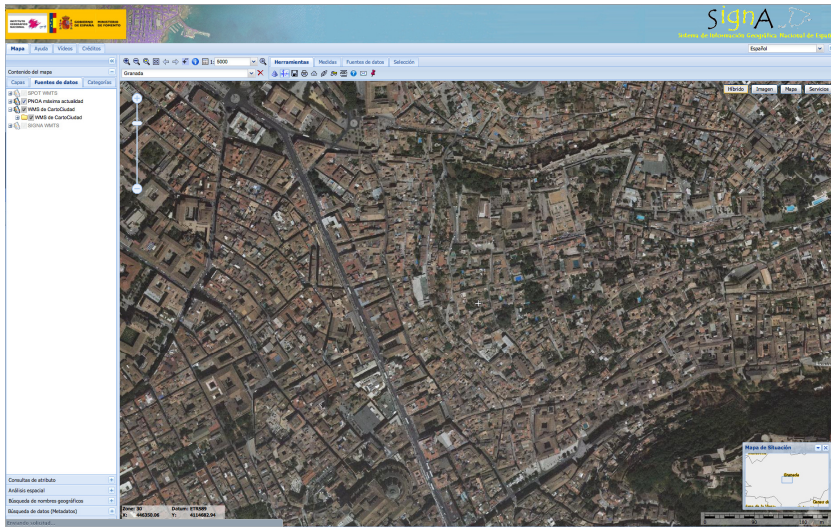


Figura 13. <http://www.ign.es/signa/>

- Portal Metadatos de Información Geográfica. Portal dirigido a las personas encargadas de la generación de metadatos en su organización y en el que se puede encontrar información general sobre metadatos, normativas, herramientas, etc. (Figura 14) <http://metadatos.ign.es/>



Figura 14. <http://metadatos.ign.es/>

- IDEAGE. es la Infraestructura de Datos Espaciales de la Administración General del Estado (AGE). Su geoportal permite localizar, visualizar y consultar la información geográfica generada por la AGE. (Figura 15) <http://www.ideage.es/>

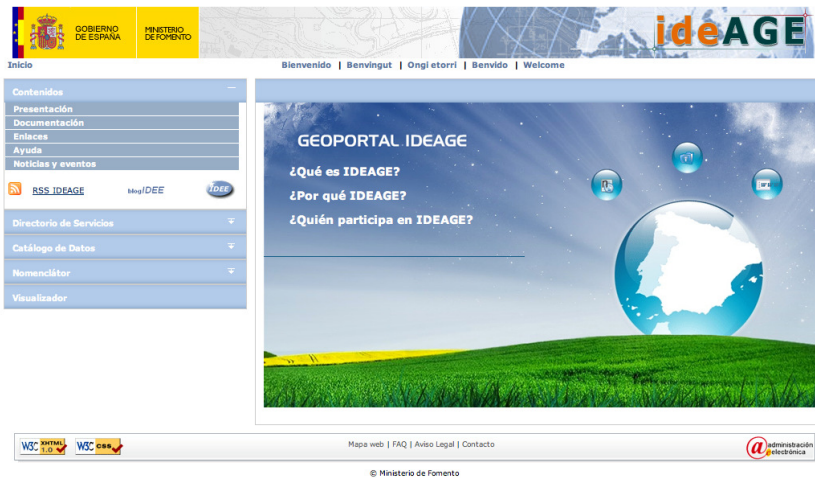


Figura 15. <http://www.ideage.es/>

- **Ministerio de Fomento, Ministerio de Hacienda y la Sociedad Estatal de Correos**
 - Cartociudad. Es el resultado de la integración y armonización de los datos aportados por diferentes organismos públicos (Dirección General del Catastro, Instituto Nacional de Estadística, Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos e Instituto Geográfico Nacional) que ha dado lugar a una base de datos de red viaria, información censal y postal, cuyo ámbito es todo el territorio nacional. (Figura 16) <http://www.cartociudad.es/>

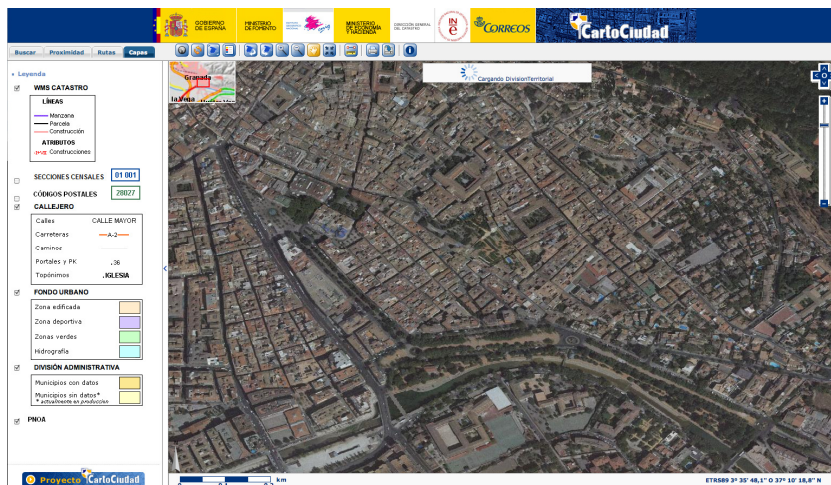


Figura 16. <http://www.cartociudad.es/>

- **Ministerio de Energía y Turismo**

- Infoantenas. Esta aplicación permite informar acerca de los niveles de exposición a las antenas de telefonía móvil mediante la visualización la ubicación de éstas así como y los puntos de medición con la información relativa a las mediciones de emisiones realizadas.

<http://geoportal.mityc.es/visorCartografico/index.jsp>

- Portal de Hidrocarburos. El Ministerio de Industria, Turismo y Comercio ha elaborado una aplicación que permite al usuario consultar los precios de los distintos carburantes sobre un sistema de mapas, así como facilitar la búsqueda de las diferentes estaciones de servicio de toda la geografía española sobre la base de la cartografía oficial del Instituto Geográfico Nacional. <http://geoportal.mityc.es/hidrocarburos/eess/>

- **Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente**

- IDE del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (IDE marm). Su objetivo es proporcionar de forma integrada los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que son competencia del Ministerio. IDE marm, integra los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico, conforme a las especificaciones del OGC y alineándose con los objetivos de la directiva Europea (INSPIRE) y de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE). Permite acceder a sus recursos a través de los siguientes servicios: Directorio de datos y servicios, Catálogo de Metadatos, Visualizadores. Incluye también normativa relacionada con la información geográfica y otros recursos adicionales como enlaces de interés, descargas, etc.

<http://www.marm.es/es/cartografia-y-sig/servicios/ide/default.aspx>

- Geoportal del inventario de especies vegetales ANTHOS del Jardín Botánico de Madrid. ANTHOS es un programa desarrollado al amparo de un convenio específico entre la Fundación Biodiversidad (Ministerio de Medio Ambiente) y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas - Real Jardín Botánico (Ministerio de Educación y Ciencia) para mostrar en Internet información diversa sobre las plantas de España. <http://www.anthos.es/>
- Infraestructura de Datos Espaciales de la Confederación Hidrográfica del Ebro (IDE-Ebro). IDE-Ebro tiene por objetivo la publicación de los datos de tipo geográfico producidos en la Confederación Hidrográfica del Ebro. A través del portal de IDE-Ebro se puede acceder a dicha información de forma integrada con otro tipo de información geográfica perteneciente al territorio de la cuenca del Ebro y servida por otras IDEs a nivel nacional, regional o local. <http://ide-ebro.chebro.es/>
- Confederación Hidrográfica del Duero. Se trata de un instrumento piloto creado con el apoyo de la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente, que está en desarrollo constante, basado en la línea

tecnológica señalada por la Directiva 2/2007/CE, para la creación de una infraestructura europea de datos espaciales (INSPIRE). El objetivo último es ofrecer una herramienta para la gestión y difusión de la información técnica consolidada, accesible a todos los ciudadanos según sus necesidades.

http://www.mirame.chduero.es/DMADuero_09/index.faces

- IDEJUCAR. La Confederación Hidrográfica del Júcar ofrece su Infraestructura de Datos Espaciales para que el acceso y consulta de sus datos geográficos medioambientales estén al alcance de todos los ciudadanos. <http://www.chj.es/medioambiente/sistemasdeinformacion/Paginas/ServicioSIDE.aspx>
- La Infraestructura de Datos Espaciales de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (IDE-CHG). Pretende facilitar el acceso a la información espacial, tanto a nivel institucional como a nivel de los propios ciudadanos, así como optimizar la toma de decisiones dentro del organismo. El fin último es facilitar el conocimiento de la compleja realidad geográfica de la cuenca y potenciar las relaciones con los usuarios a través de una mayor presencia en la web, haciendo uso de un conjunto de estándares, protocolos y especificaciones de interoperabilidad. <http://idechg.chguadalquivir.es>
- Geoportal GUADIANA. A través de este Geoportal, la Confederación Hidrográfica del Guadiana hace accesible a los ciudadanos la información geográfica, ofreciendo servicios de localización, visualización y descarga, así como servicios OGC que permiten la interoperabilidad de la información geográfica más relevante de la Cuenca. <http://www.chquadiana.es/Geoportal/>
- IDE Miño-Sil. Este portal web es el punto de acceso público a la Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) de la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil (CHMS), mediante el que se pone a disposición de todos los ciudadanos la cartografía digital y la información geográfica referida al ámbito territorial de la Demarcación Hidrográfica del Miño-Sil para su acceso, visualización, consulta y descarga a través de la web. <http://siams.chminosil.es/>

- **Otras Organizaciones**

- EUROPARC-España. Pretende contribuir a un mejor conocimiento y valoración de los espacios naturales protegidos mejorando la capacidad de acceso a la información del estado de los espacios protegidos españoles. A través del visualizador cartográfico puede consultarse la cartografía de los espacios naturales protegidos del Estado español, y enlazar a la información contenida en la Base de datos.
- IDEOSE. La Infraestructura de Datos Espaciales del Observatorio de Sostenibilidad en España tiene como objetivo poner a disposición de los usuarios a través de Internet información georreferenciada sobre aspectos

socioeconómicos, ambientales, culturales, territoriales y de gobernanza que permitan evaluar la sostenibilidad del desarrollo español.

- Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Elaborado en la UAB, permite la difusión de mapas climáticos digitales, mensuales y anuales, de temperatura media (mínimas, medias y máximas), precipitación y radiación solar.

3.3.1.2. DE ÁMBITO REGIONAL

- **Andalucía**

- Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía (IdeAndalucía). Geoportal de la IDEAndalucía, abierto a la participación de todos los productores de la Comunidad Autónoma, pretende ofrecer un servicio de búsqueda de datos espaciales que permite responder a las preguntas que se hacen los usuarios sobre ¿Qué información geográfica hay?, ¿Dónde encontrarla?, ¿Quién la produce?, ¿Cuáles son sus características? o ¿Cómo obtenerla?, a fin de asegurar que la documentación disponible fluya ágilmente entre proveedores y usuarios. <http://www.ideandalucia.es>
- Nodo Temático del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. El nodo estadístico del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía ofrece una visión espacial de las principales variables cuantitativas relativas al territorio andaluz, mostrando las posibilidades de análisis que abre la integración de la información estadística y geográfica. Esta información estadística estaba hasta ahora disponible sólo en formato alfanumérico, por lo que aporta una perspectiva territorial novedosa. (Figura 17).

<http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/nodo/IECAvisor/app/portal.jsp>

The screenshot shows the website interface with the following elements:

- Navigation:** Inicio, Instituto, Estadísticas, Cartografía, Servicios.
- Statistical Categories:** Población, Territorio y Medioambiente, Economía, Sociedad, Ciencia y Tecnología, Administración Pública y Participación, Síntesis estadística, Descarga de mapas, IdeAndalucía, Nombres Geográficos, Datos Espaciales, Colejero, Cartografía histórica, Productos cartográficos.
- News Section:**
 - 11/10/2011 El Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía y el Ayuntamiento de Cádiz presentan el Plano Catastral de la ciudad [Más información] [Nota de prensa]
 - 11/10/2011 La tasa de variación interanual del IPC en Andalucía en el mes de septiembre de 2011 aumenta dos décimas situándose en el 3,1% [Datos]
 - 11/10/2011 Se publican los datos de agosto 2011 de la Estadística sobre Sociedades Mercantiles en Andalucía [Datos] [Nota de prensa] [Banco de datos BADEA]
 - 10/10/2011 Se actualizan los datos del Índice de Ventas en Grandes Superficies de Andalucía al mes de agosto 2011 [Datos] [Nota de prensa] [Banco de datos BADEA]
 - 09/10/2011 Las ventas al por menor en Andalucía disminuyeron un 3,3% en agosto [Datos] [Banco de datos BADEA]
 - 06/10/2011 Se publican los datos de agosto del Índice de Producción Industrial de Andalucía [Datos] [Nota de prensa]
 - 06/10/2011 El número de vales en escarpamientos turísticos andaluces disminuyó un 3,6% en agosto [Datos] [Banco de datos BADEA]
 - 04/10/2011 La Consejería de Economía, Innovación y Ciencia actualiza los datos de la Estadística de contribución de producción eléctrica de tipo tensión transformada en Andalucía al mes de septiembre [Datos]
- Últimos datos:**

ESTADÍSTICA	PERÍODO	DATOS
Variación en el año		
IPC Índice de Precios al Consumo	Septiembre 2011	3,1%
IPC Índice de Precios de Consumo, Alimentación y bebidas no alcohólicas	Septiembre 2011	2,2%
SOCIBEX Sociedades mercantiles constituidas. Número	Agosto 2011	20,3%
SOCIBEX Sociedades mercantiles disueltas. Número	Agosto 2011	20,3%
IVESA Índice de Ventas en Grandes Superficies de Andalucía	Agosto 2011	-4,5%
IPCA Índice de Comercio por Menor de Andalucía	Agosto 2011	-3,3%
IPRA Índice de Producción Industrial de Andalucía	Agosto 2011	-4,9%
ISPA Índice de Sociedades Mercantiles	Agosto 2011	1,0%
ICM Producciones en establecimientos hoteleros	Agosto 2011	0,4%
ICM Índice de Clave de Negocio en servicios	Julio 2011	-4,0%

Figura 17. Nodo Temático del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía

- Cartografía Digital de Seguimiento del Parque Nacional de Doñana. Visualizador desarrollado por Miramon que permite visualizar y consultar las cartografías completas de la línea de costa del Parque Nacional de Doñana publicadas para cada fecha en el Servidor de Cartografía Digital de Doñana.
- E- Local Turismo Sostenible. Se trata de una herramienta para la visualización del Mapa de Indicadores “Turismo y Sostenibilidad” que permite la mejora de la Calidad de los Servicios Públicos Locales. Dispone de varias funcionalidades como espacio de mapas, visualizador de datos tabulados así como constructor de cartografía temática.
- **Aragón**
 - Infraestructura de Datos Espaciales de Aragón (SITAR). El gobierno de Aragón ha iniciado la creación de la Infraestructura de Datos Espaciales de Aragón para ello ha comenzado abriendo el portal.
- **Islas Canarias**
 - Infraestructura de Datos Espaciales Canarias (IDECanarias). La Infraestructura de Datos Espaciales de Canarias pone a disposición de sus usuarios la información geográfica producida por el Gobierno de Canarias a través de su visor y de servicios estándares definidos conforme a las especificaciones del OGC.
 - REDMIC: Repositorio de datos marinos integrados de Canarias. El repositorio se configura como un sistema abierto de información geográfica integrada apto para la búsqueda, visualización, descarga y análisis de los datos.
- **Castilla-La Mancha**
 - Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla la Mancha (IDEclm). Nace con el objetivo de integrar datos, metadatos, servicios de información geográfica que se producen en Castilla la Mancha, facilitando a los usuarios potenciales la localización, identificación, selección y acceso a tales recursos.
- **Castilla y León**
 - Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León (IDECyL). La Junta de Castilla y León ha iniciado la creación de la Infraestructura de Datos Espaciales de Castilla y León.
 - Portal Forestal de Castilla y León. El Portal Forestal de Castilla y León ofrece información geográfica detallada acerca de la potencialidad de aprovechamiento y/o existencias de los productos forestales y de las industrias de este sector.
- **Cataluña**
 - Infraestructura de Datos de Cataluña (IDEC). El Proyecto IDEC es una iniciativa de la Secretaria de Telecomunicacions i Societat de la Informació, del Departament d'Universitats, Recerca i Societat de la Informació de la

Generalitat de Catalunya, cuya misión es crear una infraestructura tecnológica inicial (portal de Internet) que debe de contener: Catálogo de datos, productos y servicios, metadatos, links a servidores de datos, etc.

- IDE Costas. El Geoportal que tiene por objetivo mejorar e incrementar el acceso a esta información para toda la comunidad de usuarios, de tal forma que su participación en la gestión y transformación de la costa pueda ser más activa y documentada. Dispone de un servidor de mapas que da acceso a la cartografía del ICC, Medio Ambiente, CREAM, etc.; así como de un Catálogo de datos para facilitar la búsqueda de información relacionada con el litoral catalán.
- L'Atlas d'ocells nidificants de Catalunya. Está realizado por el Instituto Catalán de Ornitología, permite ubicar especies de aves en el territorio catalán así como conocer por zona las especies que en ella habitan. Además se acompaña de fichas explicativas de las características de cada especie.
- Agencia Catalana del Agua. Su objetivo es la divulgación de la Directiva Marco del agua. La aplicación permite consultar de manera interactiva la consulta de toda la cartografía e información asociada al documento IMPRESS.
- Mapa urbanístico de Cataluña (MUC). El Mapa Urbanístico de Cataluña (MUC), permite hacer una lectura continua de la ordenación urbanística de la región mediante la resolución de las diferencias de codificación, lenguaje y de representación que tienen los diferentes planes urbanísticos vigentes en la actualidad. El MUC es un proyecto impulsado por el Departamento de Política Territorial y Obras Públicas de la Generalitat de Cataluña como una de sus tareas estratégicas.
- Mapa Protección Civil de Cataluña. Herramienta cartográfica donde se presenta la información de los riesgos (relativa a planificación de emergencias y prevención de riesgos) de forma georeferenciada con el objetivo de dar una lectura global de Cataluña de los riesgos e informar a los ciudadanos en general y a los diferentes administraciones públicas.
- Agencia de Residuos de Cataluña. Nodo IDE de la Agencia Catalana de Residuos que permite consultar las localizaciones de tratamiento de las distintas tipologías de residuos.

- **Comunidad Foral de Navarra**

- Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA). IDENA constituye la respuesta del Sistema de Información Territorial de Navarra (SITNA) a los requerimientos de INSPIRE y de la IDEE y, con ello, se incorpora a la oferta que a nivel mundial representan las Infraestructuras de Datos Espaciales.

- **Comunidad Valenciana**

- Nodo Medioambiental de Generalitat Valenciana. Se trata del nodo de cartografía temática ambiental producido por la Conselleria de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda de la Comunidad Valenciana.
- Infraestructura de Datos Espaciales de la Comunidad Valenciana (TerraSIT). TerraSIT es un geoportal ideado para ofrecer toda la información gráfica de la Generalitat Valenciana, desde visores adaptados a las necesidades de los ciudadanos (visores 2D, 3D, geoPDFs).

- **Extremadura**

- Infraestructura de Datos Espaciales de Extremadura (IDEEX). La Infraestructura de Datos Espaciales de Extremadura es una plataforma habilitada para visualizar y manejar información del Territorio a través de servicios WEB. En este espacio podrá buscar, encontrar y superponer información geográfica de cualquier punto de la red que cumpla con los estándares (ISO/TC 211) y el Open Geospatial Consortium (OGC).
- Infraestructura de Datos Espaciales OTALEX. La IDE OTALEX es el resultado del esfuerzo, el compromiso y la colaboración entre instituciones a los dos lados de la frontera, con implicación de los tres niveles administrativos: Estatal, Regional y Local. Muestra los trabajos de homogeneización y estandarización de datos del territorio Alentejo-Extremeño, a través de clientes de visualización de mapas, consulta de topónimos y consulta de catálogo, dentro de las líneas de INSPIRE.

- **Galicia**

- Infraestructura de Datos Espaciales de Galicia (IDEG). La puesta en marcha de la Infraestructura de Datos Espaciales de Galicia es una iniciativa encuadrada dentro del programa I+ D de la Xunta de Galicia, "Aplicación de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación a la Cartografía de Galicia", con la que se pone a disposición de los usuarios de Internet la cartografía almacenada en la Xunta de Galicia.

- **Islas Baleares**

- Infraestructura de Datos Espaciales de las Islas Baleares – Versión Beta (IDEIB). Esta web pretende servir como base para construir la Infraestructura de Datos Espaciales de les Illes Balears (IDEIB). En ella se encuentra el conjunto de tecnologías, políticas, estándares y recursos humanos que definirán y harán posible que les Illes Balears dispongan de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) donde se publique la información geográfica del archipiélago.

- **La Rioja**

- Infraestructura de Datos Espaciales de La Rioja (IDERioja). El portal IDERioja permite consultar diferentes áreas: información general, Visor de datos

geográficos, Gestor de Metadatos, Acceso usuarios registrados y Web del área de Sig.

- **País Vasco**

- Agencia Vasca del Agua (URA). Esta IDE se compone de un conjunto de datos, herramientas y servicios que pretenden facilitar el acceso y consumo de la información geográfica relativa al medio hídrico de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- GeoEuskadi. Desde el Gobierno Vasco se ha puesto en marcha el portal temático del territorio geoEuskadi. Se trata de un portal para el acceso a las distintas aplicaciones relacionadas con el territorio. Entre ellas, además de la Web cartográfica, actualmente referenciada desde el portal de la IDEE, se encuentran ciertos módulos Web del GIS Corporativo: Buscador de metadatos, Visor, Catálogo de mapas temáticos, etc.

- **Principado de Asturias**

- SITPA-IDEAS. Nce de la unión de dos conceptos, SITPA (Sistema de Información Territorial del Principado de Asturias) e IDEAS (Infraestructura de Datos Espaciales de Asturias).
- IDEPA. El Instituto de Desarrollo Económico del Principado de Asturias, IDEPA, ha puesto en marcha este Sistema de Información Geográfica en el marco del Programa de Promoción de Suelo Industrial del Principado de Asturias 2005-2008, apostando de esta forma por las últimas Tecnologías de la Información y Comunicación existentes para ofrecer acceso público a información de carácter empresarial e industrial a través de Internet.

- **Región de Murcia**

- Infraestructura de datos Espaciales de Referencia para la región de Murcia-IDERM. Es el Portal Digital del Servicio de Cartografía de la Dirección General de Ordenación del Territorio, ofrece servicios de Información Geográfica de Referencia y herramientas para la gestión de los mismos.

3.3.1.3. DE ÁMBITO LOCAL EN ANDALUCÍA

- **Cádiz**

- Urbaniz@: IDE Mancomunidad Sierra de CádizUrbaniz@ es un sistema información geográfica para la gestión de trámites urbanísticos en el ámbito geográfico de la mancomunidad de la Sierra de Cádiz. Permite el acceso y consultas a mapas (generales y temáticos), con toda la información que estos contengan.

- **Córdoba**

- Infraestructura de datos espaciales de la Diputación de Córdoba: Geoportal que pone a disposición de los ciudadanos visualizadores territoriales, urbanos, servicios web y descarga de cartografía.
- IDECampisur. Infraestructura de Datos Espaciales de la Mancomunidad de Municipios de la Campiña Sur Cordobesa. Esta es la puerta de entrada a la Infraestructura de Datos Espaciales de la Mancomunidad de Municipios Campiña Sur Cordobesa. Desde aquí se ofrece al público una ventana digital para el conocimiento de este territorio.

- **Jaén**

- Infraestructura de datos espaciales de Jaén provincia. La Diputación Provincial de Jaén pone a disposición de las administraciones, los profesionales, los colectivos sociales y de los ciudadanos la información contenida en las bases de datos espaciales existentes de su Sistema de Información Geográfica (SIG), operativo desde 1998. El SIG corporativo contiene la totalidad de los datos espaciales de la Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) de los 95 municipios de menos de 50.000 habitantes afectados por dicha encuesta. La información tiene detalle a nivel de núcleo (excepto los municipios de Jaén y Linares). A nivel de municipio el ámbito geográfico de los datos abarca la totalidad de los 97 municipios de la provincia de Jaén.

- **Málaga**

- Infraestructura de datos espaciales de Málaga provincia (IDEMAP). Este portal pretende extender y popularizar el uso de las nuevas tecnologías, conocer de primera mano este territorio y acercar los avances de la Sociedad de la información, cada día más exigente, a lo que reclaman los usuarios. (Figura 18) <http://www.idemap.es/>



Figura 18. Infraestructura de datos espaciales de Málaga

- Geoportal Marbella. El Geoportal de Marbella es un portal web cuyo fin es proporcionar a sus usuarios acceso a la información geográfica producida por el Excmo. Ayuntamiento de Marbella a través de su visor GIS 2.0 y de servicios estándares definidos conforme a las especificaciones del Open Geospatial Consortium.
- **Sevilla**
 - Infraestructura de datos espaciales de Ayuntamiento de Sevilla. (IDSEvilla). "IDSEVILLA" tiene como objetivo dar acceso a través de internet a los datos, metadatos, servicios e información geográfica que se producen en la Gerencia de Urbanismo de Sevilla, el resto de Delegaciones Municipales y aquellos que provienen del ámbito nacional, autonómico y local.
 - Línea: IDE de la Diputación de Sevilla.
 - Geoportal de la provincia de Sevilla que permite consultar y descargar cartografía, imágenes aéreas y productos asociados.

3.4. LA ARQUITECTURA CLIENTE SERVIDOR

Una arquitectura es un entramado de componentes funcionales que aprovechando diferentes estándares, convenciones, reglas y procesos, permite integrar una amplia gama de productos y servicios informáticos, de manera que pueden ser utilizados eficazmente dentro de una organización.

La **arquitectura cliente-servidor**, en un sistema distribuido, esta formada por clientes que solicitan servicios y servidores que responden a las peticiones. Es un modelo para el desarrollo de sistemas de información en el que las transacciones se dividen en procesos independientes que cooperan entre si para intercambiar información, servicios o recursos (Figura 19).

Es la arquitectura propia de Internet, en la que una serie de clientes, navegadores Web o Web Browser (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Opera, Safari o Google Chrome_).



Figura 19. La arquitectura cliente-servidor.

Los clientes y los servidores pueden estar conectados a una red local o una red más amplia, como la que se puede implementar en una empresa o a una red mundial como lo es Internet.

Bajo este modelo cada usuario tiene la libertad de obtener la información que requiera en un momento dado proveniente de una o varias fuentes locales o distantes y de procesarla como según le convenga. Los distintos servidores también pueden intercambiar información dentro de esta arquitectura.

Se denomina **Cliente** al proceso u ordenador que realiza peticiones de servicios a otros ordenadores o procesos (servidor). Es el que inicia el dialogo o solicita los recursos.

Existen dos tipos de clientes según el software que utilice:

- Clientes ligeros: Aquellos softwares que sólo están diseñados para acceder a los servidores. Pueden ser páginas web, visores instalados en proyectos IDE o pequeños programas instalables en el PC (por ejemplo GAIA). Simplemente con un navegador

de Internet se puede acceder a la petición. (Navegadores web, Google Maps) (Figura 20).

- Clientes pesados: Aquellos softwares SIG que además de permitirnos realizar las funciones básicas de un SIG nos permiten acceder a estos servidores. Es necesaria la instalación de un software. (Aplicaciones SIG, Google Earth..) (Figura 21).

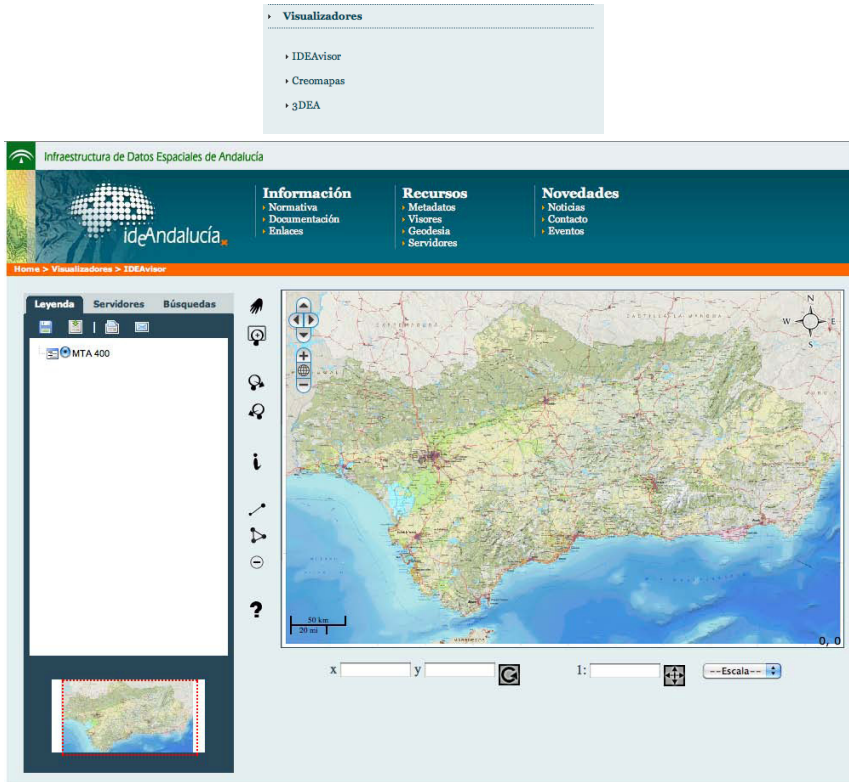


Figura 20. Visores del IDEA como ejemplo de cliente ligero

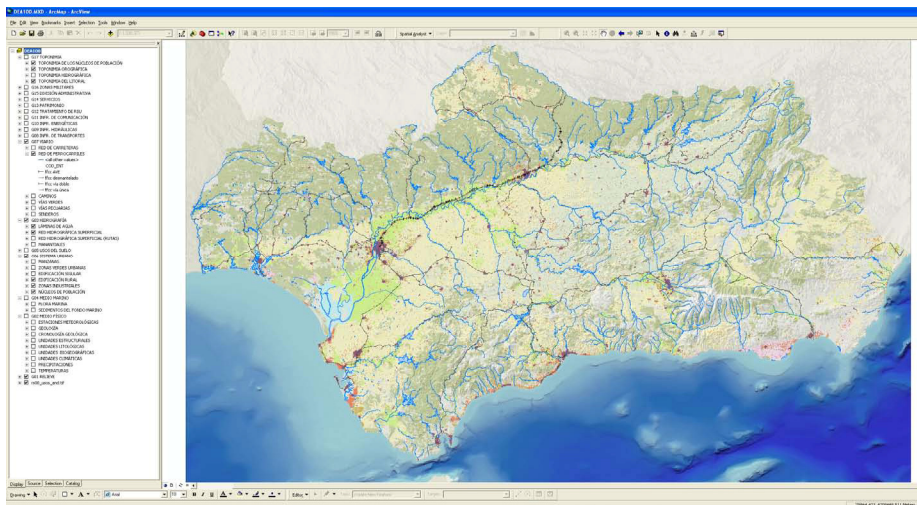


Figura 21. ArcGis como ejemplo de cliente pesado

El **servidor** procesa la petición y envía el resultado de vuelta al cliente. Es el que procesa y responde a las solicitudes. Existen varios tipos de servidores (Figura 22):

- Servidor de archivos: Servidor donde se almacenan archivos y aplicaciones de productividad como por ejemplo procesadores de texto, hojas de cálculo...
- Servidor de base de datos: Servicios donde se almacenan las bases de datos, tablas, índices.
- Servidor WEB: Se utilizan para acceder a páginas Web. Permite transacciones con el acondicionamiento de un navegador específico.
- Servidor de Correo: Permite enviar mensajes (correos) de unos usuarios a otros, con independencia de la red que estos estén utilizando.
- Servidor de Aplicaciones: Servidor que ejecuta una serie de aplicaciones. Suele ser el encargado de realizar la mayor parte de los cálculos y procesamiento del sistema de información (la lógica del sistema)
- Servidor FTP: Servidor que facilita la transferencia de ficheros entre sistemas conectados a una red.

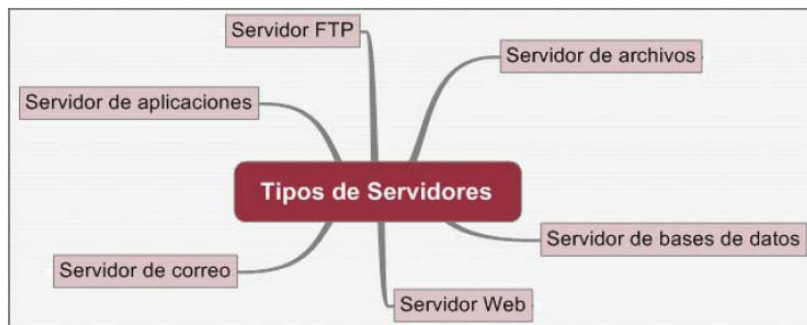


Figura 22. Tipos de servidores

3.5. SERVIDORES DE MAPAS O SERVICIOS WEB. LOS ESTÁNDARES OGC

Entre las especificaciones más importantes del OGC destacan las de servicios:

Los llamados servicios web no son más que una manera estandarizada de acceder a aplicaciones que se encuentran en un sitio remoto usando alguno de los protocolos de Internet. Estos servicios utilizan principalmente el lenguaje XML para codificar los datos de interés en los mensajes.

Los Web Map Service (WMS) son servidores de mapas que pretenden fomentar el acceso del público general a la cartografía mediante el cumplimiento de los estándares potenciados por el Open Geospatial Consortium, y permiten acceder a la cartografía e imágenes georreferenciadas de una base de datos espaciales (Figura 23). Como resultado, este servicio generalmente devuelve al cliente usuario una imagen raster (jpg, png, etc.) que puede después ser usada dentro de otra aplicación.

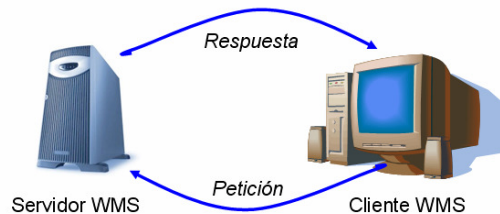


Figura 23. Servidor WMS

El protocolo **Web Feature Service (WFS)** hace posible acceder a través de internet a los datos geográficos no solo a efectos de visualización en un mapa, sino además para consulta y descargas. El **Catalogue Service Web (CSW)**, el **Web Coverage Service (WCS)** y el **Open Location Services (OLS)**, completan esta oferta.

El OGC está trabajando en el estándar WTS (**Web Terrain Server**) cuyo objetivo es de producir vistas en perspectiva de un área determinada geográficamente. La idea es generar en el servidor remoto la imagen 3D de la escena que el cliente está viendo.

Y para terminar, comentar brevemente que la OGC ha lanzado recientemente un nuevo estándar llamado W3DS (**Web 3D Service**). La principal diferencia con el anterior es que el renderizado se realiza en el cliente, liberando así al servidor de la carga, y agilizando la transferencia de datos.

El Decreto 141/2006, desarrolla un capítulo específico para la Infraestructura de Datos Espaciales, en el cual se le asignan objetivos, contenidos, alcance, etc... La IDE de Andalucía forma parte de una red de infraestructuras de datos espaciales con nodos a nivel autonómico, estatal y europeo, que integran geoservicios interoperables mediante estándares internacionales, implantados en el desarrollo de la Directiva Inspire.

Ejemplos de Acceso Wms:

- <http://www.cartociudad.es/wms/CARTOCIUDAD/CARTOCIUDAD?>
- <http://www1.sedecatastro.gob.es/Cartografia/WMS/ServidorWMS.aspx>

3.6. FUENTES DE CARTOGRAFÍA DIGITAL. DESCARGA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Otra opción, totalmente compatible con la consulta de servidores WEB, es la descarga de cartografía. Actualmente en España existen varias fuentes, de ámbito nacional y regional, que permiten este tipo de acceso a la información geográfica.

3.6.1. PORTAL IDEE. MINISTERIO DE FOMENTO. CONSEJO SUPERIOR GEOGRÁFICO

Este portal, accesible desde www.idee.es permite la descarga de cartografía vectorial y raster desde su centro de descarga, así como el acceso a las Ides autonómicas, visores... (Figuras 24 y 25).



Figura 24. Portal IDEE I








Centros de Descarga		
Desde esta página se puede acceder a los centros de descarga de datos geográficos disponibles en España en los tres ámbitos territoriales (nacional, regional y local). Para añadir centros a la lista y para informar sobre modificaciones o erratas, envíese un mensaje a "idoo@ign.es".		
Ámbito Nacional		
	Centro Nacional de Información Geográfica	http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp
Ámbito Regional		
	Institut Cartogràfic de Catalunya (Generalitat de Catalunya)	http://www.icc.cat/vistid2/?lang=ca_ES
	Departamento de Presidencia y Relaciones Institucionales (Gobierno de Aragón)	http://sitar.aragon.es/descargas/
	IDE de Canarias (Gobierno de Canarias)	http://tiendavirtual.grafcan.es/index.jspf
	IDE Cabildo de Gran Canaria (Gobierno de Canarias)	http://tiendavirtual.grafcan.es/visor.jsf?currentSeriePk=239992832
	Gobierno de La Rioja	http://www.iderioja.larioja.org/cartografia/index.php?map=ORTO2009lang=es
	Dirección General de Ordenación del Territorio y Urbanismo (Gobierno de Cantabria)	http://www.gobcantabria.es/portal/page?_pageid=802822683&_dad=interportal&_schema=INTERPORTAL
	Departamento de Presidencia y Relaciones Institucionales (Gobierno de Navarra)	http://www.navarra.es/appscxt/licendacartografia/default.aspx
	IDE de Navarra (Gobierno de Navarra)	http://idena.navarra.es/buscquedas/catalog/descargas/descargas.page http://idena.navarra.es/navegar
	Servicio de Registro Riqueza Territorial (Gobierno de Navarra)	https://catastro.navarra.es/navegar
	Gobierno del Principado de Asturias	http://www.cartografia.princast.es/cartosipa/
	Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Agricultura (Gobierno Vasco)	ftp://fp.geo.euskadi.net/cartografia/
	Instituto de Cartografía de Andalucía (Junta de Andalucía)	http://www.juntadeandalucia.es/viviendayordenaciondelterritorio/inea/
	Centro de Información Territorial, Dirección General de Urbanismo y	

Figura 25. Portal IDEE II

3.6.2. INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

www.ign.es, <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp/>

Centro de descargas a nivel nacional con tres tipos de licencias de uso (Figura 26).



Figura 26. Centro de descargas del IGN

3.6.3. MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y MEDIO RURAL Y MARINO

www.marm.es/

Cartografía accesible desde su centro de descargas (Figura 27).



Figura 27. Cartografía y SIG del Ministerio de Medio Ambiente

3.6.4. JUNTA DE ANDALUCÍA. CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE/REDIAM

La Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM), creada por Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental (GICA), tiene como objeto la integración de toda la información sobre el medio ambiente andaluz generada por todo tipo de centros productores de información ambiental en la Comunidad Autónoma.

Desde 1984, la Administración Ambiental de la Junta de Andalucía ha desarrollado un trabajo relativo a la recolección, coordinación y puesta en coherencia de la información sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales de la Comunidad Autónoma de Andalucía. Este programa, denominado Sinamba (Sistema de información geográfica-ambiental de Andalucía), es el antecedente de la REDIAM y se convierte en su núcleo tecnológico normalizador en cuanto a bases de referencia, metadatos, estructuración, etc.

La Consejería de Medio Ambiente, encargada de la organización, gestión y evaluación de la Red, suscribe convenios de colaboración con universidades, centros de investigación, empresas, organizaciones sociales, y fomenta políticas de colaboración con otras administraciones públicas con el fin de integrar y coordinar los sistemas de información existentes y garantizar el flujo de la información ambiental disponible.

Se ponen a disposición de los centros asociados las bases comunes de información ambiental ya generadas, así como criterios técnicos de uso común para el levantamiento de información ambiental, diccionarios de codificación de gran número de variables ambientales y software para la gestión de dicha información. A cambio, los centros asociados a la Red levantan información con criterios y bases territoriales comunes, poniendo a disposición del resto de centros asociados parte o toda la información así creada.

La REDIAM se concibe como una estructura que, optimizando los recursos humanos y materiales aplicados a la investigación, sea capaz de producir información ambiental normalizada y facilitar a los ciudadanos en general y a los científicos, técnicos y gestores una herramienta que permita atender a la correcta planificación y gestión de las actuaciones ambientales y satisfacer las demandas e inquietudes de la ciudadanía (Figura 28).

Para el conjunto de Andalucía, la REDIAM constituye el Punto Focal Autonómico de la Red Europea de Información y Observación sobre el Medio Ambiente (EIONET) que impulsa y coordina la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA).

Ante el nuevo reto planteado por la Ley 27/2006 sobre derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de Medio Ambiente, que recoge las orientaciones de la Directiva 2003/4/CE y la Directiva 2003/35/CE, así como de su precedente el Convenio de Aarhus, el Canal web de la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM) es un proyecto pionero que aspira a garantizar el derecho de acceso a la información ambiental en Andalucía utilizando las más modernas tecnologías de la información y la comunicación.

Su objetivo es poner a disposición de la ciudadanía el conjunto de la información normalizada sobre medio ambiente en Andalucía, ofreciendo los datos disponibles para su análisis así como elaboraciones técnicas sobre el estado de los recursos naturales, las presiones a las que son sometidos por la actividad antrópica y las regulaciones que, como respuesta, pretenden establecer un marco de sostenibilidad ambiental.



Figura 28. REDIAM

3.6.5. INSTITUTO DE ESTADÍSTICA Y CARTOGRAFÍA DE ANDALUCÍA. CONSERJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN Y CIENCIA. JUNTA DE ANDALUCÍA

Descarga y visualización desde el localizador de Información Espacial de Andalucía (Line@) (Figura 29). <http://www.juntadeandalucia.es/viviendayordenaciondelterritorio/linea/>

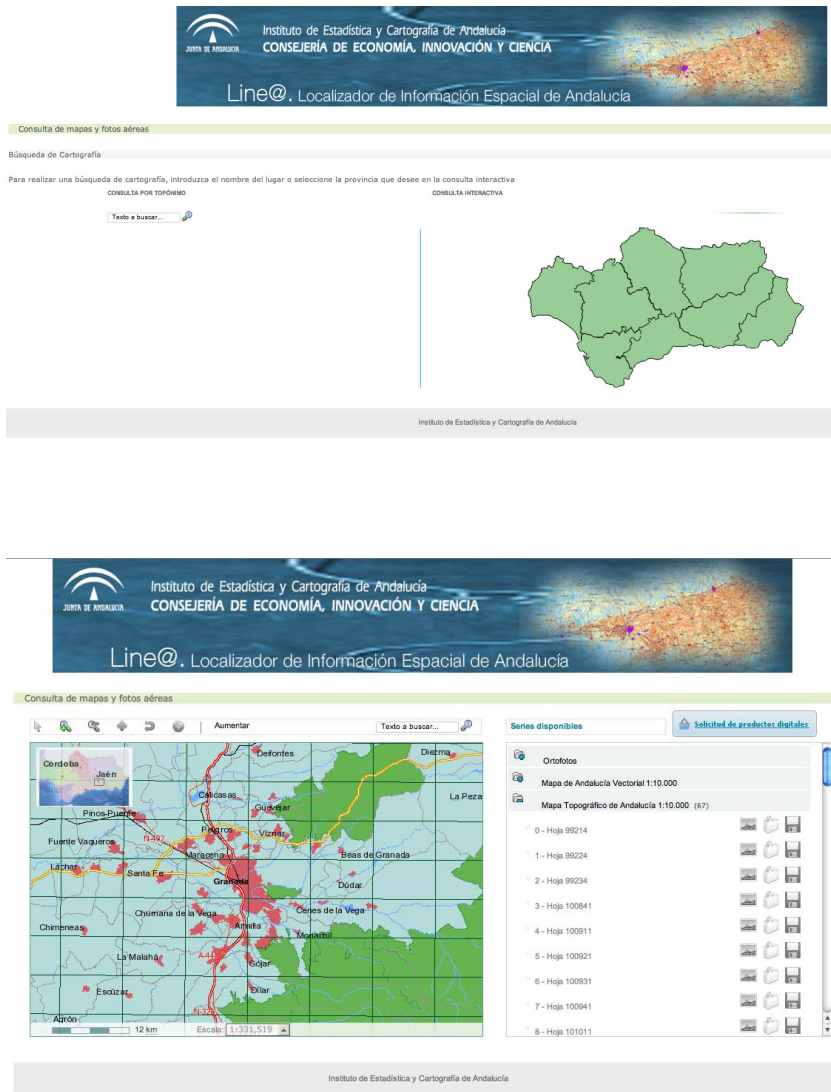


Figura 29. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía

3.7. NAVEGADORES DE MAPAS, VISORES Y MASHUP

- Google Earth es un navegador de mapas o geobrowser, creado por la empresa Keyhole Inc. y comprado por Google en 2004, que permite visualizar imágenes en 3D del planeta, combinando imágenes de satélite, mapas y el motor de búsqueda de Google que permite ver imágenes a escala de un lugar específico del planeta.
- World Wind, en 2004 la Agencia Espacial de los Estados Unidos (NASA) hizo público este navegador con imágenes de licencia libre
- Marble aplicación geográfica liberada bajo la licencia libre LGPL y desarrollada por KDE y la comunidad del software libre. www.edu.kde.org
- Bing maps. En 2005 Microsoft compró Geo Tango, que contribuyó al desarrollo de Live Search Maps, un geobrowser con base en la web que utiliza datos de Virtual Earth. <http://www.bing.com/>
- Google maps.
- Goolzoom: El “mashup” más completo que se conoce a nivel nacional. Es una página web o aplicación que usa y combina datos, presentaciones y funcionalidades procedentes de una o más fuentes para crear nuevos servicios, (Figura 30). <http://www.goolzoom.com/>

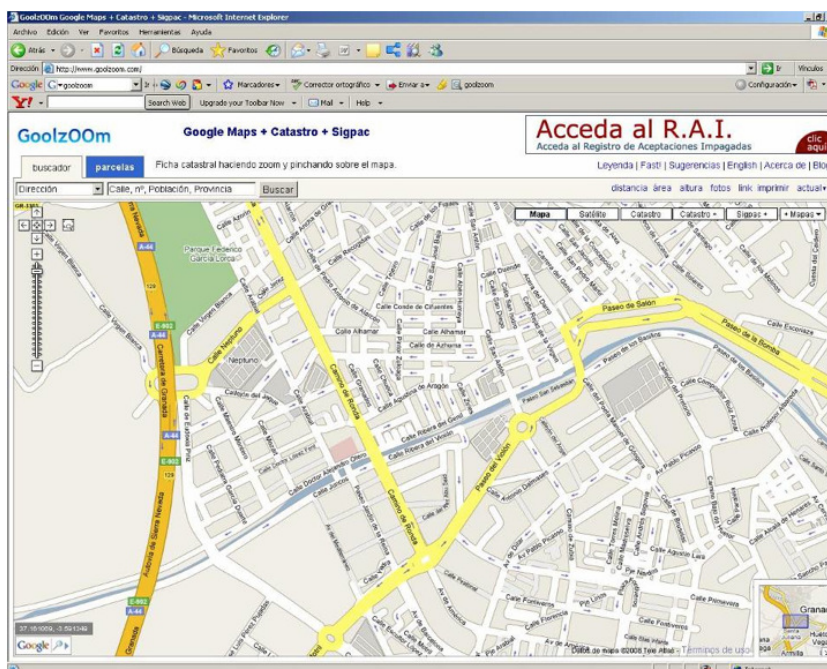


Figura 30. Goolzoom

3.8. OTRAS FUENTES

<http://www.gabrielortiz.com/>

<http://www.cartesia.org/>

<http://geofumadas.com/>

<http://www.tecnomaps.com/>

www.urbanity.es/

<http://foro.gabrielortiz.com/Blogs/>

<http://www.cartesia.org/foro/>

<http://alpoma.net/carto/>

<http://www.blog.todocartografia.es/>

Blog IDEE (Comunidad de la Infraestructura de Datos Espaciales de España).

<http://blog-idee.blogspot.com/>

Blog gvSIG

<http://blog.gvsig.org/>

4. LOS SIG DE CÓDIGO ABIERTO. LA APLICACIÓN GVSIG

4.1. SOFTWARE LIBRE Y SOFTWARE DE CÓDIGO ABIERTO

El software libre y de código abierto (también conocido como FOSS o FLOSS, siglas de free/libre and open source software, en inglés) es el software que permite que los usuarios pueden estudiar, modificar y mejorar su diseño mediante la disponibilidad de su código fuente.

El término "software libre y de código abierto" abarca los conceptos de software libre y software de código abierto, que, si bien comparten modelos de desarrollo similares, tienen diferencias en sus aspectos filosóficos. El software libre presta más atención a las libertades filosóficas que les otorga a los usuarios mientras que el software de código abierto prioriza las ventajas de su modelo de desarrollo. "FOSS" es un término imparcial respecto a ambas filosofías. Así, el software gratuito no necesariamente tiene que ser libre o de código abierto.

Veamos independientemente ambos conceptos:

- Software libre es la denominación del software que respeta la libertad de los usuarios sobre el producto adquirido y, por tanto, una vez obtenido puede ser usado, copiado, estudiado, modificado, y redistribuido libremente. Según la Free Software Foundation, el software libre se refiere a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar el software y distribuirlo modificado.

El software libre suele estar disponible gratuitamente, o al precio de costo de la distribución a través de otros medios; sin embargo no es obligatorio que sea así, por lo tanto no hay que asociar software libre a "software gratuito" (denominado usualmente freeware), ya que, conservando su carácter de libre, puede ser distribuido comercialmente ("software comercial"). Análogamente, el "software gratis" o "gratuito" incluye en ocasiones el código fuente; no obstante, este tipo de software no es libre en el mismo sentido que el software libre, a menos que se garanticen los derechos de modificación y redistribución de dichas versiones modificadas del programa.

Tampoco debe confundirse software libre con "software de dominio público". Éste último es aquel software que no requiere de licencia, pues sus derechos de explotación son para toda la humanidad, porque pertenece a todos por igual. Cualquiera puede hacer uso de él, siempre con fines legales y consignando su autoría original.

- Código abierto es el término con el que se conoce al software distribuido y desarrollado libremente. El código abierto tiene un punto de vista más orientado a los beneficios prácticos de compartir el código que a las cuestiones éticas y morales las cuales destacan en el llamado software libre. En la actualidad el código abierto se utiliza para definir un movimiento nuevo de software (la Iniciativa Open Source), diferente al movimiento del software libre, incompatible con este último desde el punto de vista filosófico, y completamente equivalente desde el punto de vista

práctico, de hecho, ambos movimientos trabajan juntos en el desarrollo práctico de proyectos.

En España la Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos. (BOE número 150 de 23/6/2007) establece en la definición de "Fuentes Abiertas": Aquella que se distribuye con una licencia que permite la libertad de ejecutarla, de conocer el código fuente, de modificarla o mejorarla y de redistribuir copias a otros usuarios.

En nuestro ordenamiento jurídico, software de fuentes abiertas o SFA es sinónimo de "software libre" y de "open source".

4.2. UN POCO DE HISTORIA

Entre los años 1960 y 1970, el software no era considerado un producto sino un añadido que los vendedores de las grandes computadoras de la época (las mainframes) aportaban a sus clientes para que éstos pudieran usarlos. En dicha cultura, era común que los programadores y desarrolladores de software compartieran libremente sus programas unos con otros. A finales de la década de 1970, las compañías iniciaron el hábito de imponer restricciones a los usuarios, con el uso de acuerdos de licencia.

En 1971, cuando la informática todavía no había sufrido su gran revolución, las personas que hacían uso de ella, en ámbitos universitarios y empresariales, creaban y compartían el software sin ningún tipo de restricciones.

Con la llegada de los años 1980 la situación empezó a cambiar. Las computadoras más modernas comenzaban a utilizar sistemas operativos privativos, forzando a los usuarios a aceptar condiciones restrictivas que impedían realizar modificaciones a dicho software.

En caso de que algún usuario o programador encontrase algún error en la aplicación, lo único que podía hacer era darlo a conocer a la empresa desarrolladora para que ésta lo solucionara. Aunque el programador estuviese capacitado para solucionar el problema y lo desease hacer sin pedir nada a cambio, el contrato le impedía que modificase el software.

En 1984, Richard Matthew Stallman (Figura 31) (fundador del movimiento del software libre) comenzó a trabajar en el proyecto GNU que perseguía crear un sistema operativo completamente libre y un año más tarde fundó la Free Software Foundation (FSF). Stallman introdujo la definición de software libre y el concepto de "copyleft", que desarrolló para otorgar libertad a los usuarios y para restringir las posibilidades de apropiación del software.



Figura 31. Web Free Software Foundation

El uso de la acepción código abierto nace por primera vez en 1998 de la mano de algunos usuarios de la comunidad del software libre, tratando de usarlo como reemplazo al ambiguo nombre original en inglés del software libre (free software) (Figura 32) «Free» en inglés significa dos cosas distintas dependiendo del contexto: gratuidad y libertad. Lo cual implica, para el caso que nos ocupa, "software que podemos leer, modificar y redistribuir gratuitamente" (software gratuito) y, además, software libre, según la acepción española de libertad.

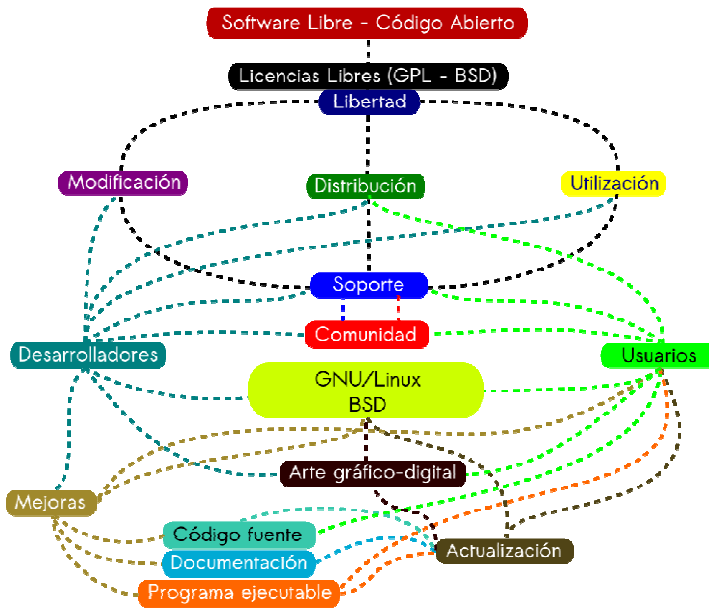


Figura 32. Conceptual del software libre

4.3. ¿POR QUÉ UN SOFTWARE LIBRE?

La elección de este tipo de software para nuestro proyecto de innovación docente pretende promover la generosidad de los inicios de la programación, cuando el software circulaba de manera transparente en los ordenadores de las universidades y los investigadores, y permitía que diversas personas mejorara de forma continua, el trabajo previo de otras.

El Centro Nacional de Referencia de Aplicación de las TIC's basadas en fuentes abiertas (CENATIC) como proyecto estratégico del Gobierno de España, indica 10 razones para el uso de Software de fuentes abiertas en la educación:

1. Contribuye a formar personas libres, independientes, críticas y autónomas.
2. Permite enseñar con herramientas adaptadas a la realidad del alumnado.
3. Crea una Comunidad de Conocimiento Compartido.
4. Favorece en la persona la libertad de elección tecnológica.
5. Evoluciona rápidamente y permite una eficaz solución de los problemas.
6. Una solución madura, con experiencias de éxito en el entorno educativo español.
7. Permite ahorrar costes en la implantación, el mantenimiento y la gestión de los centros educativos.
8. Facilita que el alumnado disponga en su casa de las mismas herramientas educativas que utilizan en su centro educativo, y de forma 100% legal.
9. Garantiza la seguridad.
10. Potencia la innovación de productos y servicios a través de empresas locales.

En definitiva, el Software de Fuentes Abiertas es un modelo educativo en sí mismo; libre, democrático, sostenible y tecnológicamente competitivo, y la opción ideal para el uso de la tecnología en el aula.

En cierto modo, es para nosotros un deber ético y moral que los futuros Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos conozcan todas las opciones posibles en cuanto a uso de los SIG, tanto el software libre, como el software privativo y es a ellos, con toda la información en sus manos, a los que les corresponde tomar la decisión de cuál es la mejor opción para satisfacer sus necesidades profesionales. Ante todo debemos rebatir la extendida y falsa creencia de que el software libre es para usuarios de perfil bajo y que solo el software comercial puede dar respuesta a las exigencias que se plantean en un entorno altamente profesional y cualificado. Nuestra experiencia previa con softwares comerciales como Idrisi, ArcView o ArcGis desde hace más de una década nos permite tener un juicio de valor al respecto.

En resumen, las razones que nos llevan a hacer una apuesta clara por un SIG libre se pueden resumir en las siguientes:

- Independencia tecnológica, al no estar condicionados a las distintas políticas comerciales vigentes, o condiciones de tipo contractual, que en cada momento

decida la empresa propietaria del software. Significa no depender de convenios o acuerdos con las casas comerciales.

- Podemos contribuir con la comunidad al tener tantos alumnos que investigan o usan el software libre. Existe la posibilidad de mejorar permanentemente.
- Hacemos que los usuarios actuales se puedan convertir en desarrolladores potenciales de estas aplicaciones el día de mañana.
- Facilidad de uso y agilidad en el dominio o adquisición del mismo, existencia de foros donde compartir dudas que facilitan el aprendizaje.
- Disponibilidad de gran cantidad de recursos y materiales de aprendizaje del software también de uso libre.
- Últimas versiones del programa siempre accesibles para todos.
- Utiliza formatos y estándares abiertos.
- Permite poder dedicar nuestros esfuerzos o actuaciones educativas a otros aspectos no tan vinculados a la gestión o adquisición de software, sino relacionados propiamente con el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumno.

4.4. LA APLICACIÓN GVSIG

Al hablar de software libre en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica a la mayoría de nosotros nos viene a la cabeza gvSIG. Se podría considerar que el impacto que ha supuesto la aparición de gvSIG es similar al que supuso en su momento ArcView hasta su versión 3.2. El secreto de su éxito posiblemente sea el mismo, una interface muy amigable (Figura 33) con muchas extensiones que complementan la funcionalidad del programa y con una comunidad de usuarios y desarrolladores muy amplia y activa. Otros proyectos como GRASS, Quantum Gis o Kosmo tienen un grado de madurez elevado, en cuanto a número de usuarios, participación y actividad, pero es el proyecto gvSIG el elegido en esta ocasión.

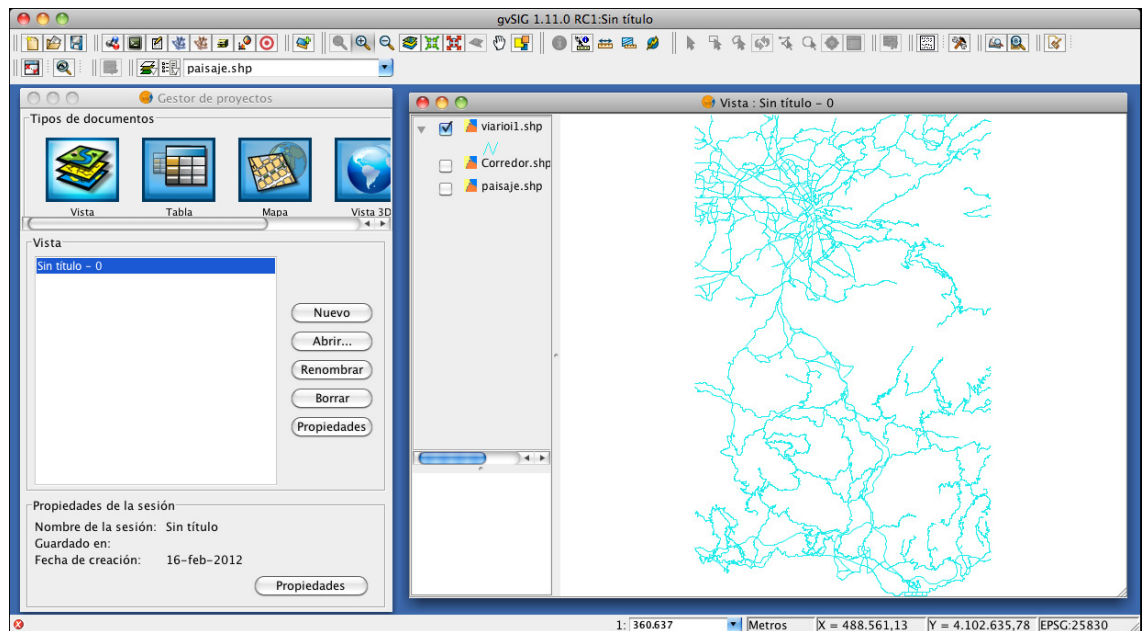


Figura 33. Interface de la aplicación gvSIG

GvSIG nace en 2004 de la necesidad de una administración pública española, en concreto por iniciativa de la Generalitat Valenciana (gobierno local), a través de la Conselleria de Infraestructuras y en el que participan la Universidad Jaume I realizando las tareas de supervisión, con el objetivo de que el desarrollo siga todos los estándares internacionales (Open GIS Consortium) e IVER Tecnologías de la Información S.A., empresa ganadora del concurso y que lleva el peso de su desarrollo.

GvSIG se presenta como un Sistema de Información Geográfica multiplataforma y desarrollado como software libre. En pocos años se ha convertido en una potente herramienta de gestión de información geográfica, destinada a satisfacer las nuevas necesidades y demandas del mercado potencial de usuarios, desarrollada bajo los estándares internacionales y que garantiza su interoperabilidad, siendo diseñada como cliente de las Infraestructuras de Datos Espaciales, nuevo paradigma a la hora de trabajar con información geográfica.

La aplicación es de código abierto, licenciada como GPL y gratuita. Además, se ha hecho especial hincapié en la extensibilidad del proyecto, de forma que los posibles desarrolladores puedan ampliar las funcionalidades de la aplicación fácilmente, así como desarrollar aplicaciones totalmente nuevas a partir de las librerías utilizadas en gvSIG (siempre y cuando cumplan la licencia GPL).

La última versión estable, la 1.11 (la versión 2.0 esta en fase alpha2 de desarrollo), incluye el Sextante (Sistema extremeño de análisis territorial) de la Universidad de Extremadura (UNEX) como conjunto de herramientas o biblioteca de algoritmos de análisis espacial para trabajar en formato Raster. Está programado en Java y basado en el SIG SAGA. Además de todos los algoritmos desarrollados por el propio equipo y sus colaboradores, es posible integrar GRASS dentro de Sextante, lo que aumenta considerablemente el número de algoritmos disponibles a través de su interfaz gráfica.

Sextante cuenta así mismo con una línea de comandos, un gestor de procesado por lotes, un generador de modelos y un historial de comandos realizados por el usuario con el fin de facilitar la reiteración de procesos.

Actualmente existen adaptaciones de la biblioteca para Geotools, gvSIG y OpenJUMP, y están en desarrollo las versiones para Kosmo, Udig y OrbisGIS

Siguiendo la filosofía de que el software no es un fin si no un medio para adquirir las competencias definidas para esta asignatura, evitamos en la medida de lo posible que el estudiante se vea obligado a realizar los talleres con un determinado software, es por eso que el uso de gvSIG, como de cualquier otro programa, tiene un carácter voluntario, si bien en ocasiones hay una recomendación explícita por parte del profesor que pone a disposición del estudiante un mayor número de recursos de aprendizaje, tutoriales y ejemplos prácticos usando este programa.

5. TALLERES DE PLANIFICACIÓN TERRITORIAL MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

5.1. ANTECEDENTES

Conservando los principios básicos de la Ordenación del Territorio, este proyecto de innovación docente plantea un cambio de metodología en la enseñanza práctica de las asignaturas del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, facilitando un primer contacto del alumno con la cartografía digital y el uso de las herramientas propias de los S.I.G.

Se pretende que los estudiantes de Ingeniería se ejerciten en el ámbito de la Planificación Territorial y Urbana, enfatizando aquellas dimensiones más relacionadas con su futura práctica profesional. Se abordan unas prácticas de esta disciplina en territorios extensos y plurimunicipales (Áreas Metropolitanas / Subregiones) desde la dimensión territorial del agua, en la ordenación de sus cauces fluviales, y desde la organización de la movilidad y sus efectos territoriales y urbanos, en una práctica más general e integrada.

Para ello se plantea una serie de talleres prácticos atendiendo, con la perspectiva ulterior de la ordenación del ámbito, al reconocimiento y análisis de los cuatro subsistemas que lo articulan: el medio físico, las infraestructuras, la ocupación de suelo y los espacios libres.

Entre los objetivos perseguidos con esta experiencia destaca el hecho de facilitar el primer contacto del alumno con la cartografía digital, con las fuentes y recursos cartográficos que internet pone actualmente en nuestras manos y dar respuesta a las exigencias del alumnado en el ámbito de las nuevas tecnologías de la información. La iniciación, desde una perspectiva eminentemente práctica, en los conceptos, fundamentos y nuevas técnicas analíticas propias de los Sistemas de Información Geográfica que permitan la mejor comprensión de los contenidos teóricos de la asignatura. La realización de cartografías temáticas, para la mejor lectura del territorio, y propositivas, para la plasmación efectiva de las propuestas de ordenación territorial. El fomento de las habilidades necesarias para el desarrollo de un trabajo en grupo, mejora de la expresión oral y de la capacidad expositiva del estudiante.

5.2. EJERCICIO PRÁCTICO

En este apartado se describe el enunciado del Ejercicio práctico que se ha realizado en la asignatura 'Urbanística y Ordenación del Territorio' de la Titulación Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Granada en el Curso 2011-2012.

Dicha práctica es el nexo de unión de los talleres que se presentarán a continuación, ya que éstos tratan de ayudar al estudiante a realizar la práctica mediante la utilización de los Sistemas de Información geográfica, en concreto el software de libre distribución GvSig.

5.2.1. INTRODUCCIÓN

La planificación territorial es una tarea de gran complejidad y para la que se necesitan el concurso de muchos conocimientos de diversas disciplinas y, sobre todo, un intenso diálogo con la sociedad. Además, el territorio también se planifica y ordena desde muchas y muy diversas prácticas sectoriales.

El presente curso de Urbanística y O.T., que se orienta sobre esta materia, va a tratar de preparar al futuro Ingeniero de Caminos a participar de manera activa y central en la Ordenación del Territorio desde su papel esencial en la concepción, proyecto y construcción de las infraestructuras y los servicios. Y vamos, para ello, a reflexionar sobre algunas relaciones importantes entre las infraestructuras y el territorio. La actual situación de crisis parece necesitada -y ofrece la oportunidad para pensar en ello- del estímulo y la esperanza en los grandes proyectos que impulsen el desarrollo de nuestra región. Uno de esos grandes proyectos es, sin duda, la culminación de las conexiones ferroviarias interior-costa en nuestra Andalucía oriental, de difícil geografía, solo existentes en el caso de Málaga y débilmente en el de Almería, y el cierre ferroviario del corredor Mediterráneo en nuestro litoral.

5.2.2. ENUNCIADO DE LA PRÁCTICA

El trabajo se desarrollará según las pautas siguientes:

A.- La primera parte del curso, en grupos de cuatro alumnos como máximo, se orientará al estudio de los corredores ferroviarios litorales y sus conexiones con el interior en otras partes de Europa (en lugares orientados por el profesorado), a través de la exploración de imágenes de satélite y aéreas de Internet, y de atlas geográficos.

A.1. Se procederá a la selección de un trazado ferroviario europeo, analizando sus conexiones y las relaciones con las poblaciones conectadas a modo de modelo territorial.

A.2. Se estudiará el trazado de la línea y las magnitudes de sus estructuras (puentes y especialmente túneles) en relación con los territorios atravesados: relieve, hidrografía, espacios naturales, etc.

A.3. A una escala de mayor detalle se constatarán los procesos y dinámicas territoriales en torno al ferrocarril (núcleos urbanos y nuevas urbanizaciones, zonas/polígonos/centros logísticos, comerciales e industriales...), se elaborarán hipótesis que serán aprovechadas en la fase B posterior, en los trazados ferroviarios de la región granadina, sobre relación entre estas infraestructuras y los espacios asociados de potencial influencia -por ejemplo una estación y un potencial parque tecnológico en su entorno-.

Como conclusión de la primera parte se reconocerán los desarrollos y esquemas operados en otras partes de Europa y se mostrará la razonable viabilidad del plan-proyecto planteado para Andalucía oriental. La exposición de los trabajos de esta parte tendrá lugar en la primera semana de noviembre.

B.- En la segunda parte del curso los alumnos, ya ejercitados en las reflexiones anteriores, propondrán un trazado, bien para la conexión ferroviaria Granada-Motril, bien para el tramo ferroviario del litoral mediterráneo oriental andaluz o la conexión a levante, que serán asignados por el profesorado.

B.0. Se atenderá primeramente a las propuestas del planeamiento sectorial de infraestructuras de transporte (PEIT y PISTA) analizando comparativamente ejes viarios y ferroviarios.

B.1. Como primera aproximación analítica a la transformación territorial experimentada en las áreas más dinámicas, se realizará una comparativa temporal entre fotoplanos y cartografías de distintas fechas.

B.2. Se realizará a través de un Sistema de Información Geográfica un análisis de las condiciones territoriales: tanto topográficas e hidrográficas y de riesgos, como identitarias de los espacios asociados a los corredores -valores económicos, culturales, naturales, turísticos...-, como base de definición para las distintas alternativas del trazado que deberá atender a los territorios correspondientes.

B.3. Se valorarán cualitativamente dichas alternativas para realizar un análisis multicriterio y la selección del trazado final.

B.4.- Este habrá de complementarse con la propuesta, a nivel de avance o anteproyecto, de una serie de actuaciones difusoras de la accesibilidad e inductoras de desarrollo y que contribuyan al buen orden territorial, tales como:

- Nuevas conexiones viarias, fomento de los valores patrimoniales del territorio, vías paisajísticas...
- Centros logísticos, de transporte y distribución, nodos de intercambio modal, etc.
- Actuaciones sobre el sistema hídrico, como restauración de cauces, corrección de la erosión y reducción de inundaciones.
- Áreas productivas, centros turísticos y urbanizaciones. Centralidades regionales.

Serán precisas su adecuada justificación e inserción en el territorio.

5.3. OBJETIVOS

El objetivo principal de estos Talleres es iniciar al estudiante, desde una perspectiva práctica, en los conceptos y fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica y en sus múltiples aplicaciones al proceso de la planificación.

Los objetivos secundarios serían:

- Dotar al alumnado de una formación adicional y complementaria en el área de conocimiento de la ordenación territorial y urbana.
- Capacitar al alumnado en el manejo de herramientas que le permitan gestionar la cantidad de información a la que actualmente tiene acceso y que le ayuden en el proceso de toma de decisiones.
- Familiarizar a los alumnos en el empleo de los SIG, tanto en el análisis de los datos geográficos, como en la generación de cartografía temática.
- Desarrollar la destreza del alumnado en el manejo de los instrumentos informáticos necesarios para el desarrollo de su ejercicio profesional en el ámbito de la planificación.

A continuación se muestran los 5 Talleres realizados en el curso, que han ayudado a la realización de la práctica anteriormente descrita.

5.4. TALLER 1. PRIMEROS PASOS CON GVSIG V.1.11

5.4.1. OBJETIVOS

- Descubrir una herramienta muy útil para los aquellos que estén preocupados por los procesos territoriales, que facilita el manejo de información territorial georreferenciada y los procesos de planificación y ordenación territorial.
- Crear habilidades de exploración de la cartografía digital, tanto en su faceta gráfica como en la referente a sus bases de datos asociadas.
- Presentar técnicas de visualización, clasificación y simbolización de los datos geográficos.

5.4.2. ESTE TALLER DESCRIBE COMO...

- Descargar y Arrancar gvSIG.
- Crear una vista y definir su proyección.
- Explorar la cartografía. Añadir datos vectoriales a una vista.
- Desplazarse en una vista.
- Explorar las bases de datos asociadas a cada capa de información.
- Cambiar la simbología de las capas en una vista.
- Guardar el proyecto.

5.4.3. DESCARGAR GVSIG 1.11

Accedemos desde cualquier navegador a www.gvSIG.org, en el apartado “Descarga gvSIG” elegimos “Última versión final (gvSIG 1.11)”. Descargamos la versión adecuada a nuestro sistema operativo: Windows, Linux o Macintosh.

Desde el bloque de la izquierda podemos consultar las instrucciones de instalación, requisitos previos y requerimientos del sistema (Figura 34).



Inicio organización documentación descargas news

usted está aquí: Inicio → proyectos gvsig → gvsig desktop → descargas vers. oficiales → gvsig 1.11 (última versión) → descargas

entrar

gvsig desktop

- gvsig Desktop
 - ¿Qué es gvsig desktop?
 - Funcionalidades
 - Características
- Tour
- Descargas vers. oficiales
 - gvsig 1.11 (última versión)
 - Descargas
 - Extensiones gvsig 1.11
 - Notas de versión
 - Instrucciones de instalación
 - Requisitos previos
 - Requerimientos del sistema
 - gvsig 1.10
 - gvsig 1.9
 - gvsig 1.1
 - Versiones anteriores
 - Extensiones
 - Actualización de idiomas
- Documentación
 - Descargas vers. en desarrollo
 - Roadmap
 - Listas de distribución
 - Otras distribuciones
 - Strings internationalization
 - FAQS

Cached time 11/06/11 07:36:09

Descargas

por Matto Carrera — Última modificación 14/10/2011 11:34

← Up one level

← Previous gvsig 1.11 (última versión)

Next: Extensiones gvsig 1.11 ▶

Versión	Binarios	Notas	Fuentes	Documentación
Versión final				
gvsig 1.11 (18-04-2011)	Con prerequisites de instalación incluidos (recomendada): EXE (172.68 MB) BIN (193.54 MB)	- Para la distribución de gvsig 1.11 para Mac ver el apartado Otras distribuciones. AVISOS: <ul style="list-style-type: none"> Usuarios de Windows XP consultar requisitos de instalación Nota importante para usuarios de gvsig 1.9 o gvsig 1.10 	Repositorio de código fuente	Doc. usuarios: Manual gvsig 1.11: = Versión PDF: PDF (19.3 MB), PDF (19.1 MB) = Versión en línea: Manual Otras versiones del manual disponibles en otros idiomas: = Manual gvsig 1.1.2 (PDF 11.6 MB) + Manual nuevas funcionalidades gvsig 1.9 (PDF 21.1 MB) Guía de inicio rápido: = OSGeo Live: OSGeo Live
Versiones en desarrollo				
gvsig 1.11 rc2 (01-04-2011)	Con prerequisites de instalación incluidos (recomendada): EXE (172.8 MB) BIN (193.5 MB)	- Para la distribución de gvsig 1.11 para Mac ver el apartado Otras distribuciones. AVISOS: <ul style="list-style-type: none"> Usuarios de Windows XP consultar requisitos de instalación Nota importante para usuarios de gvsig 1.9 o gvsig 1.10 	Repositorio de código fuente	
gvsig 1.11 rc1 (23-03-2011)	Con prerequisites de instalación incluidos (recomendada): EXE (171.4 MB) BIN (192.4 MB)	- Para la distribución de gvsig 1.11 para Mac ver el apartado Otras distribuciones. AVISOS: <ul style="list-style-type: none"> Usuarios de Windows XP consultar requisitos de instalación Nota importante para usuarios de gvsig 1.9 o gvsig 1.10 	Repositorio de código fuente	

gvSIG asociación

gvSIG training

7 JORNADAS INTERNACIONALES gvsig

1ª Jornada Argentina gvsig

Jornada Latinoamericana e do Caribe do gvsig

FOSS4G 2011

ITI INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INFORMATICA

OSOR.EU

OSGeo

OGC OPEN GEOGRAPHIC CONSORTIUM

news

1a Jornada Argentina de gvsig: Ponencias

Curso presencial de formação em gvsig em Novembro

CodeSprint gvsig

7as Jornadas Internacionales gvsig. Abierto el plazo de inscripción

Basic gvsig course in Italian

Cached time 11/06/11 14:09:06

Figura 34. Descarga de gvSig

5.4.4. ARRANCAR GVSIG

Abrimos gvSIG desde el menú de aplicaciones. Por defecto gvSIG arranca con un proyecto vacío con el tipo de documento “vista” seleccionado por defecto. La aplicación gvSIG puede administrar tres tipos de documentos en cada proyecto creado. Por un lado están las *Vistas*, donde se visualizan las capas añadidas, por otro lado las *Tablas*, que incluyen los conjuntos de registros asociados a las capas vectoriales y a su vez tablas alfanuméricas autónomas, y por último los *Mapas*, que son composiciones gráficas donde es posible combinar varias vistas y otros elementos como *leyendas*, *nortes* y *escalas*, generalmente creados para ser impresos.

5.4.5. CREAR UNA VISTA Y DEFINIR SU PROYECCIÓN

Hacemos clic en el botón [Nuevo] para crear una vista. Aparecerá su título en el recuadro de la izquierda (Figura 35).

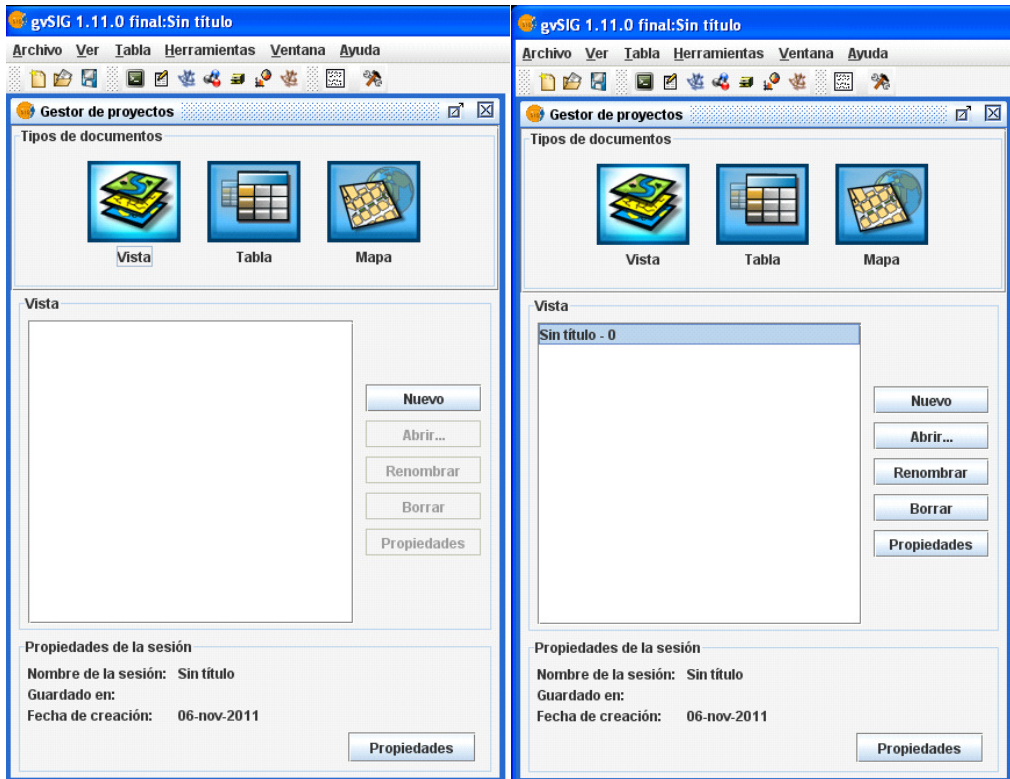


Figura 35. Crear una vista

Abrir el diálogo de propiedades de la vista

Seleccionar la vista recientemente creada. Por defecto se llama *Sin título-0* pero podría ser *Sin título-1* si se ha creado anteriormente una vista y se ha borrado. Hacemos clic en el botón [Propiedades] para abrir el diálogo *Propiedades de la Vista* (Figura 36). Cambiamos el nombre a *Taller1*.

Es interesante comprobar las unidades del mapa, las de medida y las de área. En el recuadro *Comentarios* es posible reflejar el contenido de la vista o cualquier anotación referente a la vista que nos pueda ser de utilidad.

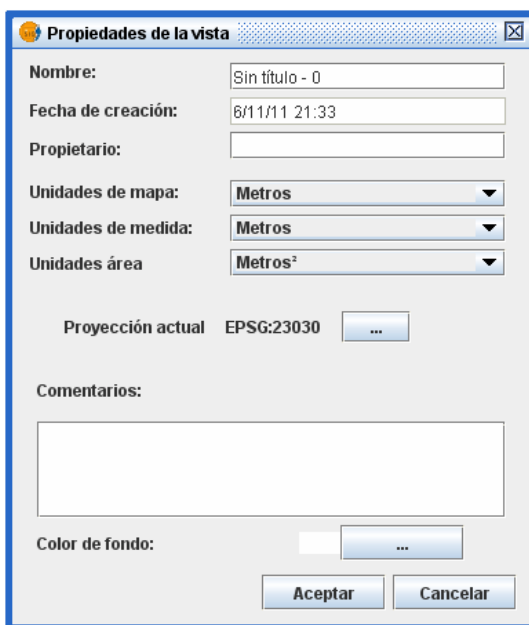


Figura 36. Propiedades de la Vista

Definir el Sistema de Referencia

Hacemos clic en el botón [FALTA] junto a “Proyección actual”. Esto abrirá el diálogo *Nuevo CRS*. En *Tipo* seleccionamos *EPSG* y buscamos el código *25830* (ETRS89/UTM zona 30N), (Figura 37).

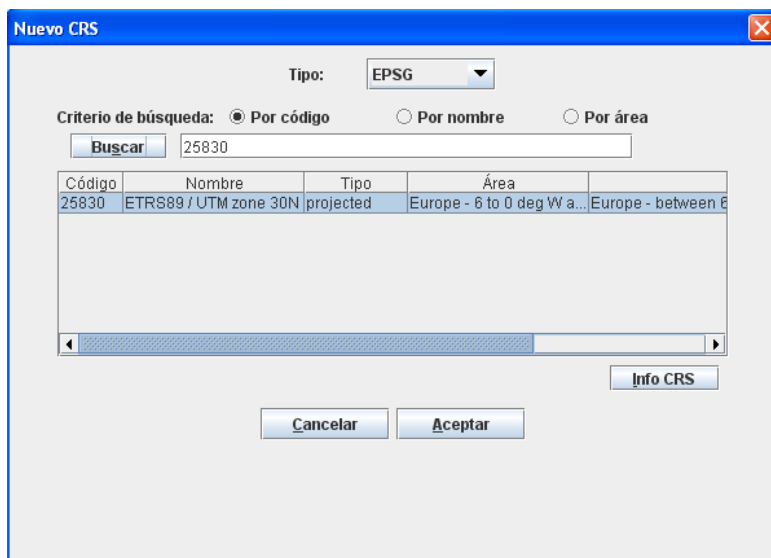


Figura 37. Definición del Sistema de Referencia

Salvar las propiedades de la vista

Seleccionamos [Aceptar] para volver al gestor de proyectos.

Abrir la vista


Seleccionamos la vista recién creada. Hacemos clic en el botón [Abrir] para abrir la vista. La vista consta en tres zonas diferenciadas:

- La zona superior izquierda contiene una lista de todas las capas vectoriales y raster utilizadas en la vista. Esta zona se conoce como la *Tabla de Contenidos*.
- La zona inferior izquierda corresponde al visualizador, sirve para mostrar la ubicación de la vista sobre una capa general.
- La zona derecha es el área principal donde se muestran los datos geográficos tanto raster como vectorial.

Seleccionamos el icono de *Maximizar* para que la vista ocupe toda la pantalla.

5.4.6. LA VISTA - AÑADIR DATOS

Abrir el diálogo de añadir capa

Hacemos clic en el icono  de la barra de herramientas principal para abrir el diálogo *Añadir capa*. Seleccionamos [Añadir] en el diálogo *Añadir capa*. Por defecto la primera pestaña es *Archivo* por lo que el diálogo para abrir ficheros aparecerá.

Cargar ficheros vectoriales

Buscamos la carpeta:

Carto/DEA100/shapefiles_ETRS89/G15_Divis_Administrativas.

Comprobamos en el desplegable *Archivos de tipo* que tenemos la selección *gvSIG shp driver*, que corresponde a los archivos de tipo vectorial en formato shapefile (ESRI). También se encuentran formatos tan conocidos como los Dxf y Dwg de Autocad (Autodesk), Dgn, Gml o Kml.

Seleccionamos los shapefiles siguientes de la carpeta utilizando la tecla Control para poder seleccionar varios a la vez:

/da03_provincia.shp

/da02_term_munic.shp

Haga clic en el botón [Abrir] para volver al diálogo *Añadir capa* (Figura 38).

Haga clic en el botón [Aceptar] para volver a la vista (Figura 39).

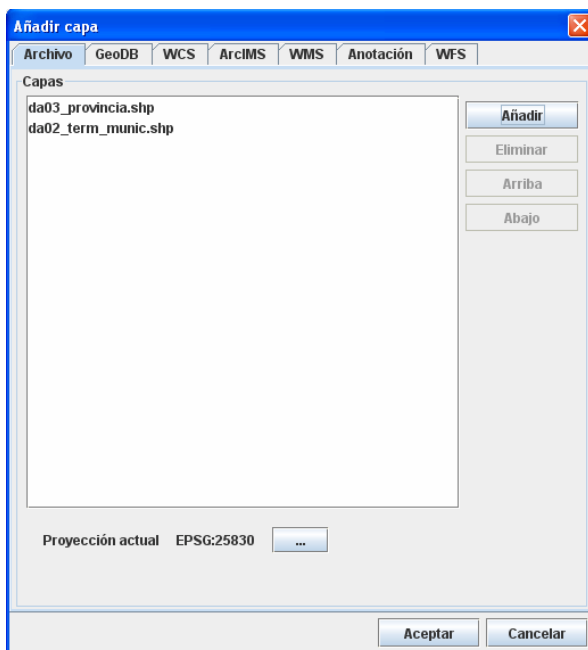


Figura 38. Añadir una capa

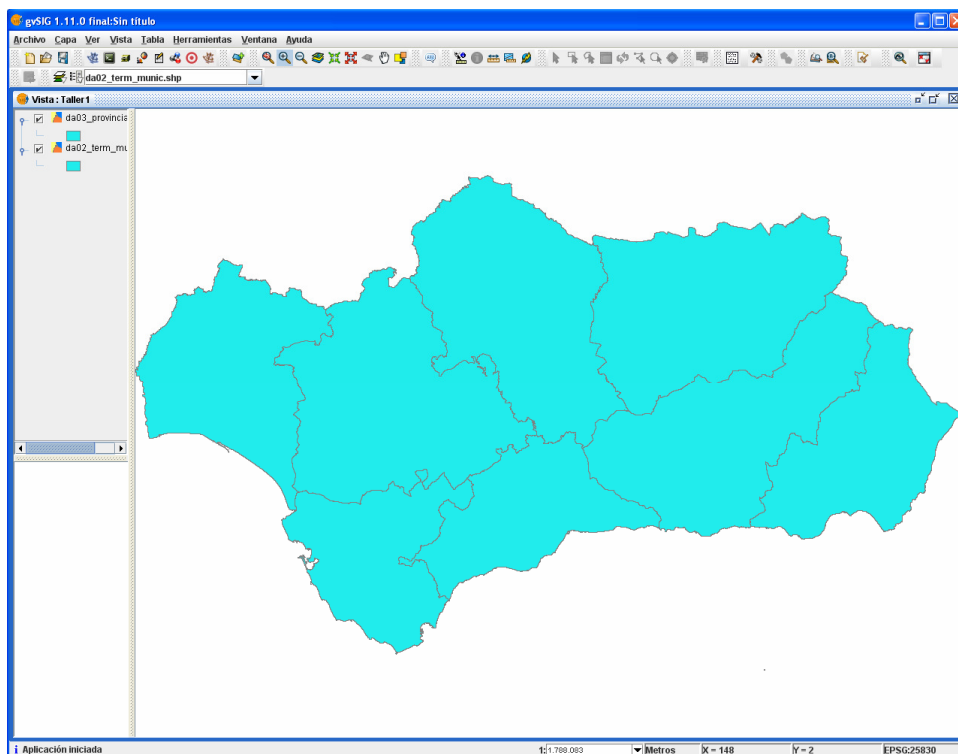



Figura 39. Carga de ficheros vectoriales

Vemos que el programa emplea un color de relleno aleatorio que es posible cambiar haciendo doble clic sobre el recuadro de color. Se abrirá la ventana del *Selector de simbología*. Es posible elegir el color de relleno deseado, el color de borde y su anchura, y el grado de transparencia de ambos elementos.

5.4.7. LA TABLA DE ATRIBUTOS O BASE DE DATOS ASOCIADA A LA CAPA

Activamos la capa da03 y pulsamos en el botón  para visualizar la tabla de atributos asociada a la capa ACTIVA (en negrita) (Figura 40).

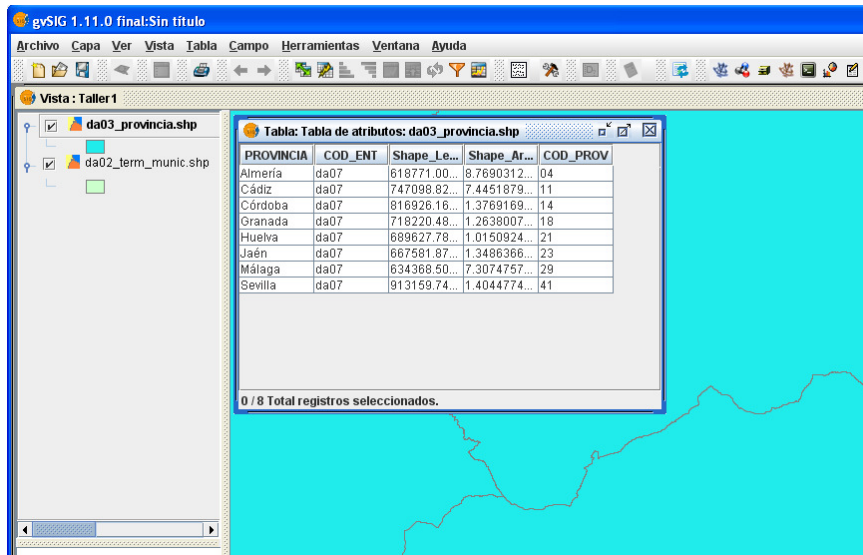





Figura 40. Tabla de atributos

Podemos observar como aparece una nueva barra de herramientas para trabajar con las tablas: . Esta barra nos permite unir tablas, realizar enlaces, ordenar, visualizar estadísticas o realizar consultas a la base de datos.

5.4.8. SELECCIÓN DE ELEMENTOS DE UNA CAPA

Sobre la capa ACTIVA, la barra de selección  nos permite aislar algunos de los elementos dentro de esta capa, mediante la selección directa, la selección por rectángulo, por polígono, por polilínea, por círculo o por área de influencia.







El elemento seleccionado aparecerá en AMARILLO como color por defecto. Es importante no dejar elementos seleccionados "olvidados", por lo que utilizaremos el botón de limpiar selección. También es posible seleccionar elementos desde la tabla de atributos utilizando el filtro de datos .

5.4.9. LA VISTA - NAVEGACIÓN BÁSICA



Zoom a una región

Una vez en la vista veremos que los ficheros vectoriales se superponen. Es posible cambiar el orden de visualización pinchando y arrastrando en la TOC. Los colores mostrados en la figura pueden variar dependiendo de las preferencias de usuario de su instalación (se verán en el taller 2). Por defecto la herramienta *Zoom in* está seleccionada en la barra de herramientas.

Usamos el puntero  para dibujar un rectángulo alrededor de la provincia de Granada. Hacemos esto seleccionando la esquina superior izquierda del rectángulo, sostenemos el botón izquierdo del ratón y arrastramos hasta la esquina inferior derecha del rectángulo sobre la zona seleccionada. Soltamos el botón izquierdo del ratón una vez se ha dibujado el rectángulo deseado. La vista automáticamente habrá cambiado para mostrar el área inscrita en el rectángulo dibujado. Utilizamos el gestor de encuadres  para memorizar este zoom con el nombre *Granada*. Podemos volver a la extensión total pulsando el botón  o al zoom previamente utilizado con el botón . Para acercar o alejar simplemente utilizamos los botones , o la rueda del ratón. Es posible también hacer zoom a los elementos seleccionados mediante el botón . El tamaño de la columna tabla de contenidos puede ajustarse usando el ratón para poder ver los nombres de ficheros.

5.4.10. LA VISTA – SIMBOLOGÍA

Propiedades de la capa

Seleccionamos la capa /da03_provincia.shp usando el botón izquierdo del ratón y hacemos clic con el botón derecho del ratón para mostrar el menú contextual. Seleccionamos la opción Propiedades. El diálogo de propiedades de la capa aparecerá (Figura 41).

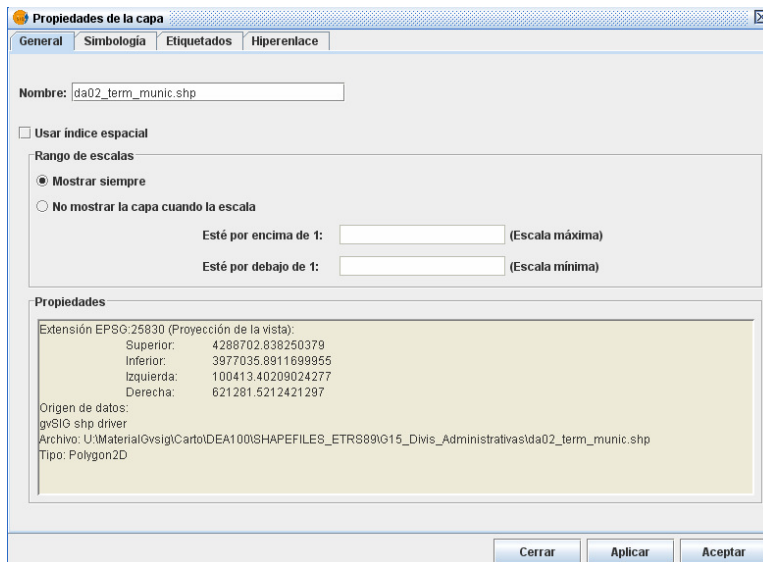


Figura 41. Propiedades de la capa I

En la pestaña General se muestran las propiedades de esta capa, extensión, proyección, ruta del fichero, tipo de entidad gráfica... Es posible fijar una escala de visualización para la capa máxima y otra mínima.

Cambiar la simbología de una capa vectorial

Seleccione la pestaña *Simbología* de la zona superior del diálogo *Propiedades de la capa*. Es posible pulsar el botón [Seleccionar símbolo] para que aparezca nuevamente el diálogo *Selector de simbología*, pero ahora queremos utilizar alguno de los atributos contenidos en la base de datos.

Del bloque de la izquierda seleccionamos *Categorías / Valores únicos*.

En campo de clasificación elegimos el atributo que nos interese (PROVINCIA contiene el nombre de la provincia), y pulsamos en *Añadir todos*.

Es posible cambiar la paleta de colores (Esquema de color) o simbolizar a mano cada uno de los elementos clasificados. También es posible cambiar la etiqueta que aparecerá en la leyenda. Una vez elegida la simbología pulsamos *Aplicar* (Figuras 42, 43 y 44).

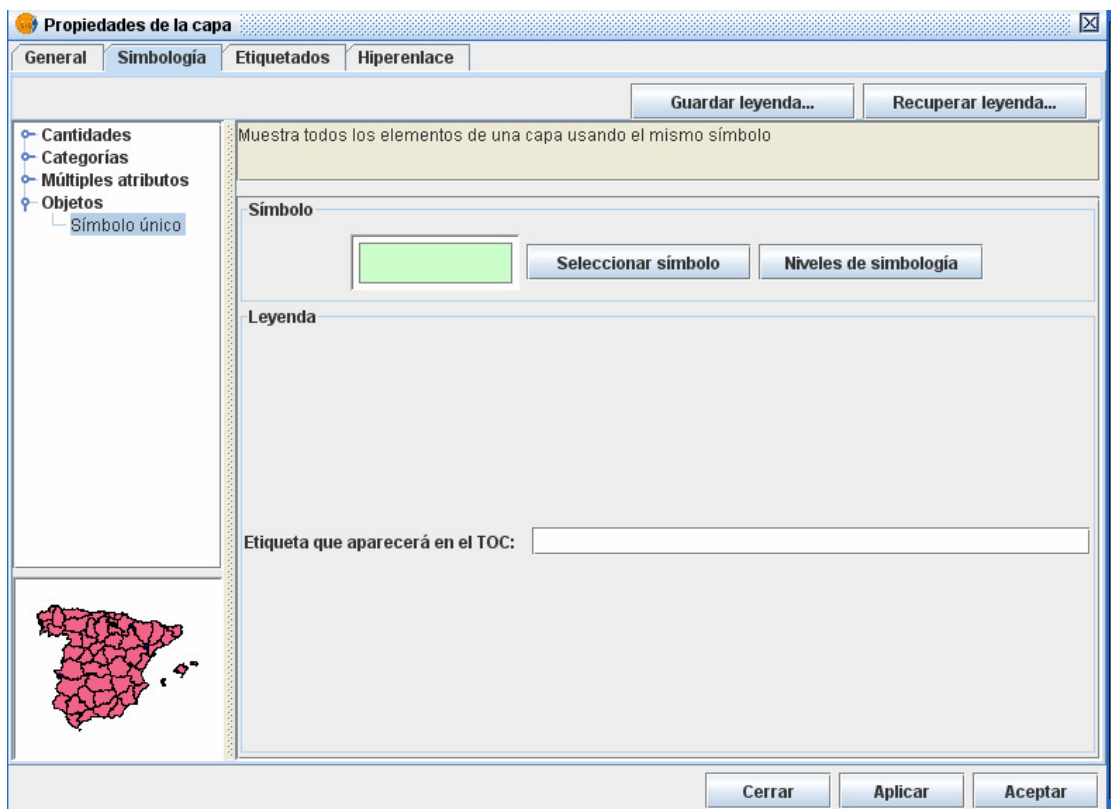


Figura 42. Propiedades de la capa II

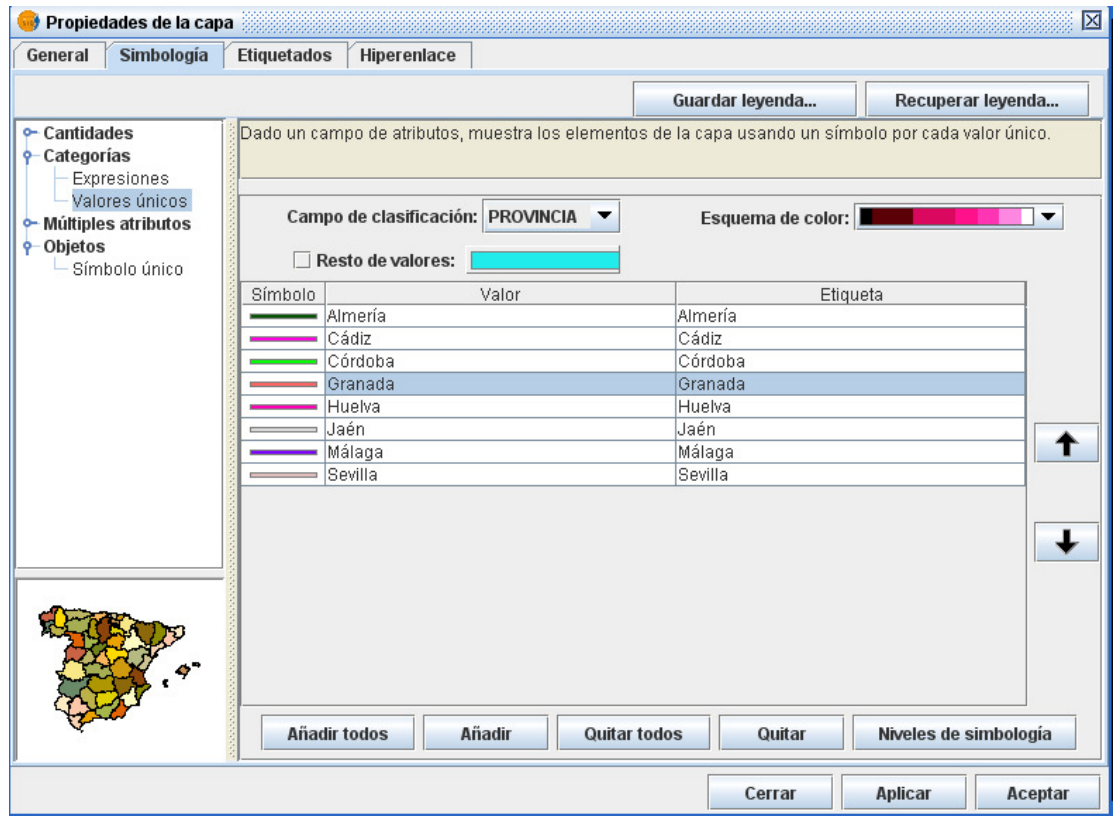


Figura 43. Propiedades de la capa III

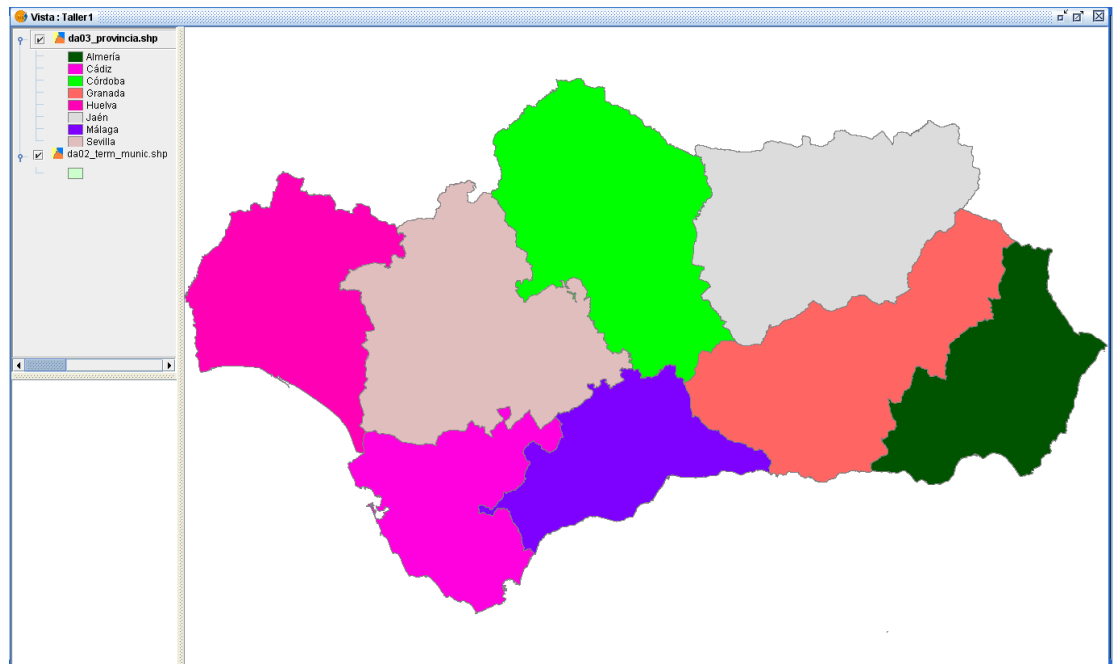


Figura 44. Propiedades de la capa IV

Cambiar el etiquetado de una capa vectorial

Seleccione la pestaña *Etiquetados* en la parte superior del diálogo de *Propiedades de la capa*. Cambie los atributos de texto a los mostrados en la figura siguiente, después haga clic en el botón [Aceptar], (Figura 45). Colocamos la capa de Municipios sobre la de Provincias y le damos un relleno transparente. Guardamos el proyecto *Archivo/Guardar proyecto Taller 1* se guardará con formato GVP.

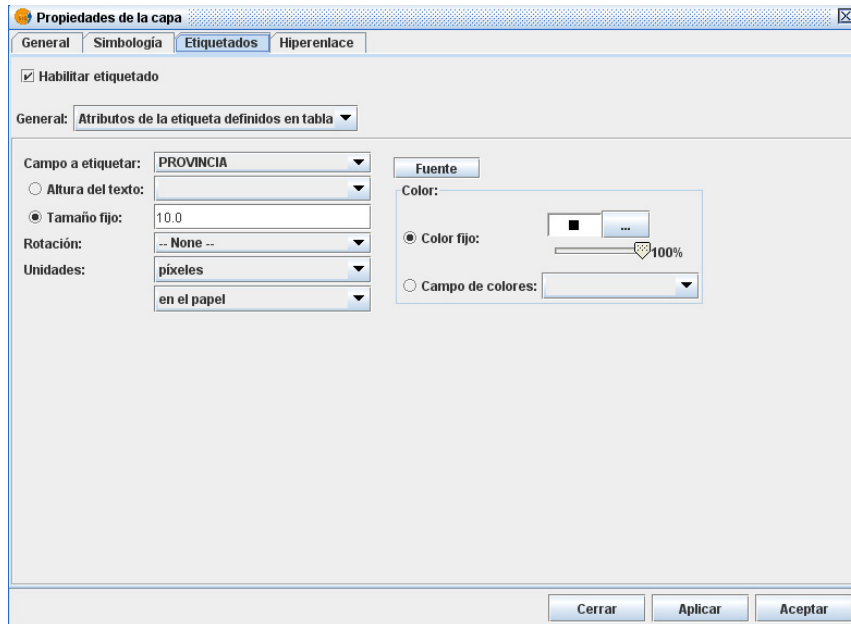


Figura 45. Etiquetado de una capa vectorial

El resultado se puede apreciar en la Figura 46.

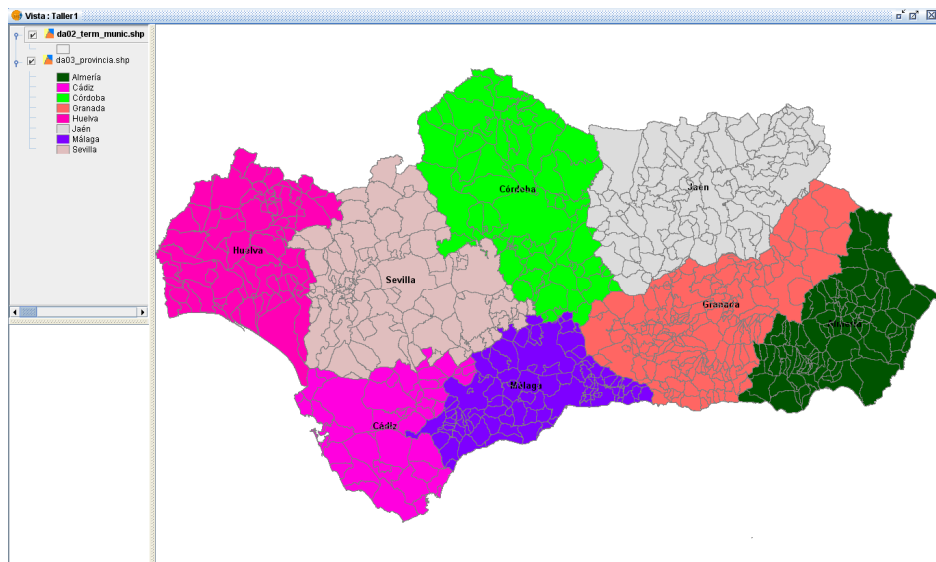


Figura 46. Resultado del Taller 1

5.4.11. EJERCICIO PROPUESTO

Explorar la cartografía suministrada Siguiendo los pasos mencionados anteriormente y ayudándonos de los pdf's adjuntos en la carpeta DEA100, cargamos las capas referentes a núcleos urbanos, viario, red de ferrocarril, red hidrográfica... y al menos una capa de tipo puntual.

Exploraremos las tablas de atributos y los metadatos, cambiaremos la simbología y etiquetaremos según se ha explicado a lo largo del taller.

5.5. TALLER 2. LA EDICIÓN EN GVSIG

5.5.1. ESTE TALLER DESCRIBE COMO...

- Crear nueva cartografía mediante selección de entidades.
- Consultar la base de datos, selección espacial.
- Recortar capas.
- Editar nueva cartografía.
- Añadir información a una tabla de atributos.

5.5.2. CREACIÓN DE NUEVA CARTOGRAFÍA MEDIANTE SELECCIÓN

Para comenzar el taller creamos un nuevo proyecto y una nueva vista tal como aprendimos anteriormente. A esta vista, titulada "Taller 2", le añadimos cuatro temas nuevos (consultar modelo de datos.pdf):

- La capa del ámbito deseado.
- La capa de núcleos urbanos.
- La capa de red viaria.
- Las cuadrículas del 10.000.

Ordenamos y simbolizamos adecuadamente todas las capas. Hacemos un zoom a nuestro ámbito. La imagen debe quedar según la Figura 47.

Guardaremos la leyenda realizada sobre la capa de núcleos con el botón [Guardar leyenda...] de la ventana *Propiedades de la capa* (botón derecho sobre la capa y elegimos propiedades). El formato de la leyenda será .gvl y la llamaremos "leynucleos" (Figura 48).

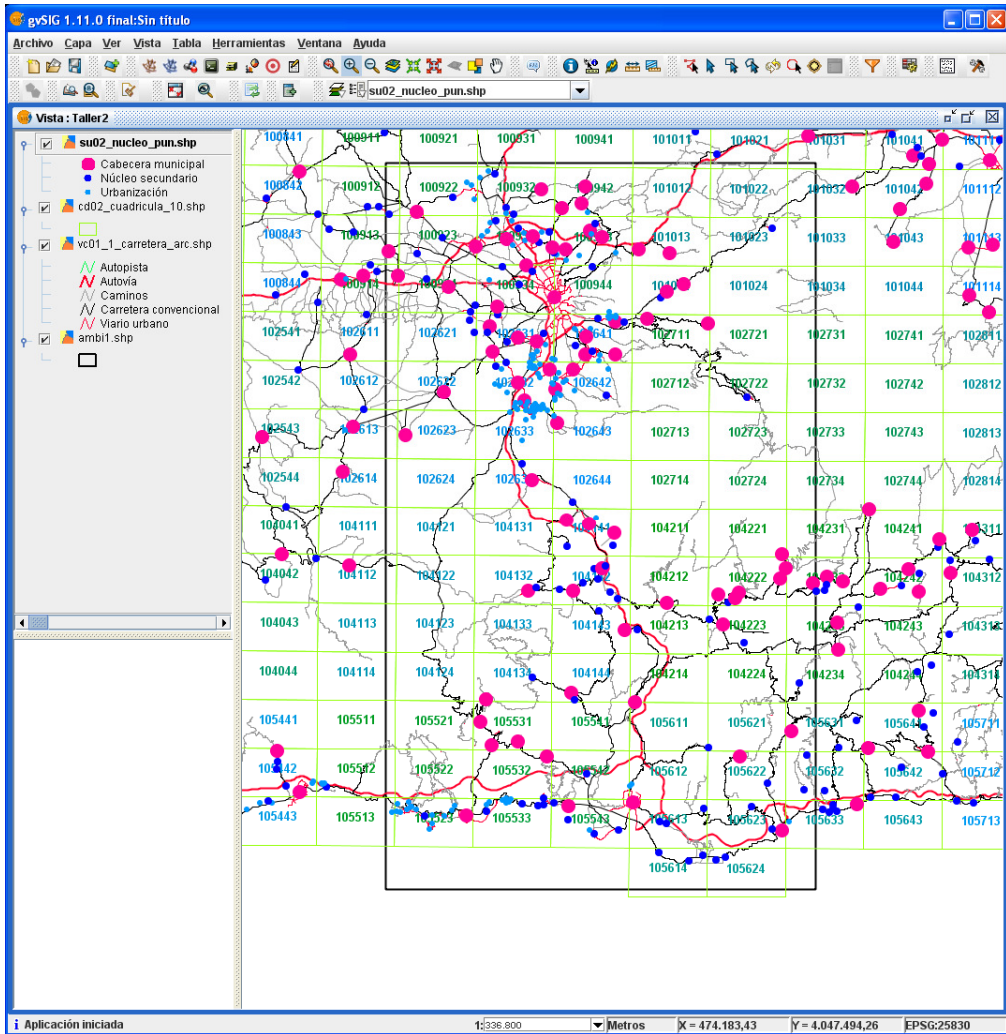


Figura 47. Creación de una Nueva Cartografía Mediante Selección I

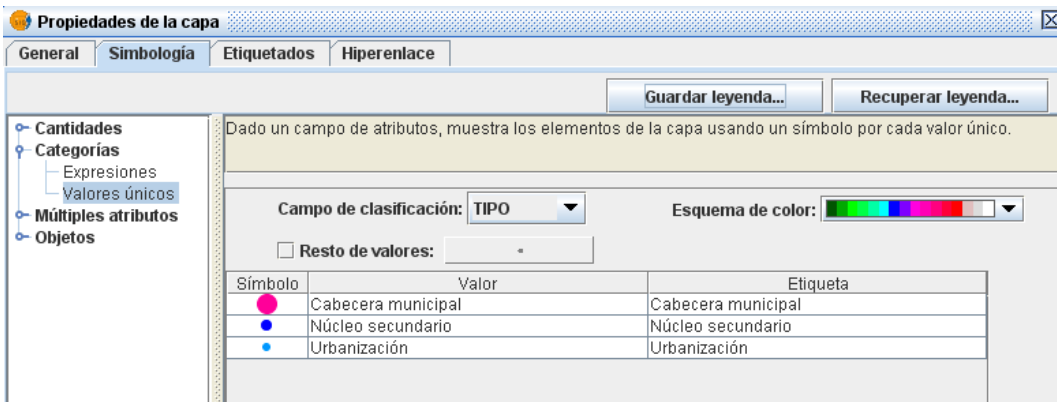


Figura 48. Creación de una Nueva Cartografía Mediante Selección I

5.5.3. CREAR NUEVAS CAPAS MEDIANTE SELECCIÓN ESPACIAL

La forma más sencilla de crear nuevas capas de información es la extracción de parte de una capa ya existente. Utilizando cualquiera de las herramientas de selección



, y con la capa *su02-nucleo-pun.shp* "Activa", podemos seleccionar los elementos incluidos en nuestro polígono que define el ámbito. Los elementos seleccionados aparecerán en color amarillo (Figura 49).

Con la selección previa utilizaremos el desplegable *CAPA/Exportar a.../SHP* que creará una nueva capa a la que llamaremos "NUCLEOS11" y que guardaremos en una carpeta independiente llamada "Talleres". Esta nueva capa la simbolizaremos utilizando la misma leyenda guardada anteriormente. Usaremos el botón [Recuperar leyenda...].

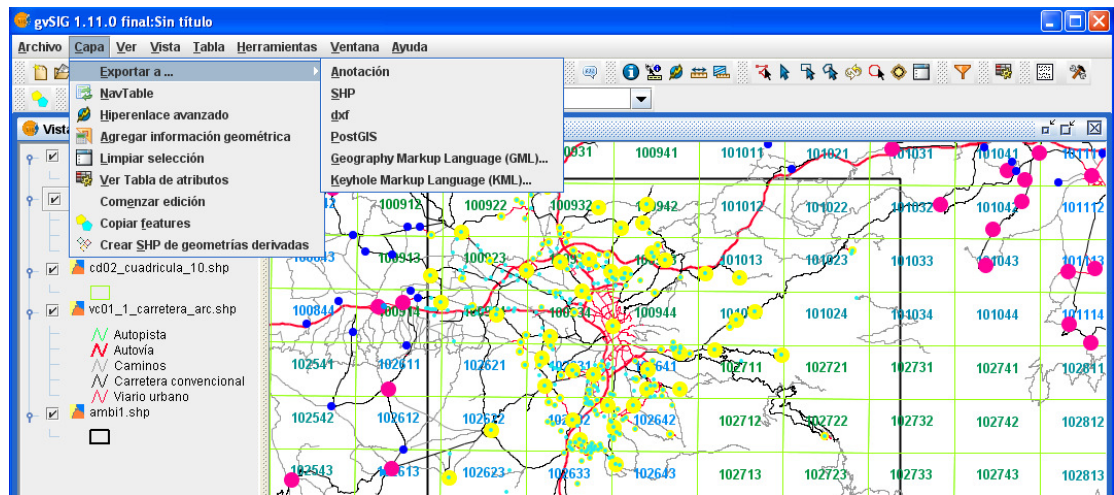


Figura 49. Creación de una Nueva Cartografía Mediante Selección Espacial

5.5.4. SELECCIONAR LOS NÚCLEOS CONTENIDOS EN UNA REGIÓN

Es posible hacer la selección anterior usando el desplegable *Vista*. Seleccionamos *Vista > Selección > Selección por capa* para abrir el diálogo *Selección por capa* (Figura 50).

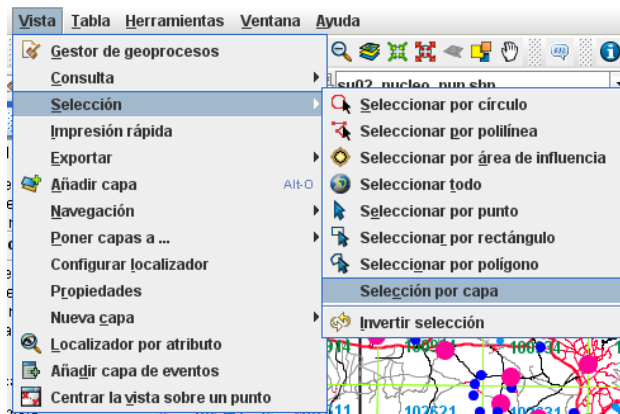


Figura 50. Selección por capa I

Cambiamos los dos criterios de selección usando los cuadros combinables del lado izquierdo del diálogo. Hacemos clic en [Nuevo conjunto] para seleccionar los núcleos que se encuentran dentro del polígono seleccionado (Figura 51).

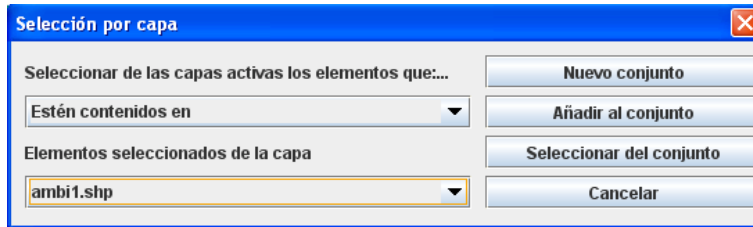


Figura 51. Selección por capa II

Podemos hacer la misma operación con la capa de la red viaria, pero en este caso se recomienda utilizar la herramienta de recorte del GESTOR DE GEOPROCESOS, [Vista/Gestor de geoprocesos]. Basta con pulsar sobre el botón [Abrir Geoproceso] y rellenar los datos requeridos (Figura 52).

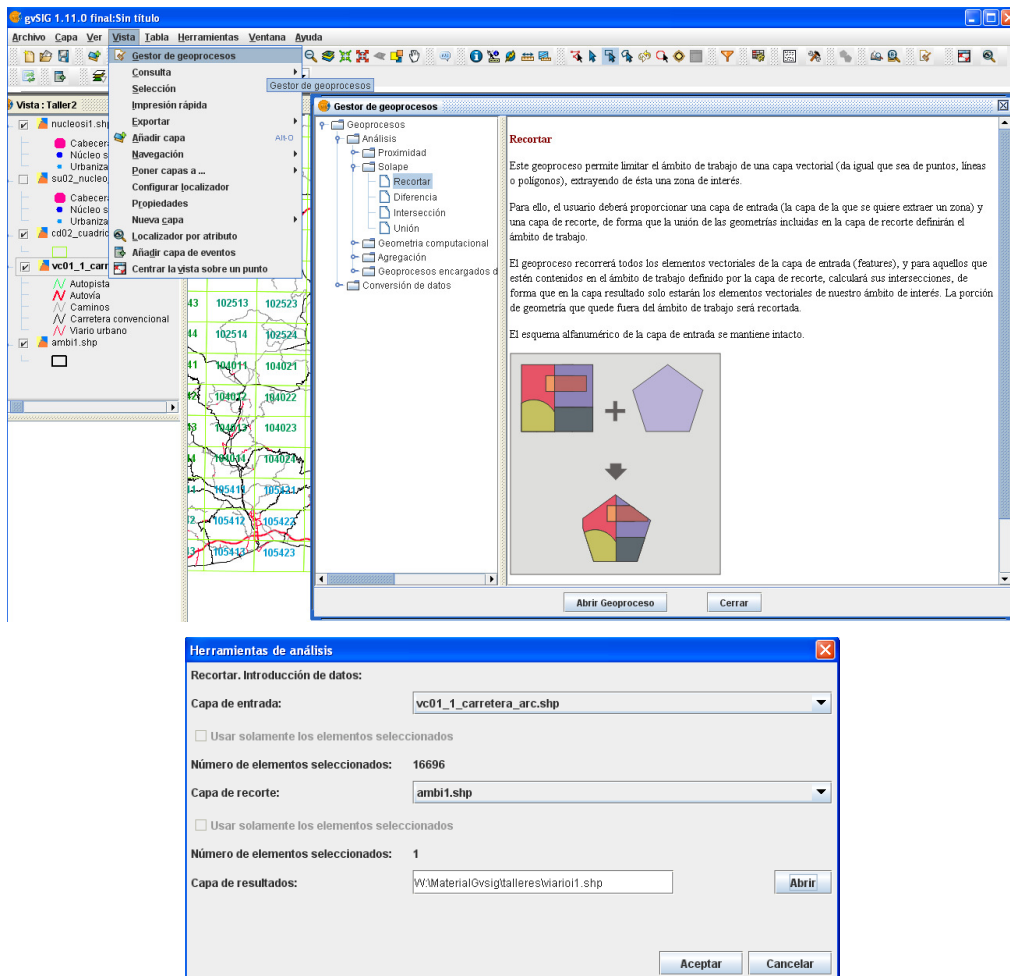


Figura 52. Selección por capa II

El resultado podría parecerse al de la Figura 53:

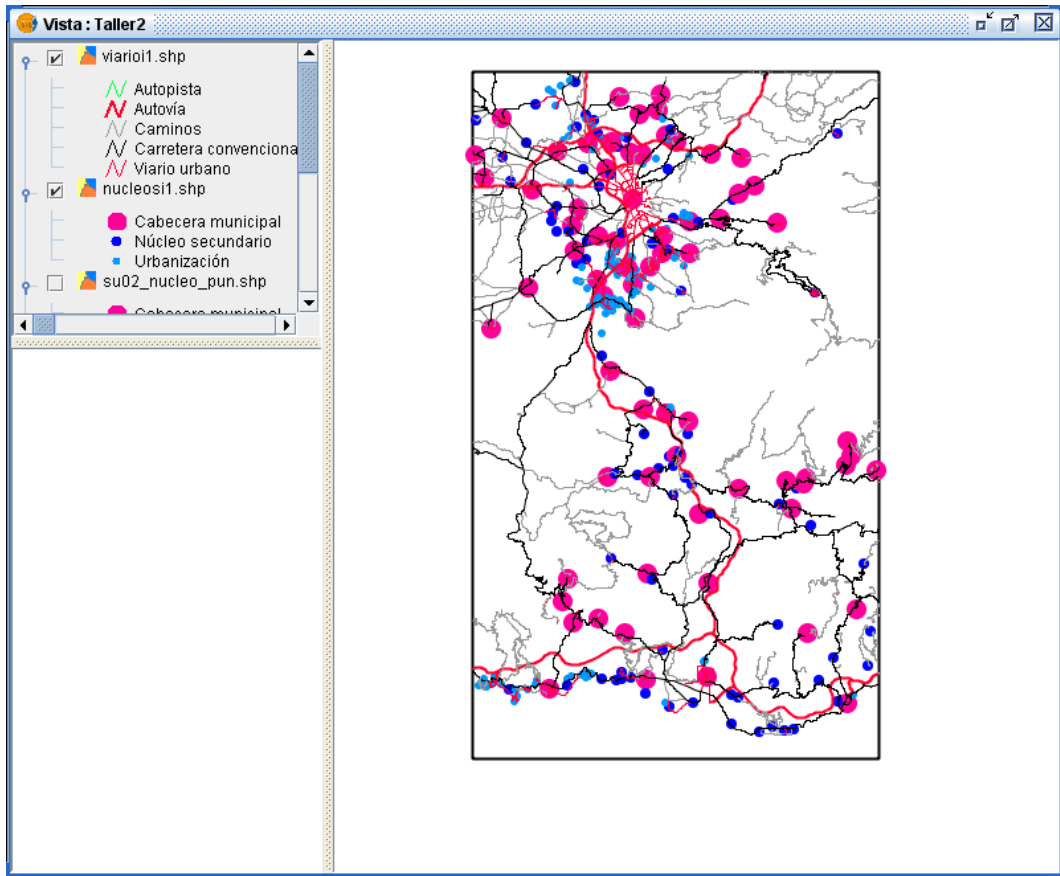


Figura 53. Selección de los núcleos contenidos en una región

Es posible agilizar el proceso de guardar la ruta de acceso a la cartografía y a la carpeta "Talleres" mediante la elección de la ruta por defecto en la ventana de Preferencias (Figura 54):

Ventana/Preferencias/General/Carpetas/Carpeta de datos geográficos

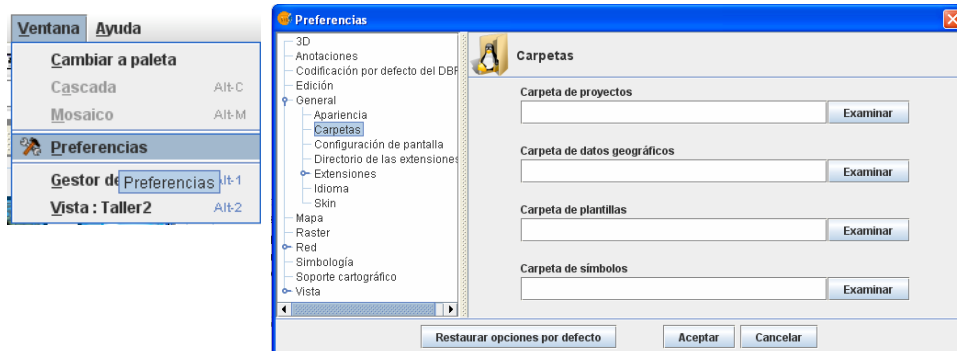


Figura 54. Guardar la ruta de acceso

5.5.5. EDICIÓN

Podemos distinguir dos tipos de edición, la edición gráfica de elementos (puntos, líneas o polígonos) y la edición alfanumérica de los datos contenidos en la base de datos (tablas).

5.5.6. EDICIÓN GRÁFICA

Para crear una nueva capa partimos del desplegable *Vista* (Figura 55):

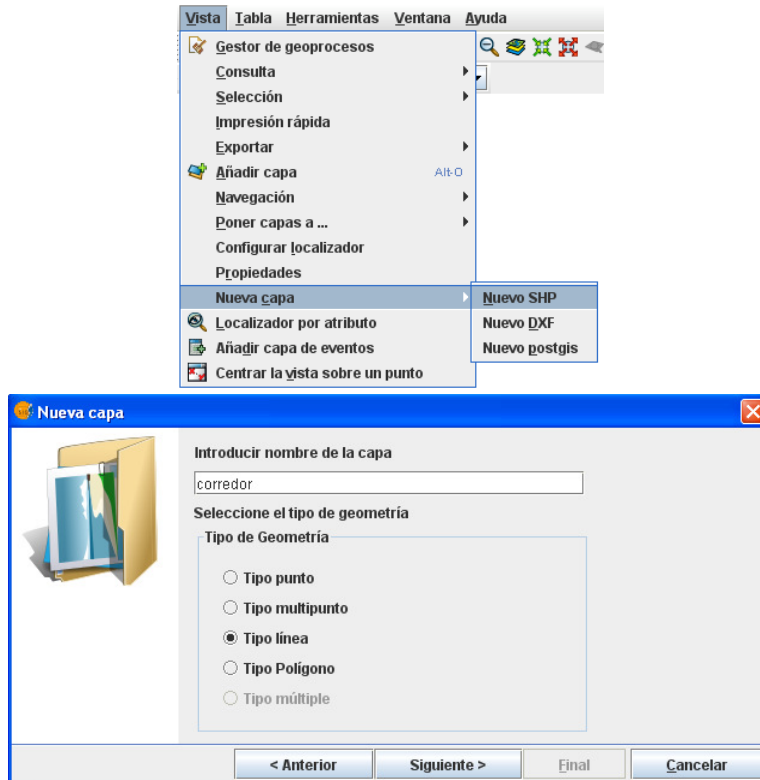


Figura 55. Crear una nueva capa I

Introducimos el nuevo nombre y seleccionamos el tipo de entidad que queremos editar (punto, línea o polígono). Definimos los campos que deseemos (Figura 56),



Figura 56. Crear una nueva capa II

y la ruta donde se guardará el fichero (Figura 57):

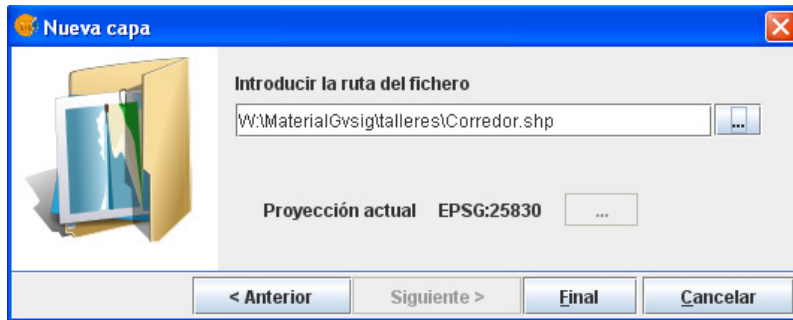


Figura 57. Crear una nueva capa III

Aparecerá en la vista una nueva capa en rojo y una consola de órdenes en la parte inferior de la pantalla. El desplegable “Geometría” o la barra “insert” nos permiten generar la polilínea deseada (Figura 58).

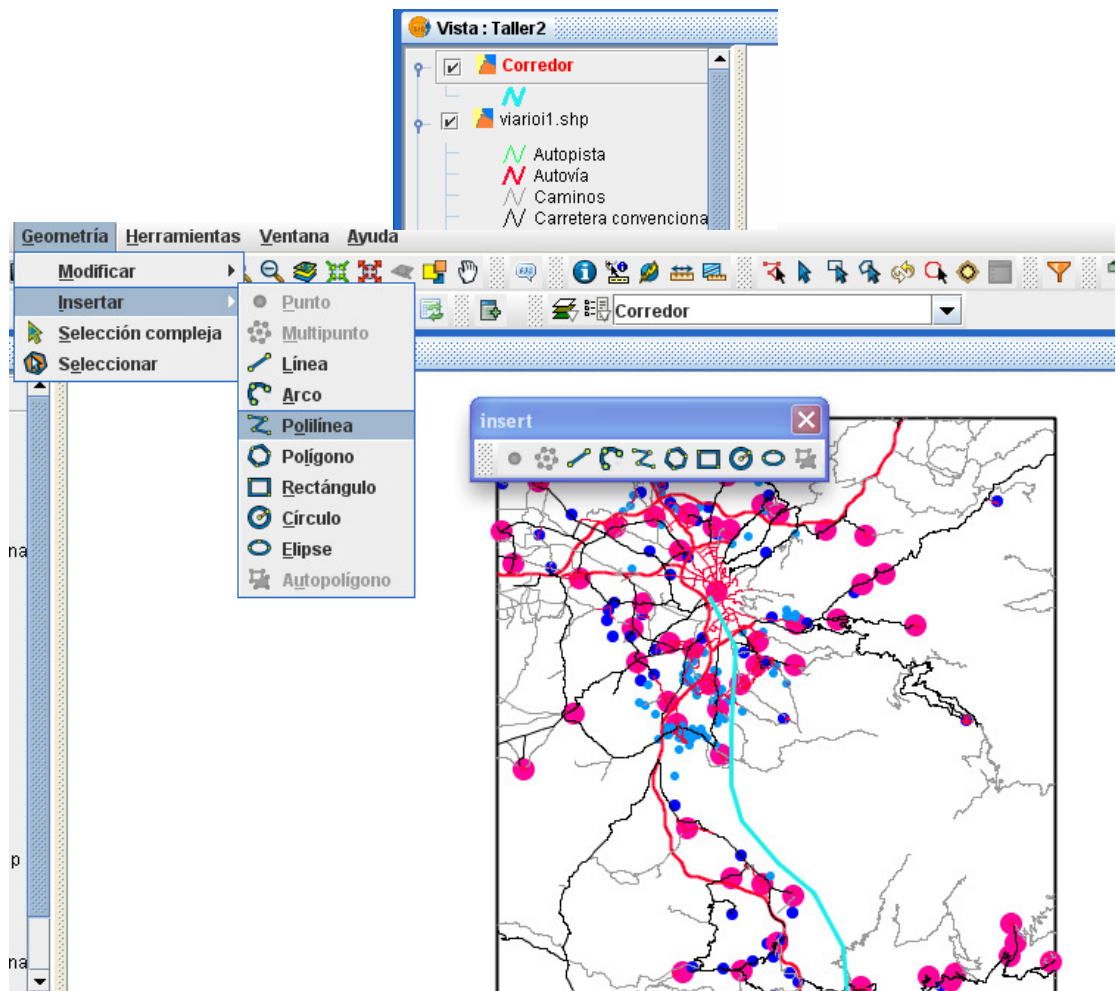



Figura 58. Generar una Polilínea

Es posible deshacer la última acción mediante los botones . Como ayuda a la tarea de edición, la aplicación genera una proyección, en color rojo, del resultado. Una vez terminada la digitalización, pulsando con el botón derecho sobre la capa elegiremos finalizar la edición. A diferencia de otros programas, gvSig nos permite editar varias capas a la vez.

5.5.7. EDICIÓN DE TABLAS

Igualmente es posible rellenar las celdas de los atributos definidos anteriormente. En este caso el atributo de tipo String (cadena de texto) se rellena con el nombre de “Alternativa 1” (Figura 59).

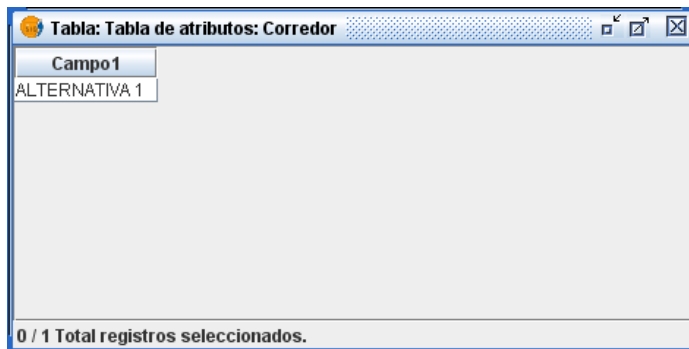


Figura 59. Edición de tablas

Es posible añadir nuevos campos desde el desplegable *Tabla/Modificar estructura de tabla*, que abre la ventana del Editor de campos. Añadimos un nuevo campo de tipo *Double* y que llamaremos “longitud”. Desde el desplegable *Campo/ Expresión* tomaremos perímetro para el cálculo de la longitud del trazado digitalizado.

5.5.8. EJERCICIO PROPUESTO – EDICIÓN DE UNA CAPA POLIGONAL Y DE SU TABLA DE ATRIBUTOS

Sobre una capa procedente de un servidor WMS, o sobre una Ortofoto descargada del localizador de información espacial de Andalucía *Line@* de la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía (ver cuadrícula del 10000), crear una capa de tipo poligonal que represente posibles zonas industriales, de servicios o centros logísticos. Se recomienda buscar la ruta de acceso a estos servidores desde la página de la IDE de Andalucía.

Ensayar las herramientas para Modificar geometrías. Editar su nueva tabla de atributos utilizando en algún caso la Calculadora de campos para calcular el área de los polígonos generados. Simbolizar finalmente la capa utilizando los atributos creados.

5.6. TALLER 3. LOS MODELOS DIGITALES DE TERRENO

5.6.1. ESTE TALLER DESCRIBE COMO...

- Cargar, visualizar y recortar archivos de tipo raster.
- Utilizar el módulo Sextante para el análisis raster.
- Generar cartografías derivadas de sombreado y pendientes.
- Generar perfiles longitudinales y transversales sobre un MDE
- Aproximarnos a los estudios de Impacto visual mediante la exploración de las herramientas de visibilidad.

5.6.2. AÑADIR A LA VISTA UNA CAPA RASTER

A nuestra vista generada en el Taller 2 añadimos el archivo:

Carto/mde20AND/mde20and/w001001.adf que aparecerá al elegir como tipo de archivo *gvSIG Raster Driver* (Figura 60). El resultado presentará un aspecto como el de la Figura 61.

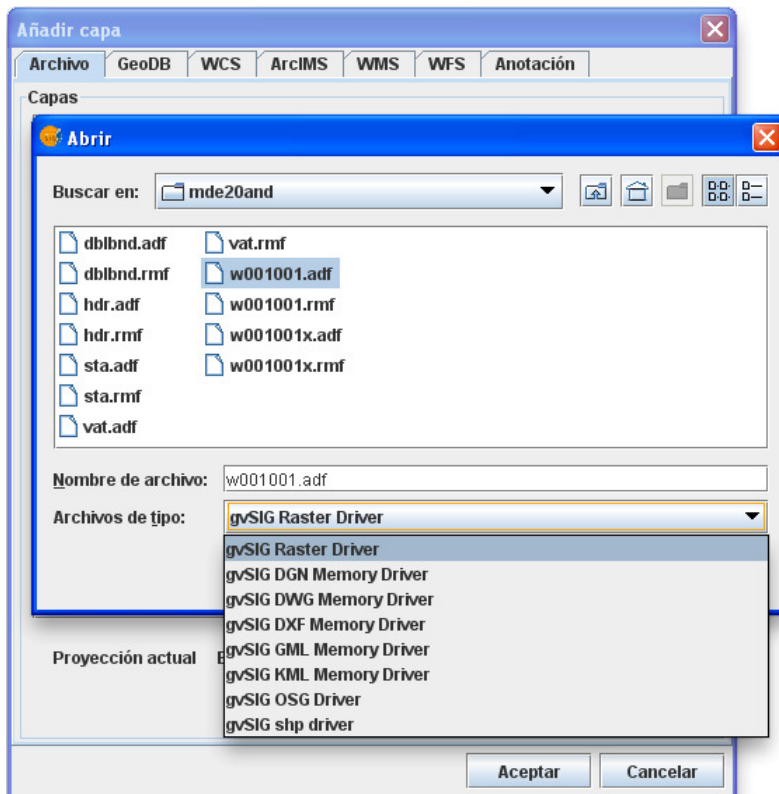


Figura 60. Añadir a la vista una capa raster

Se trata de un Modelo Digital de Elevaciones de Andalucía de 20 metros de resolución (tamaño de pixel) que puede resultar muy pesado para algunos PC's, para su visualización y sobre todo para su posterior análisis. El paso siguiente será recortarlo según el polígono que define nuestro ámbito.

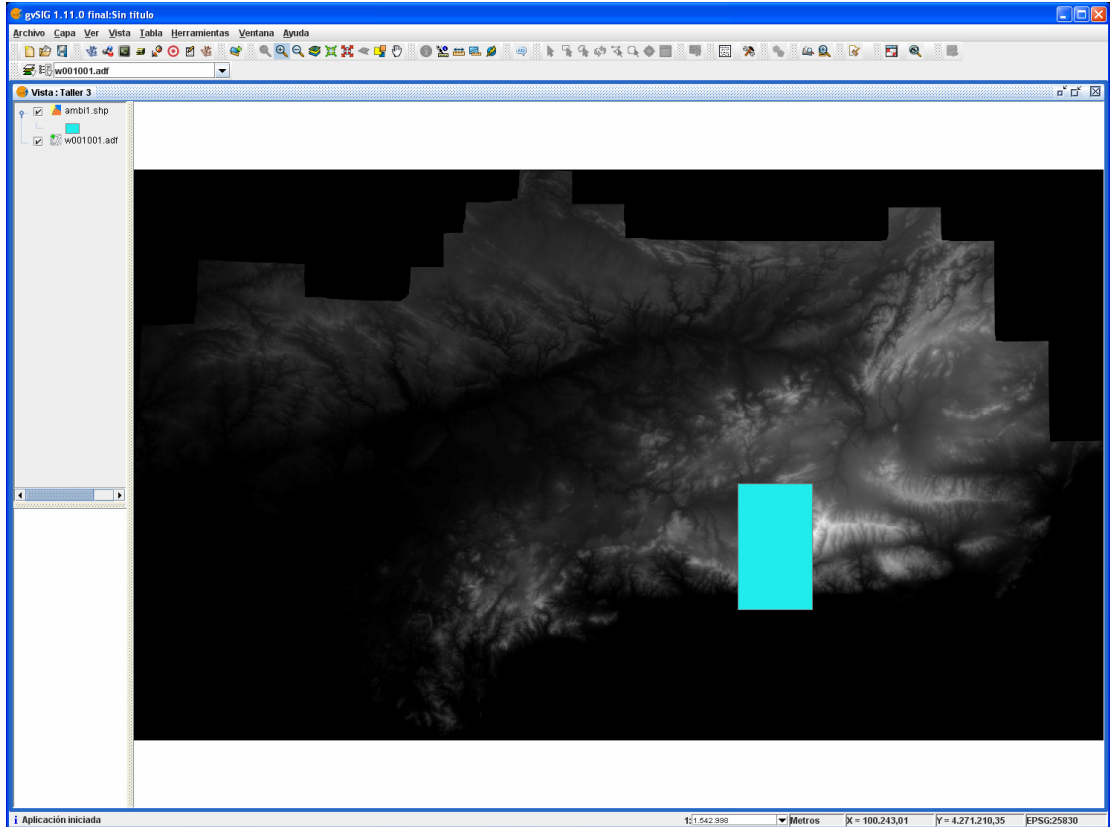




Figura 61. Modelo Digital de Elevaciones I

Utilizaremos el módulo SEXTANTE que desde la versión 10 de gvSig ya viene totalmente integrado.



Pulsando sobre el primer botón  [Sextante Toolbox] o gestor de extensiones, se desplegará el conjunto de herramientas y algoritmos para trabajar con capas raster. Si en el gestor de extensiones se hace doble clic sobre el nombre de una extensión aparece la ventana de ejecución del algoritmo correspondiente, similar en su diseño a la mostrada a continuación.

Además, en la ventana de ejecución de cada extensión encontraremos siempre el botón de *ayuda contextual*  que nos muestra la información disponible relativa a la extensión. En ella se explica con detalle el análisis desarrollado por la extensión, así como el significado de cada uno de los parámetros de entrada.

Usaremos la herramienta *Cortar grid con bbox*, señalando la capa raster (grid), la capa de recorte y dejando el directorio temporal que aparece por defecto (Figura 62).

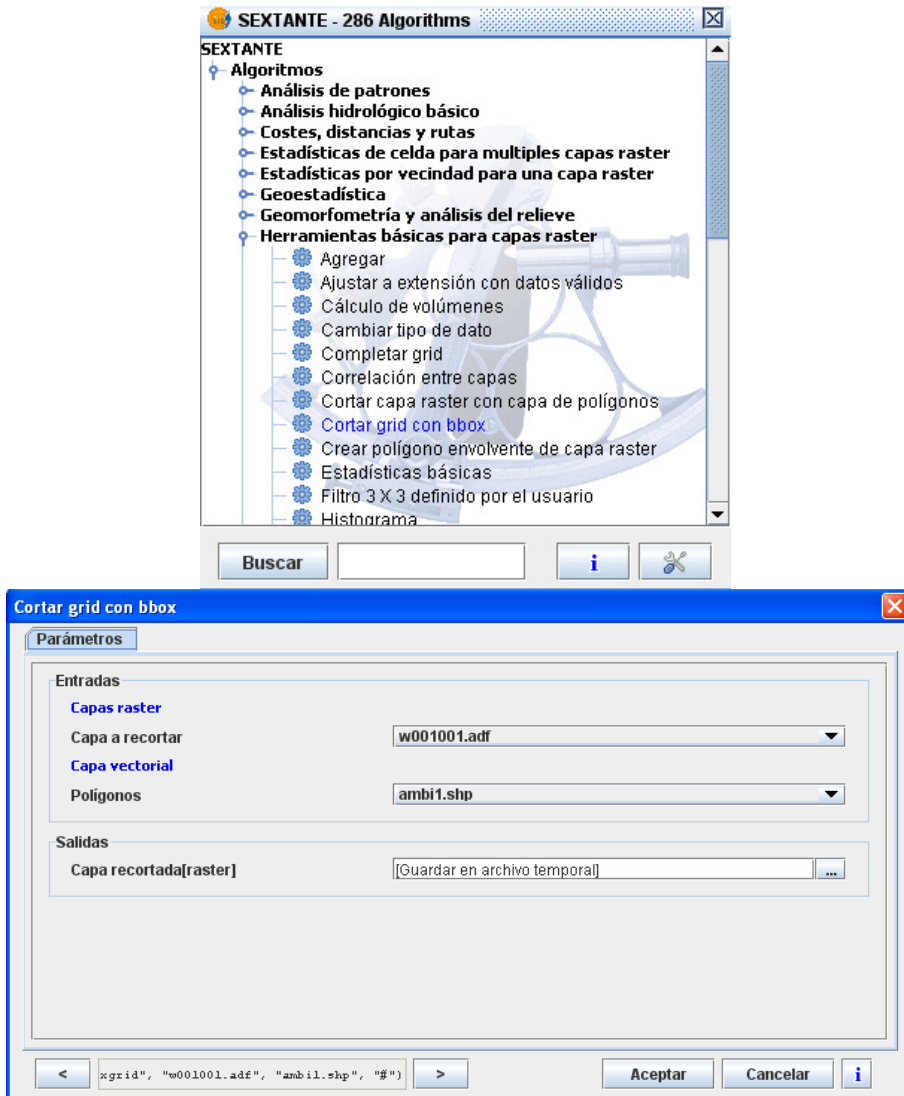


Figura 62. Cortar un Grid

Si el resultado es el correcto, podemos guardar el MDE resultante mediante la opción *Salvar como* y guardamos como Mde20i1.tif (Figura 63). Eliminamos el modelo de elevaciones original y hacemos zoom a la capa recortada. Pulsando con el botón derecho del ratón sobre esta nueva capa podemos observar sus propiedades, *Propiedades del Raster* (Figura 64).

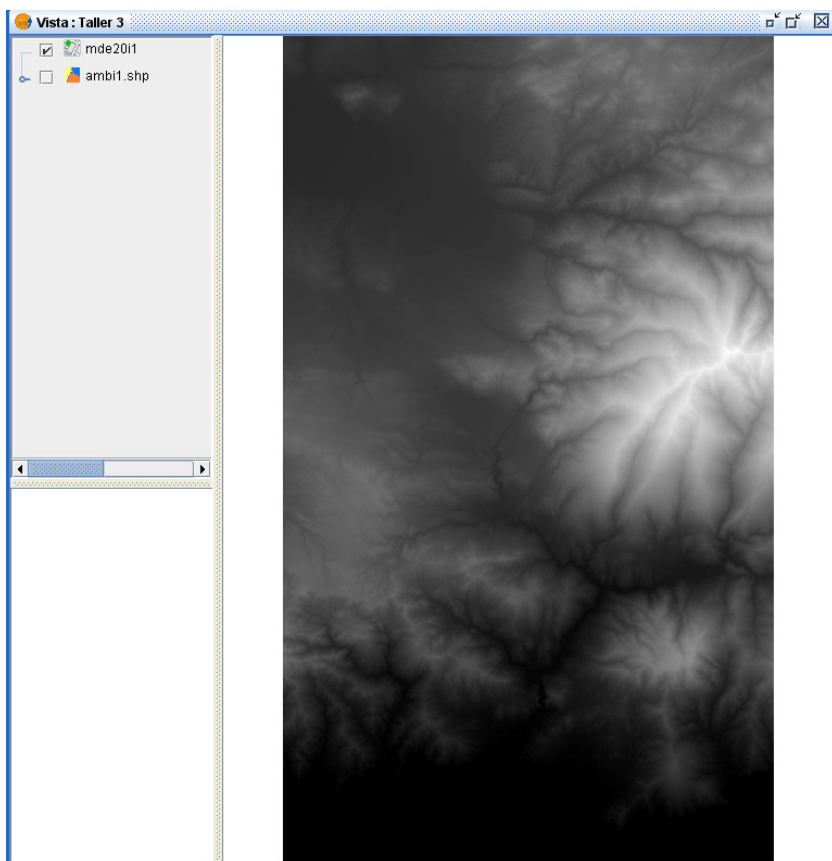


Figura 63. Modelo Digital de Elevaciones II

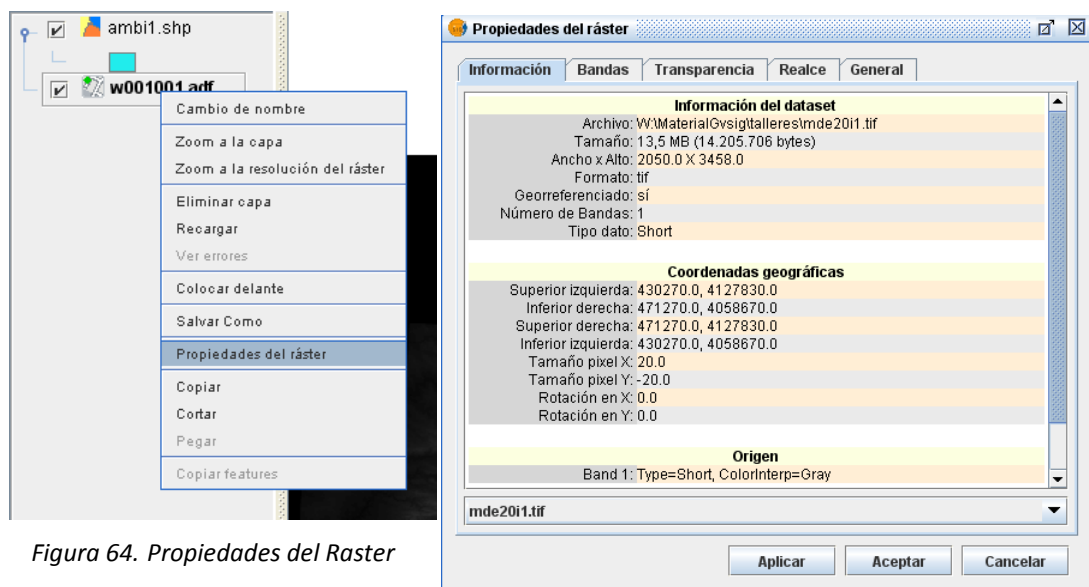


Figura 64. Propiedades del Raster

5.6.3. CREACIÓN DE MODELOS DERIVADOS

Sombreado

Desde las herramientas del SEXTANTE buscamos *Relieve Sombreado* (dentro del grupo de *Iluminación y Visibilidad*). Dejando los parámetros que aparecen por defecto (Método, declinación, azimut y exageración) tendremos un resultado como el de la Figura 65.

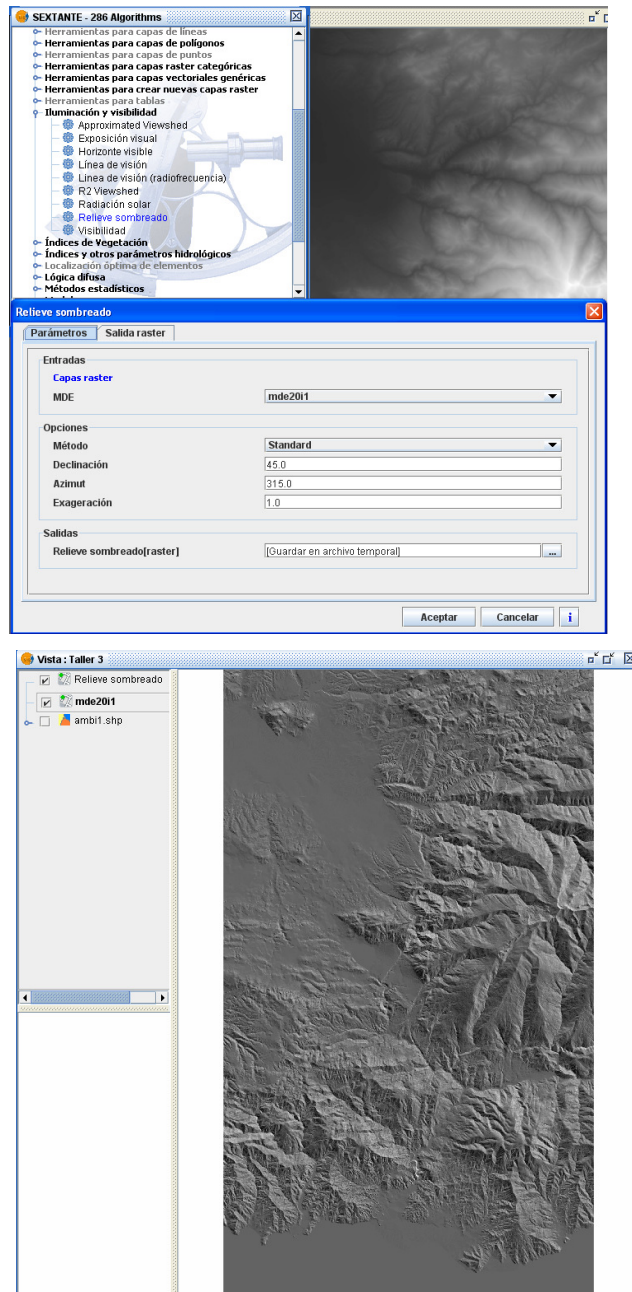


Figura 65. Sombreado de un Modelo Digital de Elevaciones

5.6.4. PENDIENTES

Para realizar un mapa clinométrico o de pendientes volvemos a activar la capa mde20i1 y elegimos la herramienta *Pendiente* incluida en el grupo de *Geomorfometría y análisis del relieve* (Figura 66).

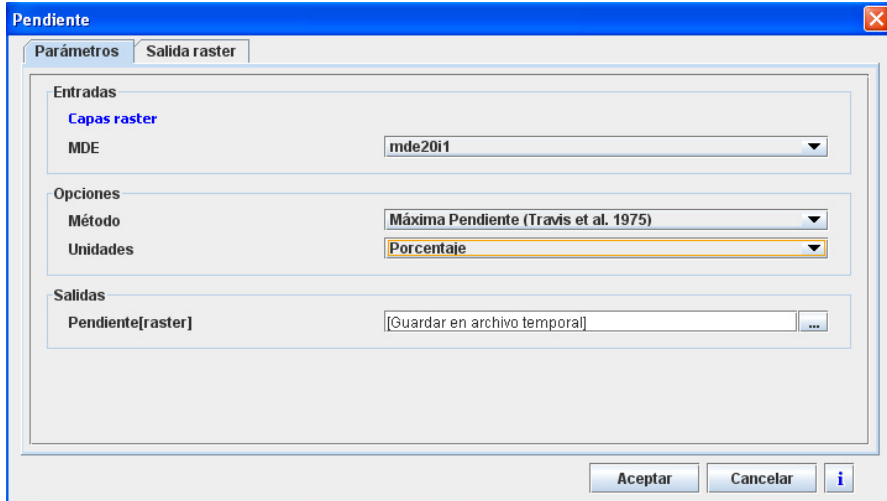


Figura 66. Pendiente

Desde la barra *Generic ToolBarPanel*, y pulsando sobre el segundo icono, seleccionamos del desplegable la Herramienta *Histograma* y observamos los valores de la capa de pendientes. Hay que asegurarse de que en la ventana ponga el nombre de la capa de la cual queremos visualizar su información (Figura 67).

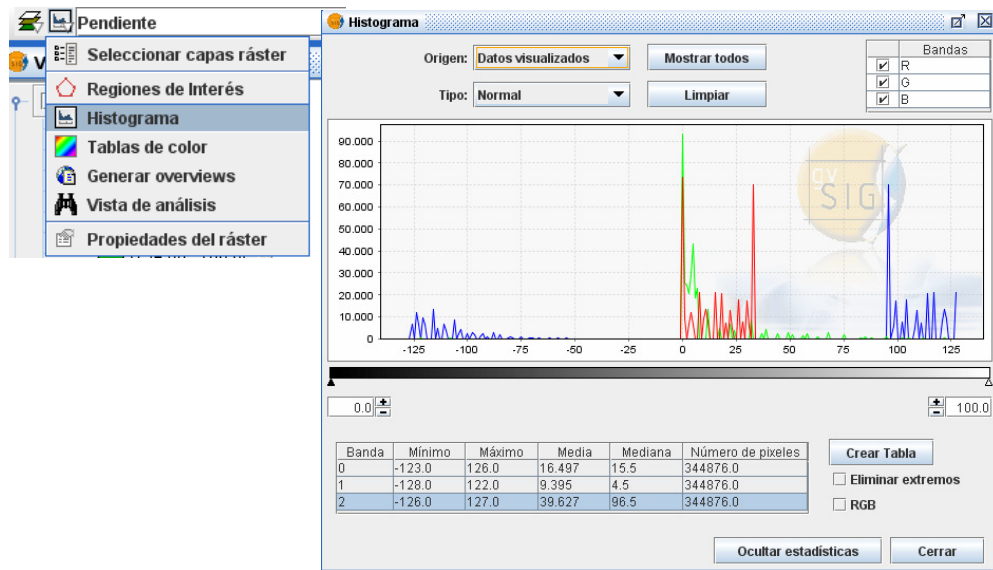


Figura 67. Histograma

Con esta información podemos ahora pulsar sobre *Tablas de color* y elegir una paleta de color (por ejemplo blue-red) y ajustamos a los valores previsualizados (Figura 68).



Figura 68. Tablas de Color

El resultado y su correspondiente leyenda quedarían como se muestra. Podemos explorar las opciones de transparencia de esta capa para darle relieve sobre la capa de sombreado (Figura 69).

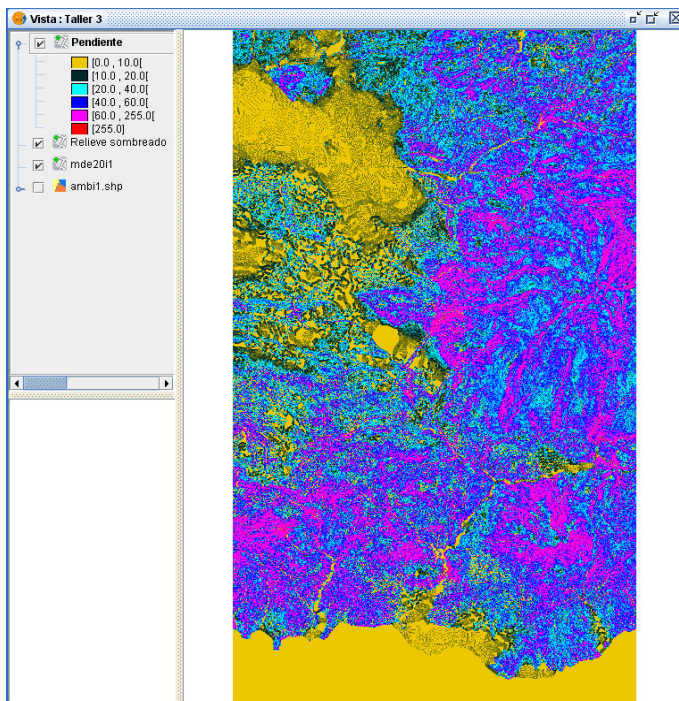


Figura 69. Mapa de Pendientes

5.6.5. PERFILES

Desde el grupo de herramientas llamado *Perfiles*, ensayamos los algoritmos *Perfiles* y *Secciones transversales*. Para poder utilizarlos es necesario tener cargada una capa lineal (nuestro corredor o alternativa digitalizada en el taller anterior) (Figura 70).

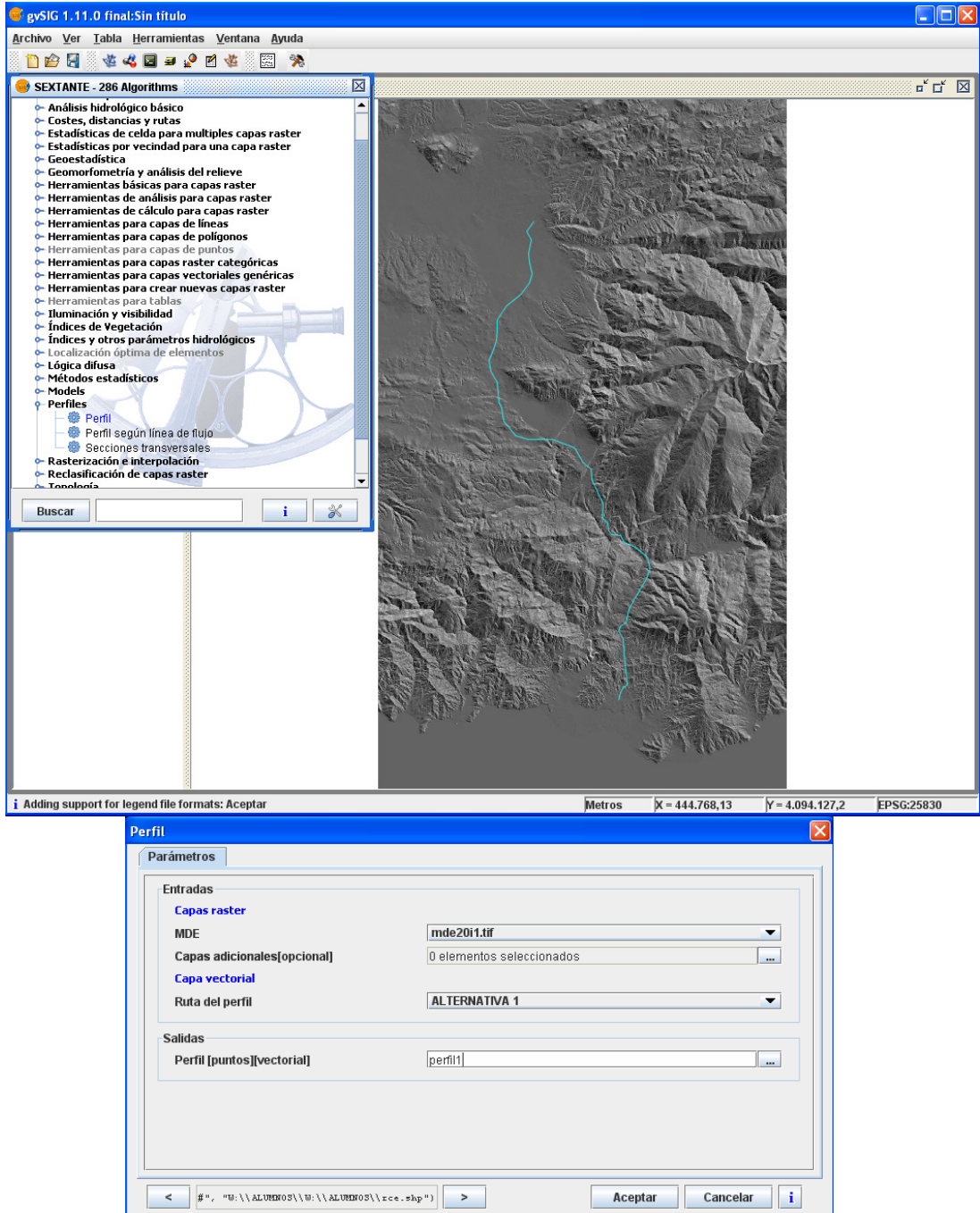


Figura 70. Elaboración de un perfil

El perfil longitudinal generado aparece de la siguiente forma (Figura 71):

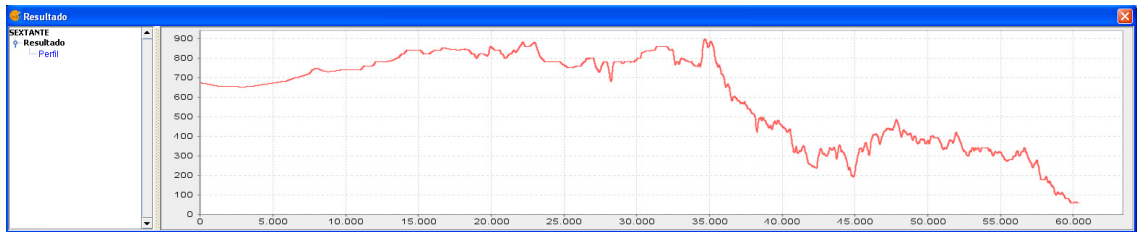


Figura 71. Perfil longitudinal

Pulsando sobre el perfil con el botón derecho es posible visualizar sus propiedades, exportarlo en formato .png, imprimir, hacer zoom o cambiar la escala de los ejes. La herramienta *Secciones transversales* realiza secciones equidistantes a lo largo de todo el corredor (Figura 72).

● Secciones transversales[Capa vectorial - Línea]: Nueva capa de líneas con las secciones correspondientes. El perfil de la sección se recoge en la tabla de atributos asociada.

Secciones transversales, líneas de color rojo (en azul, la capa vectorial de líneas definida en el parámetro ruta).

Secciones transversales				
-4.0	-2.0	0	2.0	4.0
1911.22...	1911.20...	1911.20...	1911.21...	1911.24...
1909.48...	1909.40...	1909.34...	1909.31...	1909.31...
1906.68...	1906.54...	1906.44...	1906.36...	1906.31...
1904.21...	1904.05...	1903.90...	1903.78...	1903.68...

En la tabla de atributos de la nueva capa creada contiene las secciones en sí, definidas por las elevaciones de los puntos tomados dentro de las mismas. Para cada registro (que representa a única sección), se encuentra un número de campos que depende del número de puntos seleccionado como parámetro de entrada.

Figura 72. Secciones transversales I

La sección queda definida por las cotas de sus puntos de control a cada lado del eje que quedan guardadas en la tabla de atributos (Figura 73).

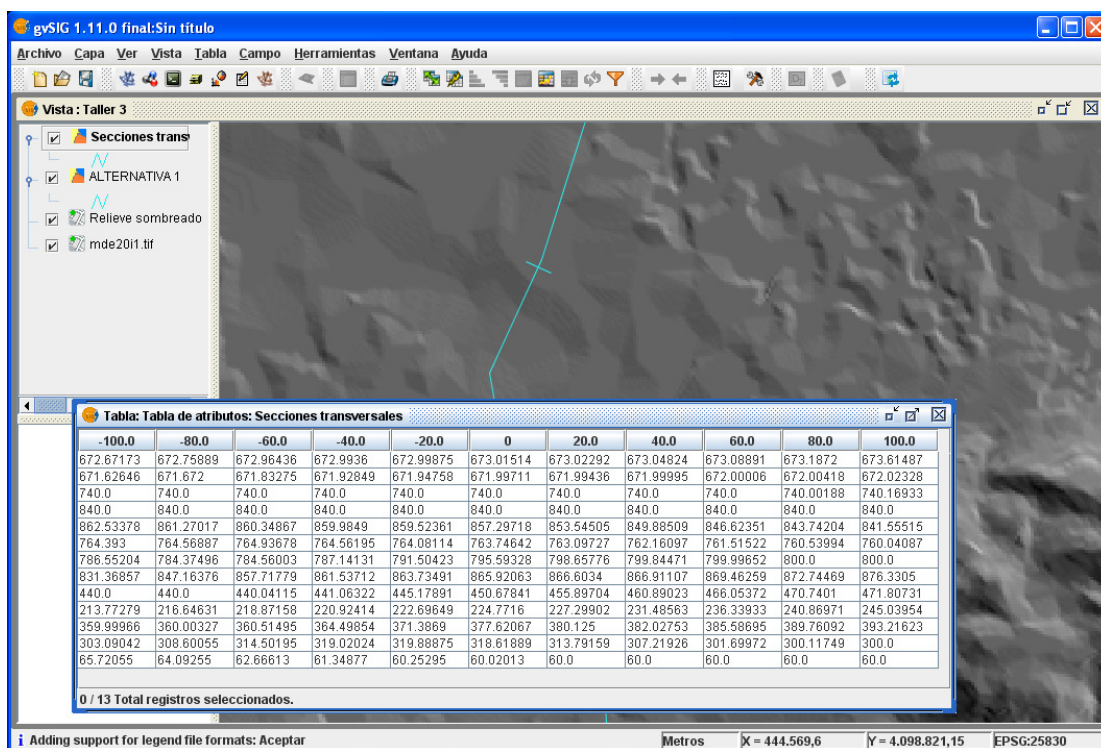


Figura 73. Secciones transversales II

5.6.6. EJERCICIO PROPUESTO

Se propone el manejo de las herramientas de visibilidad (***Iluminación y visibilidad***), así el alumno puede explorar la capacidad de gvSig para aproximarnos a los estudios de impacto visual de las infraestructuras, trazando visuales desde los núcleos urbanos o desde los nudos de las autovías (puntos de demanda visual) hacia las obras previstas a lo largo del corredor (puentes, grandes desmontes o terraplenes estaciones....).

Los ejercicios prácticos con sextante (ver material proporcionado) y la ayuda de cada herramienta nos permitirán, por ejemplo, generar cuencas visuales desde un punto dado por sus coordenadas, con la herramienta *Visibilidad*.

La exploración de las herramientas de ***Análisis hidrológico básico***, permiten la generación automática de cuencas vertientes y redes de drenaje superficial, muy interesantes para el predimensionamiento de obras de paso transversal bajo las infraestructuras lineales.

El trazado de nuestro corredor es ahora susceptible de cambios, una vez que el relieve se hace más palpable y las herramientas utilizadas permiten una mejor aproximación al territorio.

El análisis de las condiciones territoriales del ***apartado B.2*** del ejercicio práctico permite ahora la definición de diferentes alternativas de trazado y sus relaciones con el territorio, realizando algunas comparativas, previamente a la realización de un análisis multicriterio.

5.7. TALLER 4. ANÁLISIS DEL PAISAJE. RECLASIFICACIÓN Y SUPERPOSICIÓN

5.7.1. ESTE TALLER DESCRIBE COMO...

- Aproximarse a los estudios de paisaje.
- Convertir capas vectoriales a raster.
- Reclasificar una capa raster.
- Superponer varias capa raster.
- Aproximarse a la valoración de la calidad y fragilidad paisajística.

5.7.2. EL ANÁLISIS DEL PAISAJE

La planificación física desarrollada para establecer y ejecutar la alternativa de trazado idóneo de una línea ferroviaria de alta velocidad, busca situar esta actividad donde se maximice la capacidad del territorio para acogerla, y a la vez, se minimice el impacto negativo sobre el Medio Ambiente.

En el caso del Paisaje, se contemplará no solo desde el punto de vista estético, sino como valor que puede necesitar protección y que interviene en la determinación de la capacidad del territorio para el desarrollo de las actividades humanas.

Los ferrocarriles de alta velocidad exigen unos parámetros de diseño (Figura 74) que hacen obligado un trazado caracterizado por un gran movimiento de tierras y la construcción de numerosos túneles y viaductos, que pueden afectar negativamente al paisaje del territorio donde se proyectan.

Longitud aproximada	Zona Cuevas del Almanzora-Vera: 26 km Zona Nijar-Almería: 43 km
Características de la vía	Vía doble electrificada
Sección tipo	1,435 m de ancho de vía 1,10 m de hombro de balasto 4,30 m de entreje 13,60 m de ancho de plataforma
Velocidad máxima de recorrido	300 km/h (viajeros) y 80 km/h (mercancías)
Pendiente longitudinal máxima	15‰ (situación normal) y 20‰ (situación excepcional)
Radio mínimo $V_{\max} = 250$ km/h (m)	3.550 m (situación normal) y 3.100 m (situación excepcional)
Radio mínimo $V_{\max} = 200$ km/h (m)	2.150 m (situación normal) y 1.850 m (situación excepcional)

Figura 74. Ejemplo de los parámetros de diseño más importantes para el Corredor Mediterráneo de Alta Velocidad (Tramo Murcia-Almería). Fuente BOE nº237 del 30/9/2010 (ver BOE-A-2010-15001.pdf)

Para analizar las características visuales del paisaje, entendidas como su atributo principal, se estudiarán sus rasgos más significativos que nos permitirán un proceso de agregación y definición de grandes áreas homogéneas en su valor paisajístico (calidad), unidades básicas o tipos de paisaje.

A continuación se realizará una posterior desagregación en unidades menores utilizándose para ello las divisorias visuales, la accesibilidad visual, la presencia de elementos sobresalientes o cualquier otro criterio justificado.

La metodología a utilizar en este taller, basada en Ramos et al. (1979) y García-Montero y Casermeiro (1992), y consta de las siguientes etapas:

- Definición de las unidades de paisaje en función de los factores del medio y de las cuencas visuales.
- Valoración de las unidades de paisaje en base a su calidad, fragilidad e impacto que experimentarían por el paso de la línea ferroviaria.
- Definición del corredor óptimo de trazado desde el punto de vista paisajístico.

5.7.3. DEFINICIÓN DE LAS UNIDADES DE PAISAJE

La metodología basada en reclasificaciones y superposiciones es desarrollada sobre capas en formato raster, debido a su simplicidad y rapidez, por lo que será necesaria la conversión de ciertas capas vectoriales a este otro modelo de información.

Con objeto de definir las unidades de paisaje se recomienda explorar las siguientes capas de información:

- Altimetría: Mapa hipsométrico generado a partir del MDE recortado en el Taller 3.
- Pendientes: Mapa clinométrico generado a partir del Mde recortado en el Taller 3 y justificadamente reclasificado.
- Geología y litología: Las contenidas en G02_MedioFisico.
- Cuencas de drenaje: Las generadas en el taller 3 o las contenidas en G03_Hidrografía (Hd03_cuenca.shp).
- Hidrografía y Superficies de agua: Las contenidas en G03_Hidrografía (Hd01_rio.shp y Hd02_lamina).
- Espacios naturales protegidos, LICs y Zepas: Las capas contenidas en G13_Patrimonio.
- Usos del suelo y Vegetación: Las contenidas en G05_Usos_del_suelo (us01_usos.shp).
- Visibilidad: Capas generadas para el taller 3 como accesibilidad visual desde los núcleos de población (es interesante su ponderación en función de la población) y áreas de potencial visibilidad (miradores, red viaria...).

Para el desarrollo simplificado del taller utilizaremos las capas siguientes:

- Paisaje: Utilizaremos la capa vectorial `pt09_un_paisaje.shp` convenientemente recortada a los límites de nuestro ámbito (*Vista/Gestor de geoprocesos/Análisis/Solape/Recortar*)
- Adicionalmente es aconsejable el análisis de los recursos paisajísticos (puntuales, lineales o superficiales) entendidos como elementos singulares que puedan tener un importante valor cultural, ambiental o visual.
- Pendientes: Generadas el el taller 3 a partir del MDE 20m.
- Exposición visual: Realizado a partir de la definición de unos Puntos de Observación (clasificados en varias categorías según el número de observadores potenciales)

5.7.4. CONVERTIR UNA CAPA VECTORIAL A FORMATO RASTER

Para convertir la capa vectorial `pt09_un_paisaje.shp` a formato raster debemos previamente visualizar su tabla de atributos para elegir el campo (QUE DEBE SER DE TIPO NUMERICO) que reflejará la futura capa raster. Observamos que ninguno de los campo nos es útil (Figura 75).

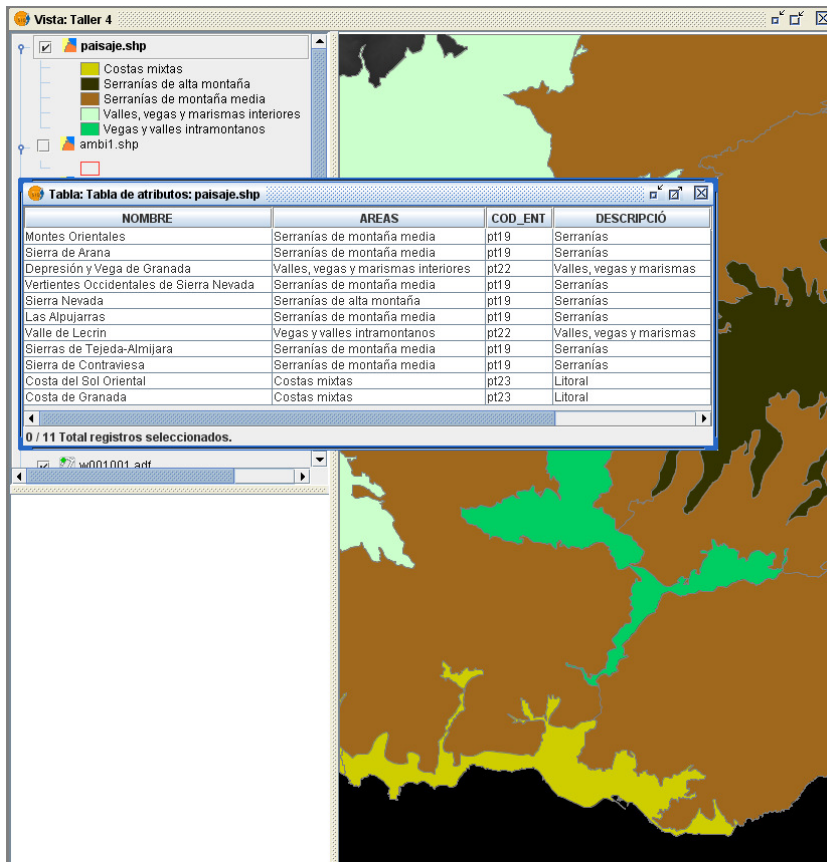


Figura 75. Visualización de la capa de atributos

Editamos la capa (*botón derecho/empezar la edición*), abrimos la tabla de atributos y desde el desplegable *Tabla/modificar estructura de tabla* editamos un campo nuevo de tipo numérico entero (lo llamaremos *conver*) al que añadimos valores de 1 a 5 según el valor del campo *Areas* (Figura 76).

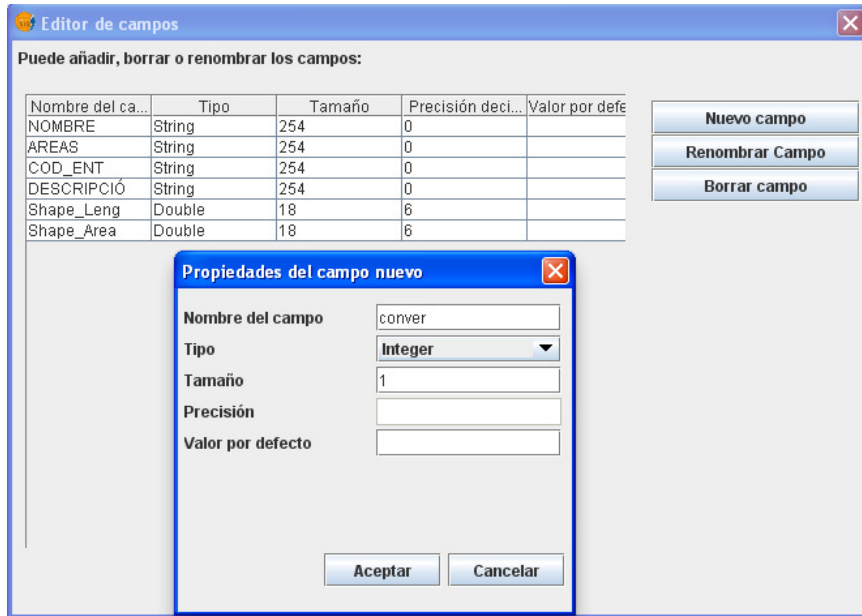


Figura 76. Editor de campos

Esta operación se puede hacer de forma manual, tecleando uno a uno los dígitos en cada registro, o seleccionando un grupo de registros mediante el filtro y utilizando la calculadora de expresiones (Figuras 77 y 78).

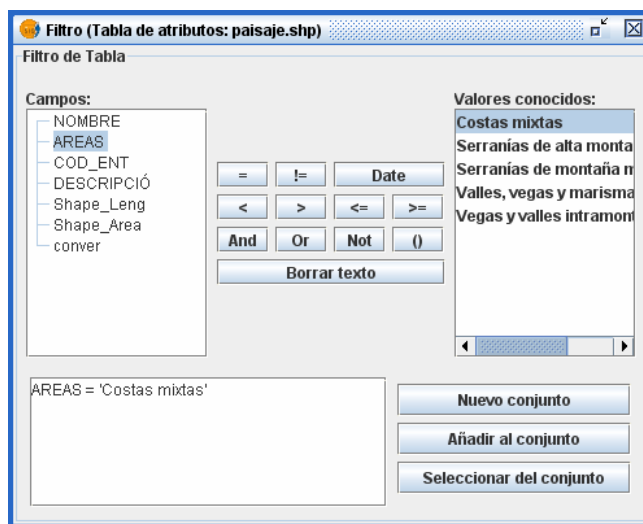


Figura 77. Filtro

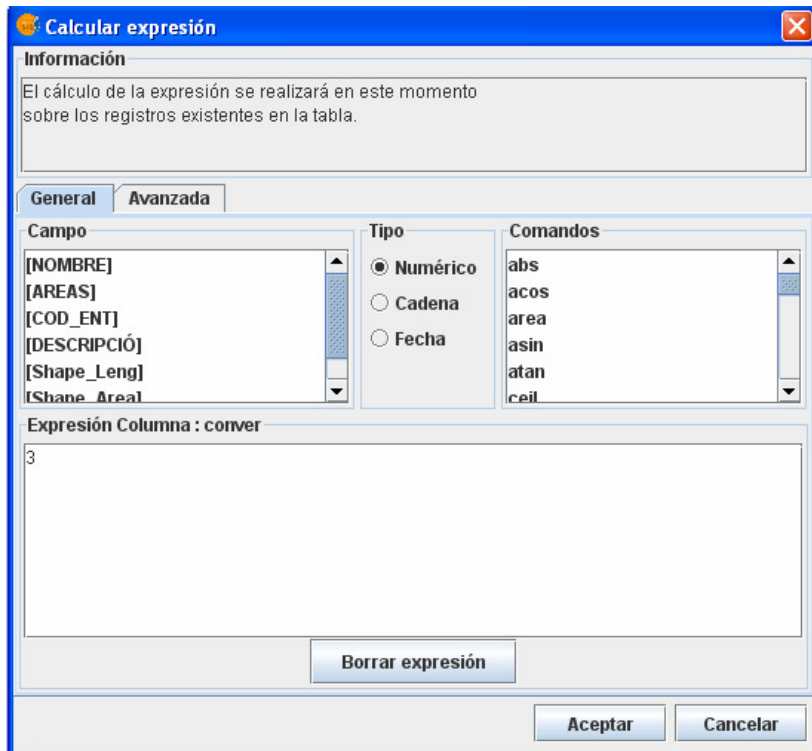


Figura 78. Calcular una expresión

Una vez editada la tabla, cerramos la edición (botón derecho sobre la capa y terminar la edición). Este campo nuevo (conver) de tipo numérico será el que tomaremos para su conversión a formato raster (Figura 79).

NOMBRE	AREAS	COD_ENT	DESCRIPC...	Shape_Le...	Shape_Ar...	conver
Sierra Nev...	Serranías de alta montaña	pt19	Serranías	375718.20...	3.7546519...	1
Sierra de C...	Serranías de montaña media	pt19	Serranías	231913.73...	8.4437630...	2
Sierras de ...	Serranías de montaña media	pt19	Serranías	382496.04...	9.5574882...	2
Las Alpujar...	Serranías de montaña media	pt19	Serranías	379621.88...	7.2728707...	2
Vertientes ...	Serranías de montaña media	pt19	Serranías	224824.58...	3.8387603...	2
Sierra de A...	Serranías de montaña media	pt19	Serranías	229357.35...	5.8763280...	2
Montes Ori...	Serranías de montaña media	pt19	Serranías	376770.86...	9.2322651...	2
Costa de G...	Costas mixtas	pt23	Litoral	180990.49...	9.3792669...	3
Costa del ...	Costas mixtas	pt23	Litoral	297944.89...	1.4927379...	3
Depresión ...	Valles, vegas y marismas interiores	pt22	Valles, veg...	465183.81...	1.4886884...	4
Valle de Le...	Vegas y valles intramontanos	pt22	Valles, veg...	163376.56...	1.2854325...	5

0 / 11 Total registros seleccionados.

Figura 79. Tabla de atributos

Ahora procedemos a realizar la conversión: Desde la barra del SEXTANTE elegimos la herramienta *Rasterización e Interpolación/Rasterizar capa vectorial*.

El resultado se podría visualizar de la siguiente manera (Figura 80):

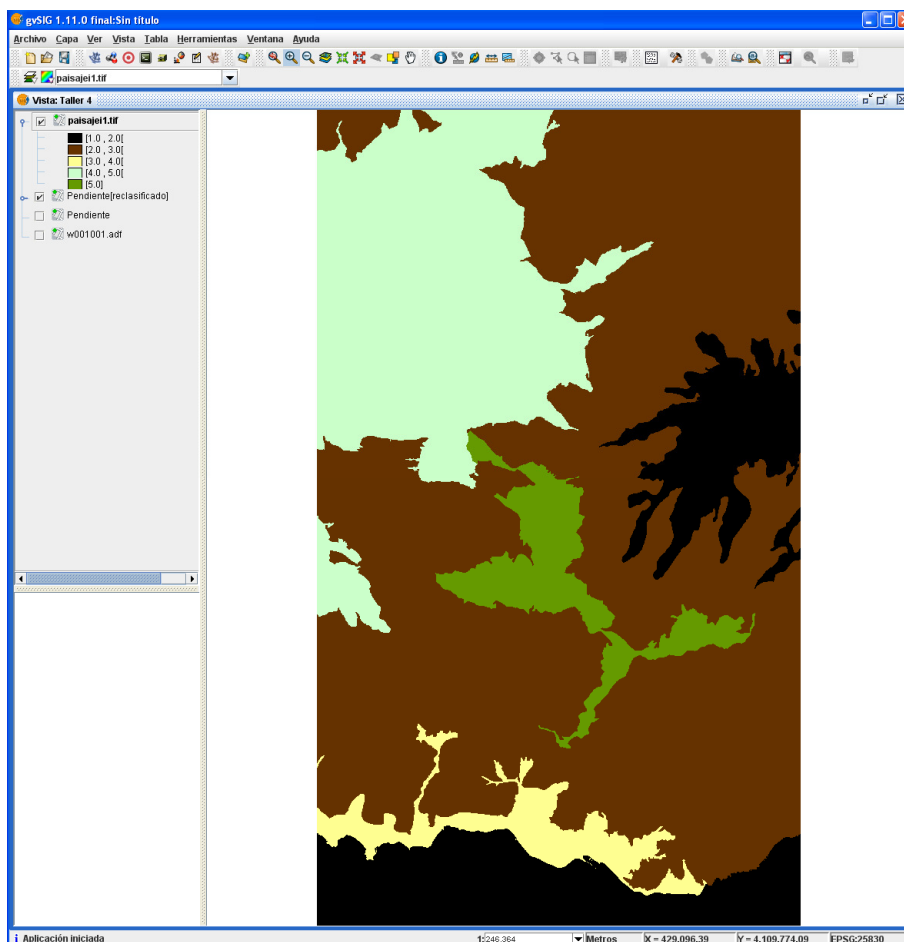


Figura 80. Conversión de una capa vectorial en formato raster

5.7.5. RECLASIFICAR UNA CAPA RASTER

Para reclasificar (convertir los valores de un raster en otros predefinidos) los valores de la capa de pendientes (en porcentaje) utilizaremos la herramienta del SEXTANTE: *Reclasificación de capas raster/Reclasificación*. (Figuras 81 y 82).

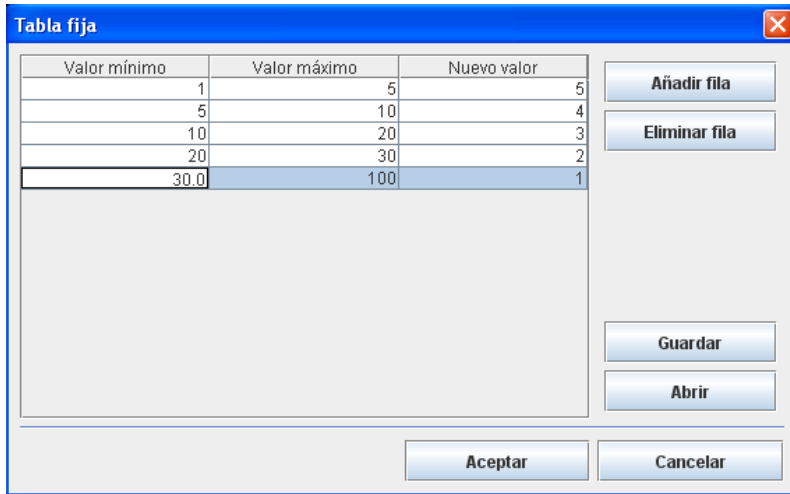


Figura 81. Tabla fija

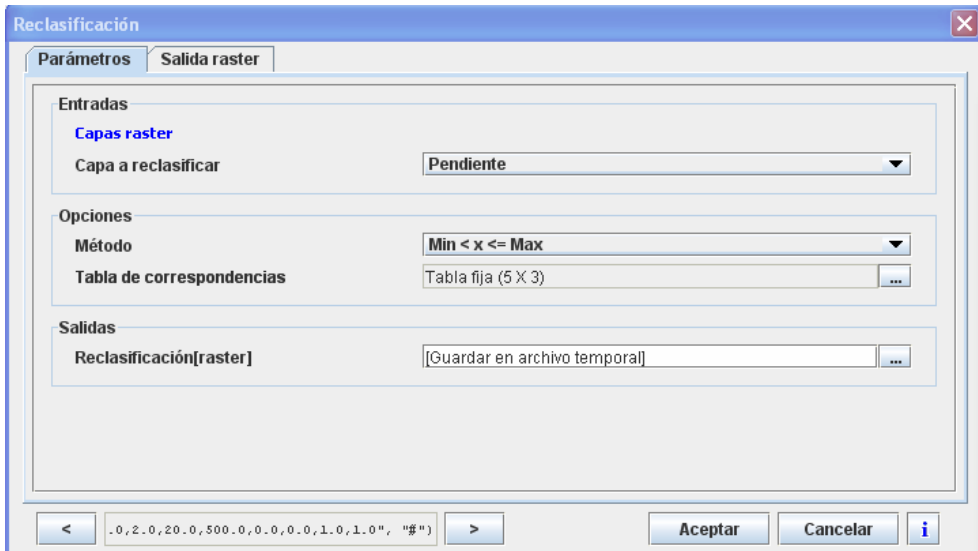


Figura 82. Reclasificación

El intervalo de pendiente más bajo (de 0 a 5%) lo convertiremos a un valor 5 y el mayor (de 30 a 100%) a valor 1. El resultado se podría visualizar de la siguiente manera (Figura 83):

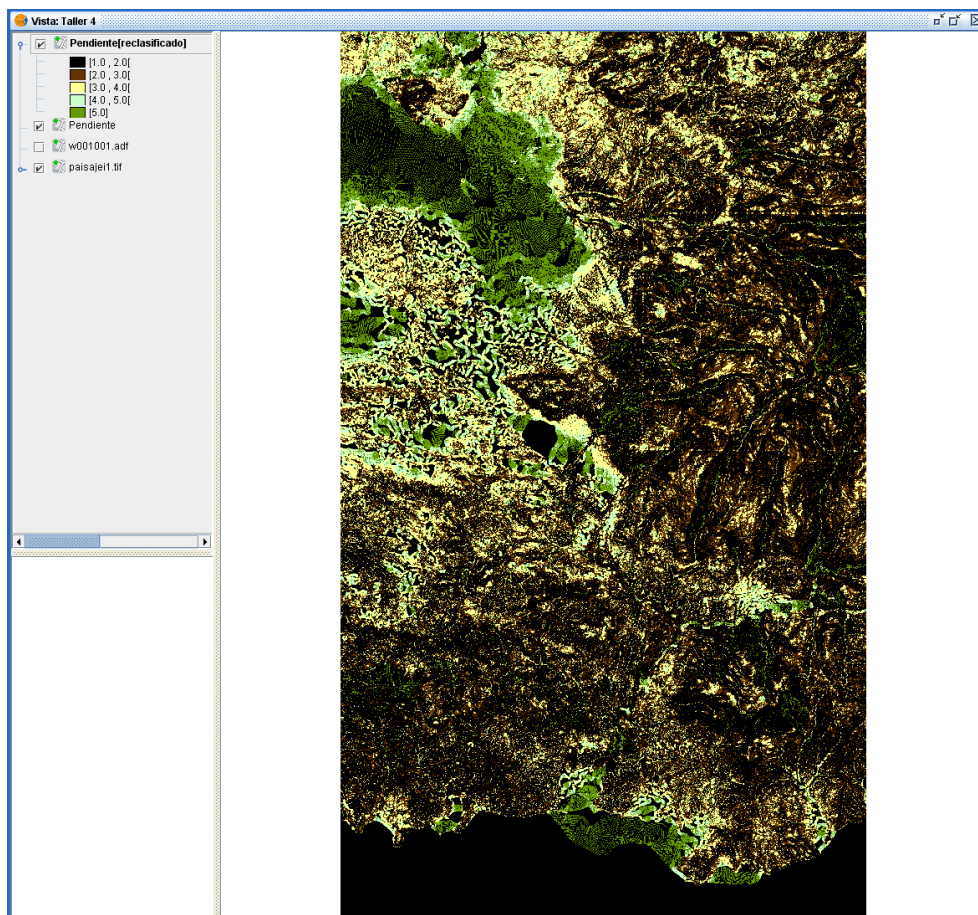


Figura 83. Reclasificación de una capa raster

5.7.6. REALIZAR UN ANÁLISIS DE EXPOSICIÓN VISUAL

Para la realización de un análisis de exposición visual debemos partir del MDE recortado y de una capa raster de puntos de observación.

Seleccionamos de la capa de núcleos (puntos) aquellos que son Cabecera municipal (campo Tipo) como los puntos de observación.

Los llevamos a una nueva capa (observ.shp) mediante el desplegable Capa/exportar a.. /SHP. Editamos su tabla de atributos añadiendo un campo numérico llamado *altura* de valor 3. Convertimos esta capa de puntos a formato raster utilizando el nuevo campo añadido (Figura 84).

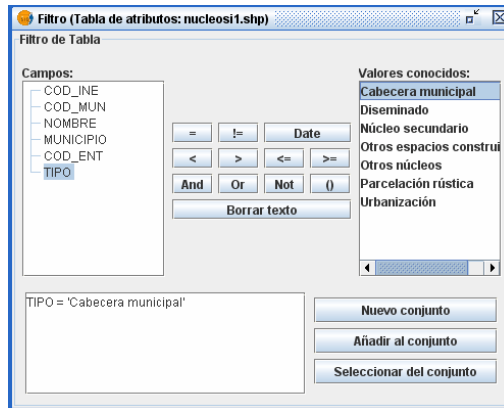


Figura 84. Filtro II

Desde la barra SEXTANTE utilizamos, del grupo *Iluminación y visibilidad*, la herramienta *Exposición visual*. Los parámetros a utilizar y los ajustes de salida son los que se reflejan en la Figura 85 (ver ayuda de la herramienta):

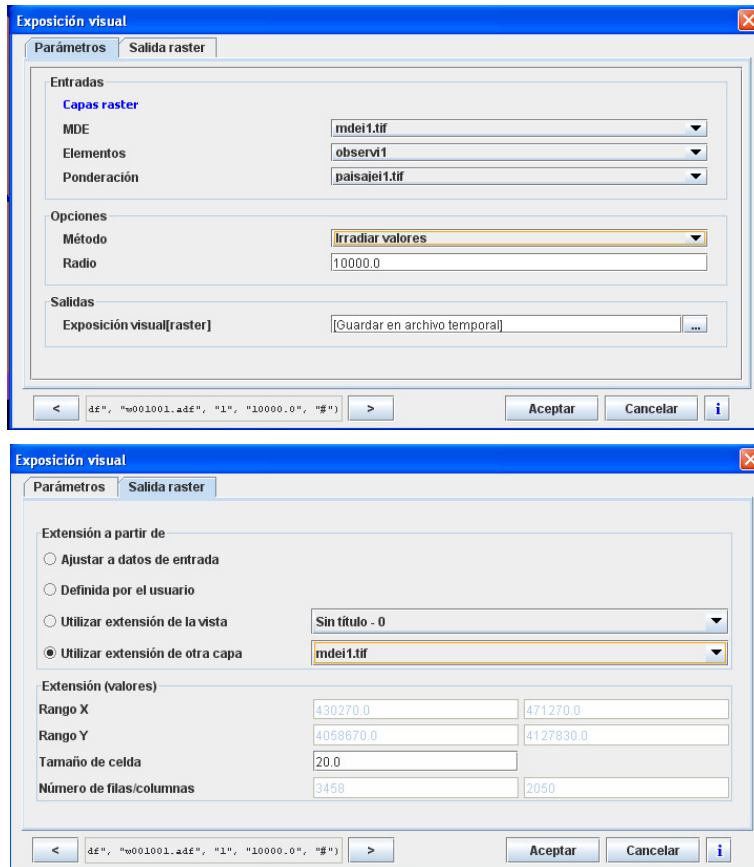


Figura 85. Exposición visual

El resultado para la exposición visual ya reclasificada adecuadamente (5 no visible – 1 muy visible) se refleja en la Figura 86.

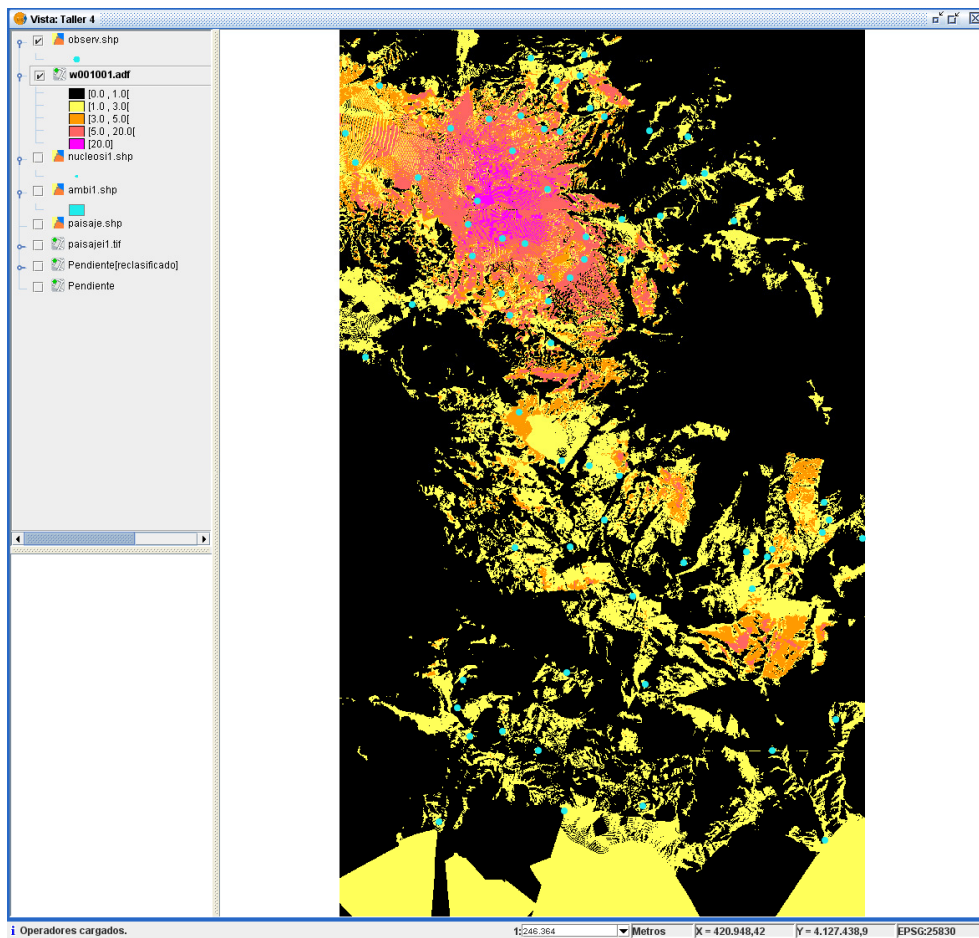


Figura 86. análisis de la exposición visual

5.7.7. SUPERPOSICIÓN DE CAPAS RASTER

La superposición de las tres capas de información una vez reclasificadas y homogeneizadas (paisaje, pendientes y exposición visual) se podría realizar en esta primera aproximación mediante una simple suma aritmética. Para ello seleccionamos en SEXTANTE el grupo herramientas de cálculo para capas raster y utilizaremos la herramienta Calculadora de mapas (Figura 87).

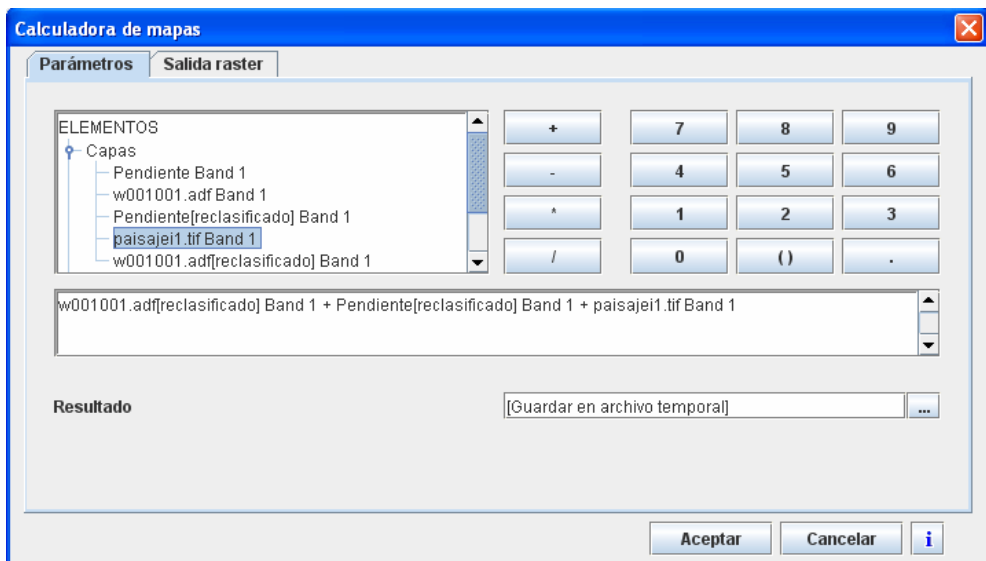
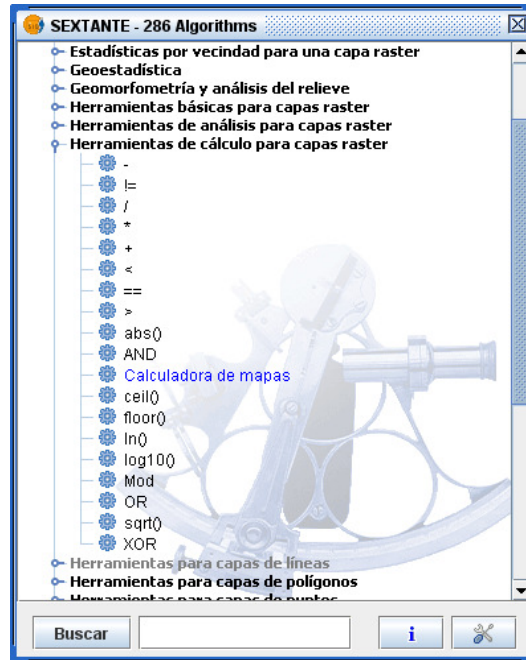


Figura 87. Calculadora de mapas

Con la aplicación de estos criterios se obtienen unos pasillos territoriales o corredores óptimos (valores más bajos) que puede integrarse con el resto del proceso planificador permitiendo un mejor diseño de las posibles alternativas de trazado. Este resultado se integrará en el siguiente taller como un factor más en el análisis multicriterio (Figura 88).

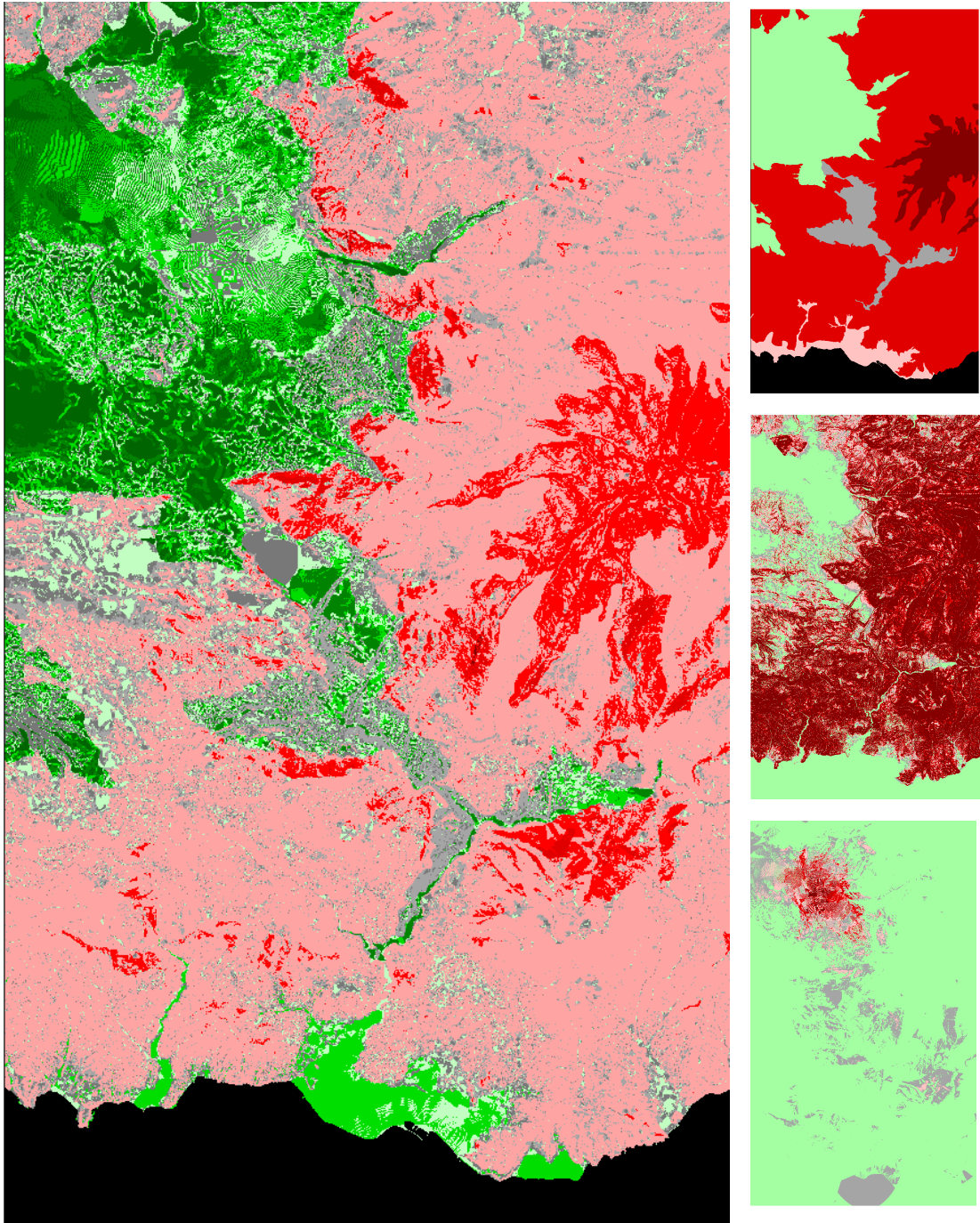


Figura 88. Superposición de capas (Izquierda). Paisaje, pendientes y exposición visual (derecha). Los tonos verdes indican un impacto visual menor

5.7.8. VALORACIÓN DE LAS UNIDADES DE PAISAJE

Se valora el paisaje mediante procedimientos basados en métodos indirectos estableciendo una clasificación de valores relativos (la calidad, fragilidad o impacto será, en una unidad, mayor o menor que en otra), sin entrar en consideraciones absolutas de cuantificación de los mismos.

Los conceptos de calidad y fragilidad que se utilizan, son los establecidos en las siguientes definiciones (M.O.P.T., 1984):

- Calidad: Grado de excelencia, mérito para que su esencia y estructura actual se conserve.
- Fragilidad: Grado de susceptibilidad al deterioro ante la incidencia de ciertas actuaciones.
- Impacto o afección: Pérdida o ganancia de valor del medio o de alguno de sus elementos, a causa de una influencia externa.

La valoración de la calidad y fragilidad de cada unidad de paisaje y la estimación del impacto que podría generar el trazado de la línea ferroviaria se propone realizarla de la siguiente forma:

- Estimación de la calidad visual
- Estimación de la fragilidad visual intrínseca (grado de alteración previsible)
- Estimación de la accesibilidad a la observación.
- Evaluación de la fragilidad adquirida
- Integración de calidad y fragilidad adquirida en una valoración global.

5.7.9. ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD VISUAL

Para valorar la calidad visual se propone considerar los criterios de evaluación aplicados por el Bureau of Land Management (B.L.M.) y adaptarlos en función del paisaje existente en el área de estudio. Cada unidad paisajística se valorará en función de la combinación de atributos como paisaje de agua, rareza o actuaciones humanas. La existencia de una fisiografía variada y contrastada o la presencia de elementos de relieve abrupto, entre otros, son frecuentemente criterios de aumento de la calidad paisajística.

5.7.10. ESTIMACIÓN DE LA FRAGILIDAD VISUAL INTRÍNSECA

Para calcular la fragilidad visual intrínseca se propone utilizar una adaptación de la fórmula modificada de Yeoman de proyecto TRAMA. La fórmula considerada en esta metodología es la siguiente. A mayor fragilidad o vulnerabilidad visual corresponde menor capacidad de absorción visual y viceversa (Figura 89).

$$CAV = S \times (E + R + D + FA + VI)$$

CAV: Capacidad de absorción visual
 S: Pendiente
 E: Erosividad
 R: Capacidad de regeneración de la vegetación
 D: Diversidad
 FA: Factor Antropización
 VI: Contraste suelo-vegetación-infraestructura

Figura 89. Estimación de la fragilidad visual intrínseca

5.7.11. ESTIMACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD A LA OBSERVACIÓN

Para establecer la accesibilidad a la observación se utiliza el MDE de la zona de estudio, sobre el que se podrá realizar un análisis de exposición visual desde potenciales observadores (núcleos de población, carreteras, etc.). Con los resultados obtenidos, es posible establecer una serie de clases de accesibilidad a la observación-visibilidad, clasificación que será específica para la zona en la que se desarrolla el estudio.

5.7.12. ESTIMACIÓN DE LA FRAGILIDAD ADQUIRIDA

Finalmente, a partir de la fragilidad visual intrínseca y la accesibilidad potencial a la observación se obtiene una matriz de valoración de la fragilidad visual adquirida.

5.7.13. INTEGRACIÓN Y VALORACIÓN GLOBAL

Las posibles combinaciones calidad-fragilidad visual adquirida pueden agruparse e interpretarse de distintas formas según las características particulares del territorio y de la fase del estudio en que nos encontremos. Una de las posibles clasificaciones procede de la adaptación de la clasificación realizada por Ramos et al. (1980) (Figura 90).



Figura 90. Ejemplo de integración Calidad – Fragilidad visual

5.7.14. EJERCICIO PROPUESTO. CAPACIDAD DE ACOGIDA. DEFINICIÓN DEL CORREDOR ÓPTIMO

Emulando a Mc Harg (McHarg, 2000) se propone seleccionar una serie de planos temáticos que representarán un amplio conjunto de variables que caracterizan el territorio. Una vez valoradas cada una de estas variables se realizarán unos planos de síntesis para cada uno de los siguientes medios:

- **El Medio inerte:** Pendientes, hipsometría, unidades geotécnicas, hidrología superficial...
- **El Medio biótico o ambiental:** Espacios naturales, fauna, vegetación...
- **El Medio perceptual:** Paisaje
- **El Medio socioeconómico:** Planeamiento urbanístico, patrimonio histórico-cultural, usos del suelo...

La ponderación final de estos planos de síntesis permite obtener un plano de Síntesis Global que asocia a cada punto del territorio su capacidad de acogida en relación con la infraestructura.

Un sencillo sistema de valoración de cada capa de información podría ser el siguiente:

- Una valoración ponderada de cada capa en sentido creciente de 0 a 100 en función de la aptitud ante la construcción del trazado ferroviario. Así unos terrenos con pastizal estarán más valorados (más aptos) que uno cultivado, o una pendiente baja tendrá más valoración (mas aptitud) que una alta.
- Un coeficiente de valoración interna que matiza la importancia (siempre en sentido inverso) que tiene una materia sobre las demás dentro del mismo medio. Por ejemplo el medio biótico estará compuesto por espacios naturales (20%), fauna (45%) y vegetación (35%). Siempre mas apto = mas puntuación, mayor protección = menos puntuación.
- Un coeficiente de ponderación de cada medio que tiene en cuenta la fragilidad global que puede presentar frente a un ferrocarril.

A partir de estas ponderaciones, el valor final de cada píxel del territorio quedaría determinado por la superposición de los tres tipos de valoración.

Se recomienda para el ejercicio práctico propuesto la exploración de la carpeta PAISAJE que contiene las coberturas de ArcInfo en formato raster del Mapa de Paisajes de Andalucía. (J. M. Moreira, M. Rodríguez, F. Zoido, C. Moniz, C. Venegas y J. Rodríguez. Atlas de Andalucía. Tomo II. 2005. Consejerías de Medio Ambiente y Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía).

Los documentos en pdf contienen información muy valiosa para la correcta comprensión de los códigos utilizados. También se proporciona al alumno para facilitar su manejo la capa de unidades fisionómicas en formato .shp recortada para cada ámbito (en el repositorio habitual, www.urbanismogranada.com) con las 34 categorías reflejadas mediante códigos (ver *CODIGOS_PAISAJES_4.pdf* y *Memoriapaisajes.pdf*).

Esta capa, más detallada que la utilizada en el taller, se propone como base del estudio paisajístico junto a las pendientes y la exposición visual y en el apartado de Medio perceptual en el estudio de la capacidad de acogida.

5.8. TALLER 5. ANÁLISIS MULTICRITERIO. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

5.8.1. OBJETIVO GENERAL

Aproximarse a los aspectos fundamentales de la Evaluación multicriterio (EMC), en concreto al proceso Analítico-Jerárquico (AHP), diseñando alternativas de trazado de un corredor ferroviario, y evaluándolas, identificando para ello los factores y criterios más relevantes y eligiendo finalmente la más idónea de acuerdo a los objetivos perseguidos.

5.8.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Iniciarse en el conocimiento de los métodos de evaluación multicriterio desde una perspectiva territorial.
- Identificar alternativas de intervención territorial, como es un corredor ferroviario, considerando factores físicos, ambientales y socioeconómicos.
- Generar y evaluar criterios relacionados con las alternativas identificadas.
- Ponderar el peso de diversos factores y/o criterios relevantes para evaluar la idoneidad de las alternativas.

5.8.3. INTRODUCCIÓN AL PROCESO DE TOMA DE DECISIÓN

“La toma de decisiones es un proceso de selección entre cursos alternativos de acción, basado en un conjunto de criterios, para alcanzar uno o más objetivos” (Simon, 1960).

Un proceso de toma de decisión comprende de manera general los siguientes pasos:

- Análisis de la situación,
- Identificación y formulación del problema;
- Identificación de aspectos relevantes que permitan evaluar las posibles soluciones.
- Identificación de las posibles soluciones;
- Aplicación de un modelo de decisión para obtener un resultado global; y
- Realización de análisis de sensibilidad.

La opinión de una única persona en la toma de decisión puede tornarse insuficiente cuando se analizan problemas complejos, sobre todo aquellos cuya solución puede afectar a muchas otras personas. Debido a esto se debe tender a generar discusión e intercambio entre los actores, que por su experiencia y conocimiento pueden ayudar a estructurar el problema y a evaluar las posibles soluciones.

Para abordar una situación de un problema de toma de decisión en la que se presentan diversos objetivos o criterios que simultáneamente deben incorporarse, ha surgido la Metodología Multicriterio como Sistema de Ayuda a la Decisión del ser humano.

5.8.4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN Y DECISIÓN MULTICRITERIO

“Los métodos de evaluación y decisión multicriterio comprenden la selección entre un conjunto de alternativas factibles, la optimización con varias funciones objetivo simultáneas y un agente decisor y procedimientos de evaluación racionales y consistentes”. Son especialmente utilizadas para tomar decisiones frente a problemas que cobijan aspectos intangibles a evaluar. Sus principios se derivan de la Teoría de Matrices, Teoría de Grafos, Teoría de las Organizaciones, Teoría de la Medida, Teoría de las Decisiones Colectivas, Investigación de Operaciones y de Economía.

Los métodos de evaluación y decisión multicriterio no consideran la posibilidad de encontrar una solución óptima, sino valorar ordenadamente las alternativas. En función de las preferencias del agente decisor y de objetivos pre-definidos (usualmente conflictivos), el problema central de los métodos multicriterio consiste en:

- Seleccionar la(s) mejor(es) alternativas;
- Aceptar alternativas que parecen “buenas” y rechazar aquellas que parecen “malas”;
- Generar una “ordenación” (ranking) de las alternativas consideradas (de la “mejor a la “peor”)

Para ello han surgido diversos enfoques, métodos y soluciones:

Un criterio clasificador en la Decisión Multicriterio corresponde al número, que puede ser finito o infinito, de las alternativas a tener en cuenta en la decisión. Dependiendo de esta situación existen diferentes métodos. Cuando las funciones objetivo, toman un número infinito de valores distintos, que conducen a un número infinito de alternativas posibles del problema se llama **Decisión Multiobjetivo**.

Aquellos problemas en los que las alternativas de decisión son finitas se denominan problemas de **Decisión Multicriterio Discreta**. Estos problemas son los más comunes en la realidad y son los que se consideran en este taller. “Los métodos de Decisión Multicriterio Discreta se utilizan para realizar una evaluación y decisión respecto de problemas que, por naturaleza o diseño, admiten un número finito de alternativas de solución, a través de:

- Un conjunto de alternativas estable, generalmente finito (soluciones factibles que cumplen con las restricciones- posibles o previsibles); se asumen que cada una de ellas es perfectamente identificada, aunque no son necesariamente conocidas en forma exacta y completa todas sus consecuencias cuantitativas y cualitativas;
- Una familia de criterios de evaluación (atributos, objetivos) que permiten evaluar cada una de las alternativas (analizar sus consecuencias), conforme a los pesos (o ponderaciones) asignados por el agente decisor y que reflejan la importancia (preferencia) relativa de cada criterio;

- Una matriz de decisión o de impactos que resumen la evaluación de cada alternativa conforme a cada criterio; una valoración (precisa o subjetiva) de cada una de las soluciones a la luz de cada uno de los criterios; la escala de medida de las evaluaciones puede ser cuantitativa o cualitativa, y las medidas pueden expresarse en escalas cardinal (razón o intervalo), ordinal, nominal, y probabilística;
- Una metodología o modelo de agregación de preferencias en una síntesis global; ordenación, clasificación, partición o jerarquización de dichos juicios para determinar la solución que globalmente recibe las mejores evaluaciones;
- Un proceso de toma de decisiones (contexto de análisis) en el cual se lleva a cabo una negociación consensual entre los actores o interesados (analista- “experto”-, decisor y usuario)”.

El análisis o evaluación multicriterio (EMC) se define como un conjunto de técnicas orientadas a asistir en procesos de decisión (Barredo, 1996). Se basa en la ponderación y compensación de variables que van a influir de manera positiva (Aptitud) o negativa (Impacto) sobre la actividad objeto de decisión y que deben ser inventariados y clasificados previamente.

Los principales métodos de evaluación y decisión multicriterio discretos son los siguientes: Ponderación Lineal (scoring), Utilidad multiatributo (MAUT), Relaciones de superación y el Proceso analítico Jerárquico (AHP - Analytic Hierarchy Process).

Ponderación Lineal (scoring)

Es un método que permite abordar situaciones de incertidumbre o con pocos niveles de información. En dicho método se construye una función de valor para cada una de las alternativas. El método de Ponderación Lineal supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad. Es un método completamente compensatorio, y puede resultar dependiente, y manipulable, de la asignación de pesos a los criterios o de la escala de medida de las evaluaciones. Es un método fácil y utilizado ampliamente en el mundo.

Utilidad Multiatributo (MAUT)

Para cada atributo se determina la correspondiente función de utilidad (parcial), y luego se agregan en una función de utilidad multiatributo de forma aditiva o multiplicativa. Al determinarse la utilidad de cada una de las alternativas se consigue una ordenación completa del conjunto finito de alternativas. El método de utilidad multiatributo supone la transitividad de preferencias o la comparabilidad, utiliza “escalas de intervalo”, y acepta el principio de “preservación de orden” (rank preservation). La condición de independencia preferencial mutua entre los atributos suele aceptarse casi axiomáticamente, e implícitamente es cuestionable y no refleja la estructura de preferencias del agente decisor. El rigor y rigidez de los supuestos teóricos de este método usualmente controvertidos y difíciles de contrastar en la práctica, lo que obliga a relajarlos, requiere un elevado nivel de información del agente decisor para la construcción de funciones de utilidad multiatributo,

aunque permiten abordar fluidamente cuestiones de incertidumbre y riesgo. No obstante las dificultades en su utilización este método cuenta con una variedad de experiencias prácticas en Estados Unidos e Inglaterra.

Relaciones de Superación

Estos métodos usan como mecanismo básico el de las comparaciones binarias de alternativas, es decir comparaciones dos a dos de las alternativas, criterio por criterio. De esta forma puede construirse un coeficiente de concordancia C_{ik} asociado con cada par de alternativas (a_i, a_k) . Existen dos métodos de la escuela francesa: ELECTRE y PROMETHEE.

Del método ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité) ya existen varias versiones que usan pseudocriterios y la teoría de conjuntos difusos. El método PROMETHEE (Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation) se ha aplicado, con predicción para problemas de ubicación.

Proceso Analítico Jerárquico (AHP- The Analytic Hierarchy Process)

Este método, con el que abordaremos nuestro taller, fue desarrollado por el matemático Thomas Saaty en 1980 y consiste en formalizar la comprensión intuitiva de problemas complejos mediante la construcción de un Modelo Jerárquico (Figura 91). El propósito del método es permitir que el agente decisor pueda estructurar un problema multicriterio en forma visual, mediante la construcción de un modelo que básicamente contiene tres niveles: meta u objetivo, criterios y alternativas.

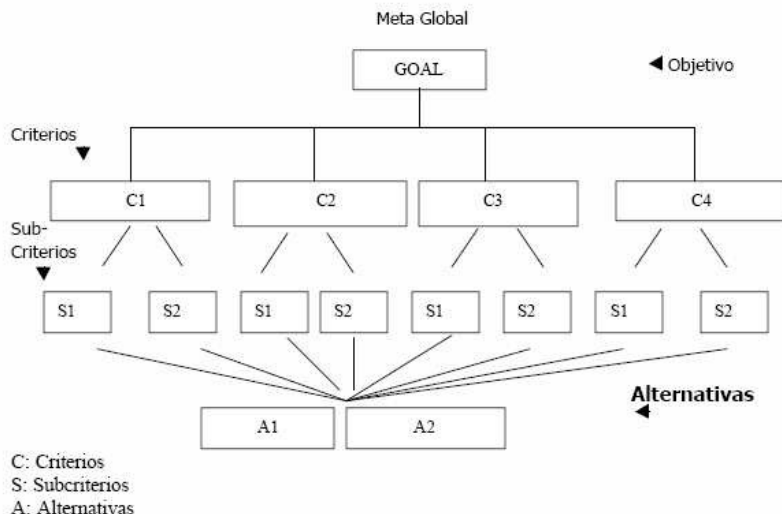


Figura 91. El método Analítico jerárquico de Saaty (AHP)

Una vez construido el Modelo Jerárquico, se realizan comparaciones por pares entre dichos elementos (criterios-subcriterios y alternativas) y se atribuyen valores numéricos a las

preferencias señaladas por las personas, entregando una síntesis de las mismas mediante la agregación de esos juicios parciales.

El fundamento del proceso de Saaty descansa en el hecho que permite dar valores numéricos a los juicios dados por las personas, logrando medir cómo contribuye cada elemento de la jerarquía al nivel inmediatamente superior del cual se desprende.

Para estas comparaciones se utilizan escalas de razón en términos de preferencia, importancia o probabilidad, sobre la base de una escala numérica propuesta por el mismo Saaty, que va desde 1 hasta 9 (Figura 92).

Escala de Saaty

Escala numérica	Escala verbal
1	Ambos criterios o elementos son de igual importancia
3	Débil o moderada importancia de uno sobre el otro
5	Importancia esencial o fuerte de un criterio sobre el otro
7	Importancia demostrada de un criterio sobre otro
9	Importancia absoluta de un criterio sobre otro
2, 4, 6, 8	Valores intermedios entre dos juicios adyacentes, que se emplean cuando es necesario un término medio entre dos de las intensidades anteriores
2	Entre igualmente y moderadamente preferible
4	Entre moderadamente y fuertemente preferible
6	Entre fuertemente y extremadamente preferible
8	Entre muy fuertemente y extremadamente preferible

Fuente: Saaty (1994b).

Figura 92. Escala de Saaty

Una vez obtenido el resultado final, el AHP permite llevar a cabo el análisis de sensibilidad del modelo.

El proceso seguido tras la definición del problema se puede resumir en cuatro etapas:

- Selección de criterios (variables) y definición de factores
- Generación de la información cartográfica
- Integración de la información en un S.I.G. y obtención del modelo
- Validación de los resultados: Tratamiento del error y la incertidumbre

5.8.5. APLICACIÓN DEL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP). PROPOSICIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE TRAZADO Y SELECCIÓN DE CRITERIOS

Una vez analizadas las condiciones territoriales mediante los planos de síntesis descritos en el Taller 4 (medio inerte, medio biótico o ambiental, medio perceptual y medio socioeconómico), se definirán al menos **tres alternativas** de trazado para nuestro corredor ferroviario (B.2) de forma coherente con el plano de Síntesis Global pero orientada cada una de ellas hacia la optimización de uno de los siguientes criterios:

- **C1. Impacto ambiental-paisajístico-visual:** Utilizando el mapa de síntesis para el paisaje obtenido en el Taller 4.
- **C2. Coste de ejecución:** Utilizando los planos de síntesis del Medio inerte y Medio ambiental, se estimaran para cada alternativa sus desmontes y terraplenes, longitud de puentes y túneles, ...
- **C3. Rentabilidad social:** Basado principalmente en el medio socioeconómico, cercanía a los núcleos de población, número de estaciones,

La Figura 93 ilustra el proceso de aplicación del método:

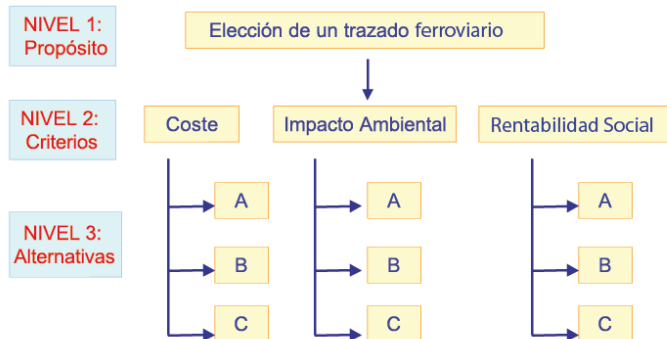


Figura 93. Ejemplo de aplicación del método AHP

5.8.6. IDENTIFICACIÓN DE FACTORES

Para cada uno de los criterios C1, C2 y C3 se identificarán, de forma simplificada, dos o tres factores a tener en cuenta. Por ejemplo:

- En relación con el criterio Impacto ambiental paisajístico – visual, cabría considerarse el factor “alteración visual”, el “efecto barrera”, o la “alteración hidrológica”.
- En relación al criterio Coste de ejecución, podrían considerarse los factores “movimiento de tierras” que estimaría el volumen de desmontes y terraplenes, o el factor “infraestructuras de paso” en relación al número y dimensiones de los puentes y túneles necesarios.
- En relación al criterio Rentabilidad social, los factores “Alteración de la accesibilidad”, la “proximidad a los núcleos de población”, la “creación de nuevos nodos (estaciones)” o la “eficacia en términos de tiempo” podrían servir como factores a contemplar.

5.8.7. MATRIZ DE COMPARACIÓN POR PARES DE CRITERIOS (NIVEL JERÁRQUICO 2)

Se elaborará una matriz de comparación por pares (Figura 94) para los criterios considerados asignando valores según la escala de Saaty. En su elaboración se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los valores de la diagonal son “1”
- Se debe mantener el principio del axioma de la comparación recíproca, es decir” si el criterio C1 es “3”, moderadamente mas importante que C3, entonces éste tendrá el valor inverso respecto a C1, es decir, 1/3.

		CRITERIOS		
		C ₁ : Impacto Ambiental	C ₂ : Coste de ejecución	C ₃ : Rentabilidad social
CRITERIOS	C ₁ : Impacto Ambiental	1	5	3
	C ₂ : Coste de ejecución	1/5	1	1/3
	C ₃ : Rentabilidad social	1/3	3	1

Figura 94. Ejemplo de la Matriz de Criterios

Una matriz como la de la Figura adjunta nos permite identificar los pesos normalizados de cada criterio de la siguiente forma:

Primero, sumar por columnas para así dividir cada valor entre la suma de su correspondiente columna, para después sumar los nuevos valores por filas y promediar estas sumas, es decir, dividimos la suma de cada fila entre el número de criterios comparados en la matriz, en nuestro caso 3.

El resultado sería el siguiente: $W_{n-2} = (0.6333, 0.1062, 0.2605)$

y adicionalmente :

$$A * W = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 3 \\ 1/5 & 1 & 1/3 \\ 1/3 & 3 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 0.6333 \\ 0.1062 \\ 0.2605 \end{pmatrix} = (1.9455 \quad 0.3196 \quad 0.7901)$$

$$\lambda_{\text{máx}} = \begin{pmatrix} 1.9455 & 0.3196 & 0.7901 \\ 0.6333 & 0.1062 & 0.2605 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3.073 \\ 3.009 \\ 3.033 \end{pmatrix}$$

$$\lambda_{\text{promedio}} = \frac{3.073 + 3.009 + 3.033}{3} = 3.039$$

El índice de consistencia, que se utiliza para detectar incoherencias en el modelo, se calcularía de la siguiente forma:

$$IC = \frac{\lambda_{\text{máx}} - 3}{3 - 1} = 0.0195$$

y dividiendo entre CA= 0.58 para una matriz 3x3

$$RI = \frac{0.0195}{0.58} = 0.03362 = 3.362\%$$

Al ser < 10 % la matriz de criterios sería consistente.

5.8.8. MATRIZ DE COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA CADA CRITERIO (NIVEL JERÁRQUICO 3)

Elaboramos ahora las tres matrices de comparación por pares de las alternativas respecto de cada uno de los criterios considerados (nivel jerárquico 3). En estas matrices la escala de valores será la misma usada anteriormente, de forma que al valorar una alternativa respecto a otra se otorga más valor a aquella que sea prioritaria respecto al criterio considerado. Así, obtendremos tres matrices como las que siguen:

- Impacto ambiental (Figura 95):

Compararemos las tres alternativas posibles considerando, solamente, el criterio referente al impacto ambiental, paisajístico o visual, que podría ocasionar la obra:

		IMPACTO AMBIENTAL		
		ALTERNATIVAS		
		A ₁	A ₂	A ₃
ALTERNATIVAS	A ₁	1	3	2
	A ₂	1/3	1	1/3
	A ₃	1/2	1/3	1

Figura 95. Ejemplo de la Matriz de comparación de alternativas para el criterio Impacto Ambiental

Procediendo de la misma forma que para la matriz de criterios, resultan unos pesos:

$$W_{n-3,i.ambiental} = (0.6126, 0.1709, 0.2166)$$

- Costes de ejecución (Figura 96):

COSTE DE EJECUCIÓN		ALTERNATIVAS		
		A ₁	A ₂	A ₃
ALTERNATIVAS	A ₁	1	1/2	5
	A ₂	2	1	5
	A ₃	1/5	1/5	1

Figura 96. Ejemplo de la Matriz de comparación de alternativas para el criterio Coste de ejecución

Los pesos relativos del nivel jerárquico 3 referentes a los costes de ejecución, para cada una de las alternativas, son los siguientes:

$$W_{n-3, \text{costes}} = (0.3537, 0.5559, 0.0904)$$

- Rentabilidad social (Figura 97):

RENTABILIDAD SOCIAL		ALTERNATIVAS		
		A ₁	A ₂	A ₃
ALTERNATIVAS	A ₁	1	1	1/3
	A ₂	1	1	1/3
	A ₃	3	3	1

Figura 97. Ejemplo de la Matriz de comparación de alternativas para el criterio Rentabilidad social.

Los pesos relativos del nivel jerárquico 3 referentes a la rentabilidad social-accesibilidad, para cada una de las alternativas, son los siguientes:

$$W_{n-3, \text{accesibilidad}} = (0.2, 0.2, 0.6)$$

5.8.9. DETERMINACIÓN DE LOS PESOS GLOBALES Y DE LA MEJOR ALTERNATIVA

El esquema del proceso presentado podría asemejarse al esquema de la Figura 98:

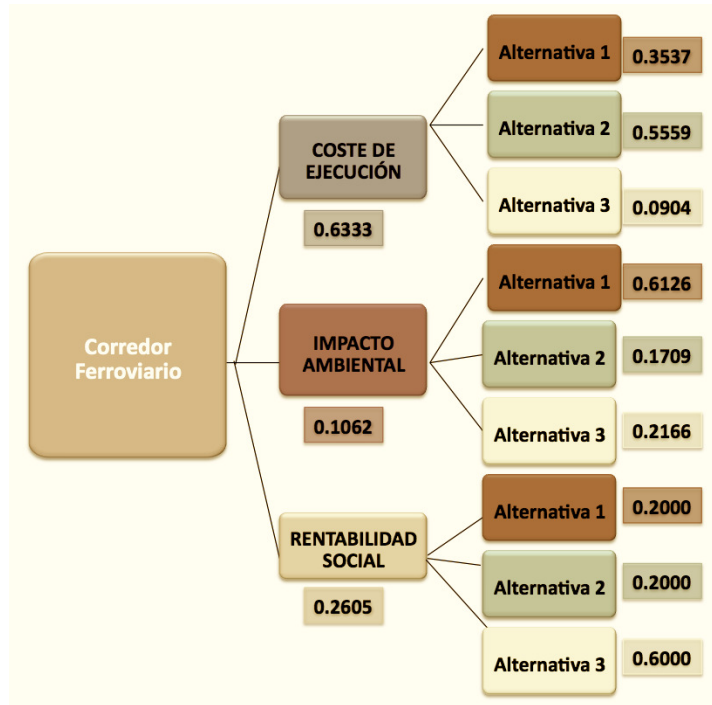


Figura 98. Ejemplo del proceso de evaluación con sus pesos para criterios y alternativas

La determinación de los **pesos globales** para cada alternativa se obtienen multiplicando los pesos obtenidos para cada criterio (nivel jerárquico 2) por los pesos que en cada alternativa tienen los tres criterios (nivel jerárquico 3), de la siguiente forma (Figura 99):

Alternativa 1:	$0.3537 * 0.6333 + 0.6126 * 0.1062 + 0.2 * 0.2605 =$	0.3412
Alternativa 2:	$0.5559 * 0.6333 + 0.1709 * 0.1062 + 0.2 * 0.2605 =$	0.4223
Alternativa 3:	$0.0904 * 0.6333 + 0.2166 * 0.1062 + 0.6 * 0.2605 =$	0.2366

Figura 99. Ejemplo de los Pesos globales para cada alternativa

Así se culmina el objetivo del método AHP que no es otro que elegir la alternativa más idónea, que sería la de **puntuación más alta** (en el ejemplo la **alternativa 2**).

5.8.10. EJERCICIO PROPUESTO

Se propone en esta ocasión la exploración del proceso analítico jerárquico en el programa gvSig para la obtención de un mapa resultante de capacidad de acogida pero en este caso con los pesos comparativos resultantes del proceso.

Desde el modulo SEXTANTE accedemos a las *Herramientas de análisis para capas raster / Jerarquías analíticas* (AHP) (Figura 100).

Es necesario añadir una serie de capas raster, los mapas de síntesis realizados en el taller 4, y una tabla en formato .dbf con la valoración según la escala de Saaty vista anteriormente.

El resultado servirá para valorar las diferentes alternativas propuestas.

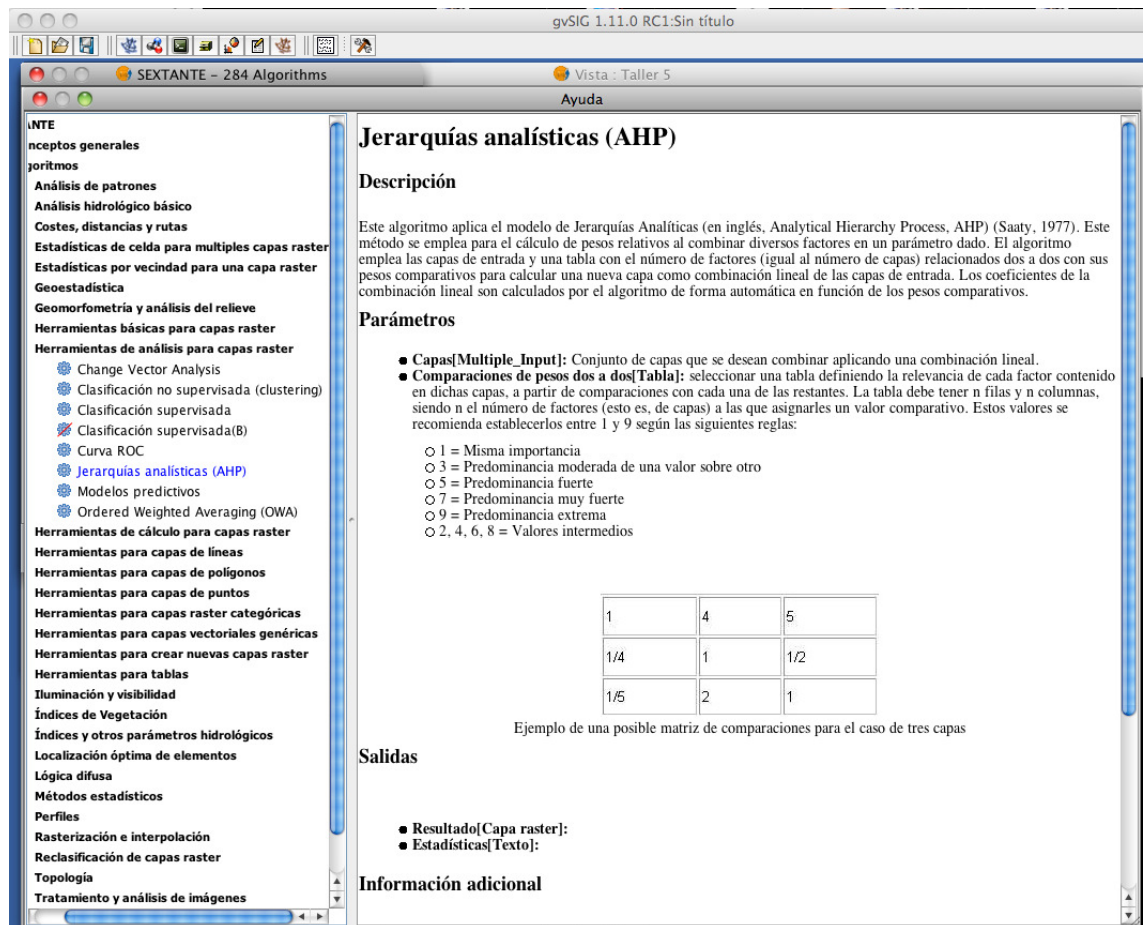


Figura 100. Ejercicio propuesto Taller 5

6. RESULTADOS DEL PROYECTO

A continuación se muestra la evaluación que los estudiantes han hecho de este proyecto a través de una Encuesta de Satisfacción. En ella se valoran la idoneidad de los **Contenidos** de los Talleres, los **Materiales** utilizados para el desarrollo de los mismos, el **Seguimiento** que los estudiantes han realizado de estos y por último, la satisfacción general con este proyecto.

En base a los resultados obtenidos, se hace un análisis destacando aquellos aspectos que resulta necesario mejorar en posteriores ediciones, así como aquellos puntos fuertes que mejor han sido valorados por los alumnos.

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

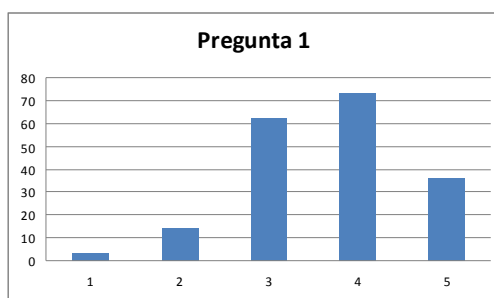
MARQUE CON UNA X EL NÚMERO QUE MÁS SE APROXIME A SU OPINIÓN CONSIDERANDO QUE:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

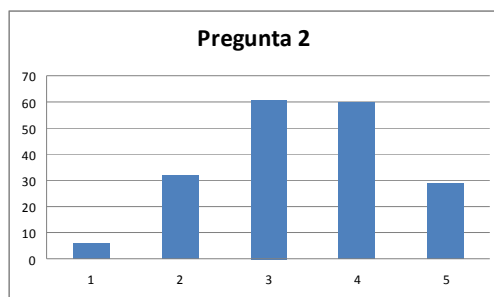
1 COMPLETAMENTE EN DESACUERDO
5 COMPLETAMENTE DE ACUERDO

CONTENIDOS

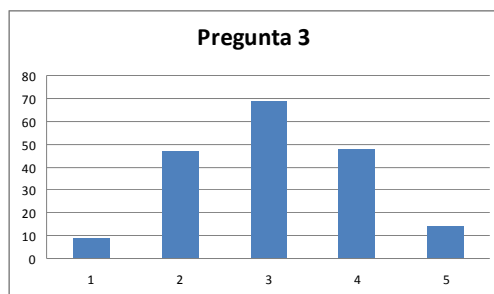
1. LOS CONTENIDOS DE LOS TALLERES HAN SIDO ADECUADOS



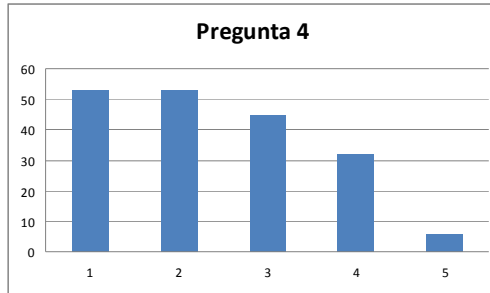
2. LOS CONTENIDOS DE LOS TALLERES HAN SIDO EXPLICADOS CORRECTAMENTE



3. LOS CONTENIDOS DE LOS TALLERES HAN SIDO FÁCILES DE COMPRENDER

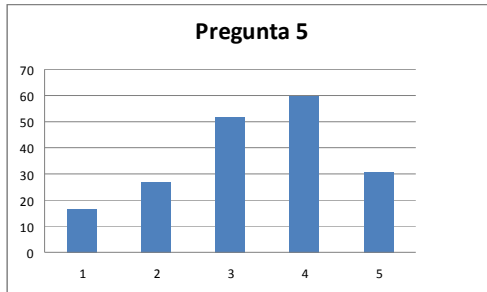


4. LOS CONTENIDOS HAN SIDO DEMASIADO DENSOS PARA EL TIEMPO DISPONIBLE

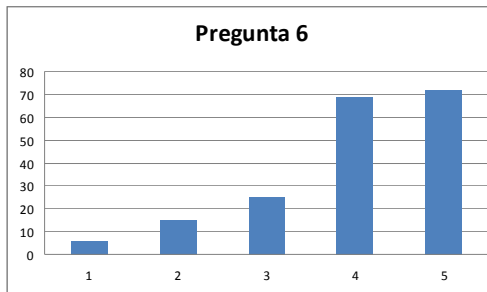


MATERIALES

5. EL SOFTWARE UTILIZADO ES ADECUADO PARA EL MANEJO DE CARTOGRAFÍA DIGITAL

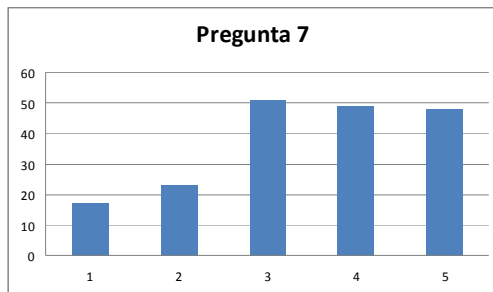


6. LA CARTOGRAFÍA PROPORCIONADA HA SIDO SUFICIENTE

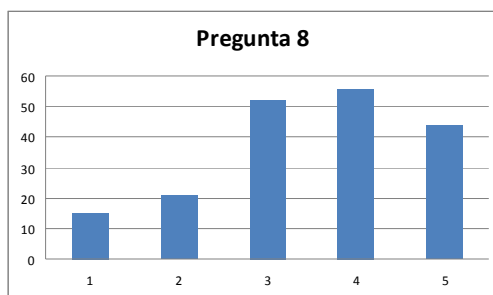


SEGUIMIENTO DE LA PRÁCTICA

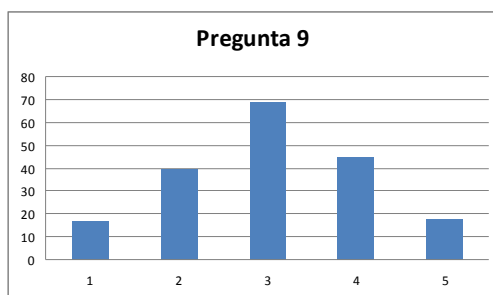
7. EN TÉRMINOS GENERALES, ERA LA PRIMERA VEZ QUE ESCUCHABA LOS CONCEPTOS QUE SE HAN TRATADO



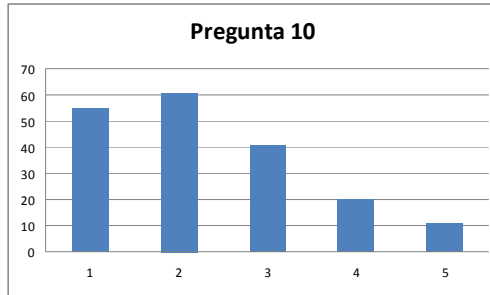
8. HE REALIZADO POR MI CUENTA TODOS LOS TALLERES QUE SE HAN PLANTEADO EN EL CURSO



9. HE REALIZADO LOS TALLERES AL RITMO QUE LOS PROFESORES HAN PLANTEADO EN EL CURSO

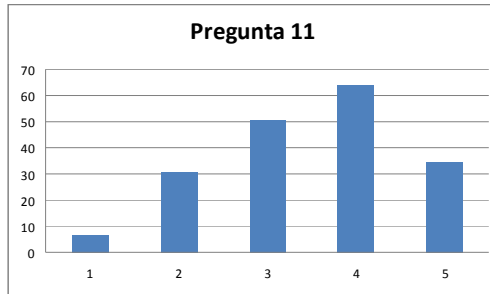


10. NO HE TENIDO PROBLEMAS A LA HORA DE REALIZAR LOS TALLERES

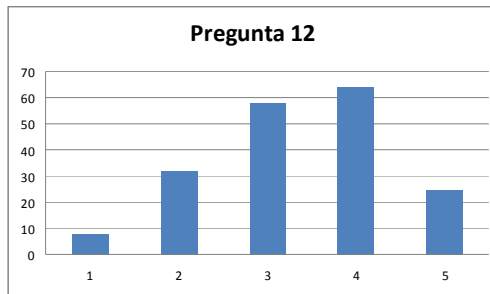


RESULTADOS

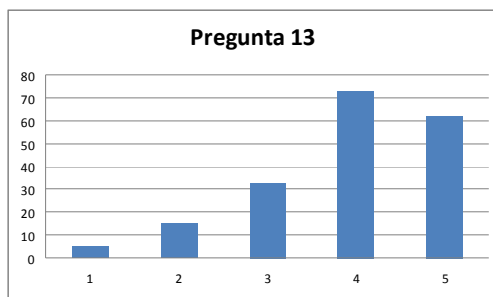
11. LOS TALLERES HAN FACILITADO LA REALIZACIÓN DE LA PRÁCTICA



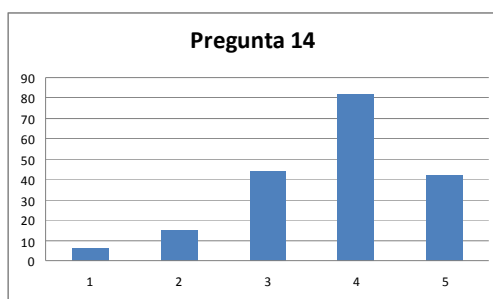
12. LOS TALLERES HAN FACILITADO LA COMPRENSIÓN DE LA PRÁCTICA



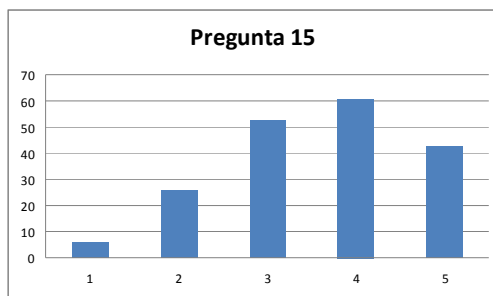
13. LOS TALLERES HAN MEJORADO LA CALIDAD GRÁFICA DE LA PRÁCTICA



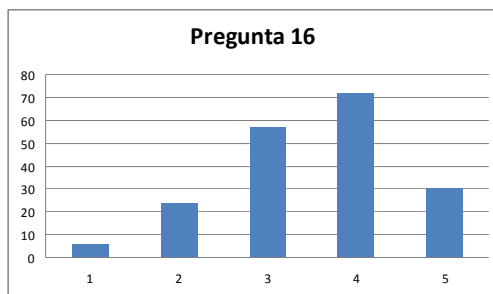
14. LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS HAN SIDO ÚTILES PARA SU FORMACIÓN



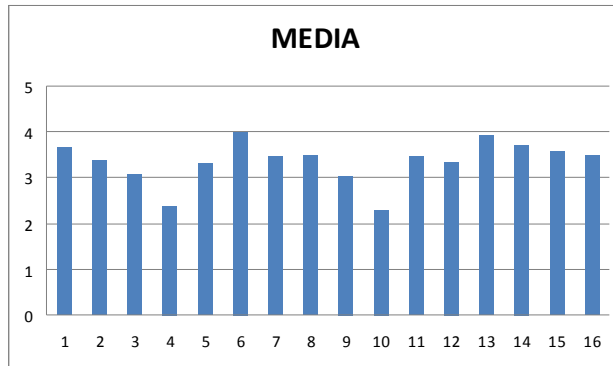
15. LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS SERÁN ÚTILES PARA EL EJERCICIO PROFESIONAL



16. LA EXPERIENCIA GLOBAL DE LOS TALLERES HA SIDO POSITIVA



VALORACIÓN POR PREGUNTAS



ASPECTOS A MEJORAR, evaluación por debajo del 3

PREGUNTA 4. LOS CONTENIDOS HAN SIDO DEMASIADO DENSOS PARA EL TIEMPO DISPONIBLE

En próximas ediciones se aumentarán en la medida de lo posible, los Talleres a realizar para que los contenidos puedan estar más espaciados.

PREGUNTA 10. NO HE TENIDO PROBLEMAS A LA HORA DE REALIZAR LOS TALLERES

Según las observaciones realizadas por los estudiantes, los problemas a la hora de realizar los talleres han estado derivados de la inestabilidad del programa, por lo que en futuras ediciones se tratará de buscar una versión más estable del software, o incluso, buscar otro programa que funcione mejor.

ASPECTOS DESTACADOS POR LOS ESTUDIANTES, evaluación cercana al 4

PREGUNTA 6. LA CARTOGRAFÍA PROPORCIONADA HA SIDO SUFICIENTE

Parece claro que la cartografía proporcionada a los estudiantes ha sido suficiente para la realización de los Talleres, por lo que en futuras ediciones se mantendrá la cartografía facilitada.

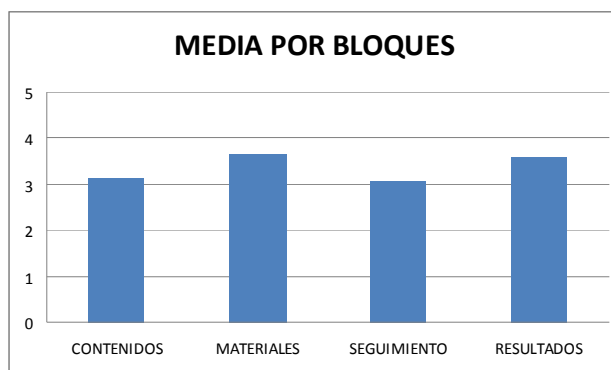
PREGUNTA 13. LOS TALLERES HAN MEJORADO LA CALIDAD GRÁFICA DE LA PRÁCTICA

Puede verse que los estudiantes han quedado muy satisfechos con la calidad gráfica de la práctica, por lo que se han cumplido uno de los objetivos del proyecto.

PREGUNTA 14. LOS CONOCIMIENTOS ADQUIRIDOS HAN SIDO ÚTILES PARA SU FORMACIÓN

El principal objetivo de los Talleres ha sido proporcionar a los estudiantes una herramienta útil para su formación, y dada la evaluación realizada por los estudiantes, parece que se ha alcanzado este objetivo.

VALORACIÓN POR BLOQUES



CONTENIDOS

El aspecto a mejorar en este Bloque es claramente la densidad de los Talleres, por lo que en los próximos cursos se realizará un mayor número de Talleres para que los contenidos puedan estar más espaciados.

El aspecto más destacado por los estudiantes es la idoneidad de los contenidos de los Talleres, por lo se mantendrán en próximos cursos.

MATERIALES

En este Bloque la pregunta que ha recibido peor puntuación es la elección del software, pues como ya se ha comentado, el programa GvSig ha generado ciertos problemas de estabilidad, por lo que se estudiará la posibilidad de buscar otro programa que pueda responder a las necesidades de la práctica.

La mejor puntuación ha sido para la cartografía proporcionada, por lo que el material suministrado a los estudiantes ha sido adecuado.

SEGUIMIENTO

El seguimiento de la práctica ha sido en general satisfactorio. El principal problema ha sido sin duda el manejo del programa, lo cual constata lo detectado en el Bloque de Materiales, por lo que se ratifica la posibilidad de buscar otro programa que pueda responder a las necesidades de la práctica.

Por otro lado, la mayoría de los alumnos ha realizado por su cuenta los Talleres, por lo que el seguimiento de la práctica ha mejorado y los resultados han sido mejores.

RESULTADOS

La evaluación de los resultados ha estado en todas las preguntas entre el 3 y el 4, por lo que se considera que el proyecto de Innovación Docente ha sido muy beneficioso. Los estudiantes han destacado la mejora de la calidad gráfica de la práctica, y que los conocimientos adquiridos han sido útiles para su formación, por lo que se considera que se han cumplido los objetivos planteados por el proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, F. (2006). Predicción del crecimiento urbano mediante Sistemas de Información Geográfica y modelos basados en autómatas celulares, *Geofocus*, 6, pp.81- 112.
- Arentze, T.A., Borgers, A.W.J., Timmerman, H.J.P. (1996). Integrating GIS into planning process, en Fisher, M.; Scholten, H.J. y Unwin, D.: *Spatial analytical perspectives on GIS*. London, Taylor & Francis.
- Barba-Romero, S., Pomerol, J.-C. (1997), *Decisiones Multicriterio. Fundamentos teóricos y utilización práctica*, Madrid, Ed. Universidad de Alcalá de Henares.
- Barredo, J. I. (1996): *Sistemas de Información Geográfica y evaluación multicriterio en la ordenación del territorio*. Madrid, Ra-Ma.
- Bosque Sendra, J. (1996): *Técnicas de evaluación multicriterio y Sistemas de información geográfica en la ordenación del territorio*, en *Ordenación territorial del suroeste comunitario*. Coordinadores: Campesino Fernández y Carmen Velasco Bernardo. Universidad de Extremadura, Servicio de publicaciones, Cáceres, pp. 69-76.
- Bosque Sendra, J. (2005). *Espacio geográfico y ciencias sociales. Nuevas propuestas para el estudio del territorio*, *Investigaciones regionales*, 6, pp. 203-221.
- BOE nº237 del 30/9/2010
- CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES. *Paisaje y Ordenación del Territorio*. (2002).
- Foresman, T.W. and Millete, T.L. (1996). Integrating of remote sensing and GIS technologies for planning”, en Star, J.L.; Estes, J.E. y McGwire, K.C.: *Integration of Geographic Information Systems and Remote Sensing*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Fotheringham, A.S. y Wegener, M. (2000): *Spatial models and GIS*. London, Taylor & Francis.
- García-Montero, L.G., Casermeiro, M.A. y Sobrini, Í. (1997): *El estudio del paisaje en la planificación física del trazado de una línea ferroviaria de Alta Velocidad*. En “*Avances en evaluación de Impacto Ambiental*”. Pp. 423-435. Ed. Trotta. Madrid.
- García-Montero, L.G. y Casermeiro, M.A. (1992): *Análisis del paisaje en la planificación física del trazado de un tren de alta velocidad*. E.T.S.I. de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid.
- Gómez Delgado, M. y Barredo, J. (2005). *Sistemas de Información Geográfica y Evaluación Multicriterio en la ordenación del territorio*. Paracuellos de Jarama, Editorial Ra-Ma.
- Goodchild, M. and Haining, R.P. (2005). *SIG y análisis especial de datos: perspectivas convergentes*, *Investigaciones regionales*, 6, pp. 175-201.
- Gutiérrez, J. y Gould, M. (1994): *SIG: Sistemas de Información Geográfica*. Ed. Síntesis.
- Hernández Morcillo, M.; Guillén Climent, M.L.; Meroño de Larriva, J.E.; Cruz Fernández, J.L. y Aguilera Ureña, M.J. (2006). *La planificación sostenible a través del SIG y la teledetección*, en Camacho, M.T.; Cañete, J.A. y Lara, J.J. (Eds): *El acceso a la información espacial y las nuevas*

tecnologías geográficas. Actas del XII Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica. Granada, pp. 1593-1606.

Mc Harg (1969). Design with nature. Ed. Gustavo Gili.

Molero Melgarejo, E.; Grindlay Moreno, A.L.; Asensio Rodríguez, J.J. (2007): Escenarios de aptitud y modelización cartográfica del crecimiento urbano mediante técnicas de evaluación multicriterio, GeoFocus (artículos), nº 7, pp. 120-147.

M.O.P.T (1984): Guía para la elaboración de estudios del medio físico: contenido y metodología. Secretaría General técnica. Ed. Centro de publicaciones M.O.P.T. Madrid.

Peña J. (2006). Sistemas de Información Geográfica aplicados a la gestión del territorio: entrada, manejo, análisis y salida de datos espaciales: teoría general y práctica para ArcGIS. Ed. López.

PROYECTO TRAMA: "Metodología de elaboración del mapa de riesgo de afectación a los valores paisajísticos y ecológicos".

Ramos, A. et al. (1979): Planificación Física y Ecológica. 162-175. Ed. Emesa. Madrid.

Ramos, A. et al. (1980): El estudio del paisaje. E.T.S.I.A. Madrid.

Simon, H.A. (1960). The New Science of Management Decision. New York, NY: Harper and Row.

San Emeterio, F., López, I. y Valverde, J. (2008): Aportaciones de la administración Andaluza a la relación carretera paisaje (El paisaje en los estudios y proyectos de carreteras) 2º Congreso Internacional Paisaje e Infraestructuras. Granada 2008.

Store R and Kangas J. (2001). Integrating spatial multi-criteria evaluation and expert knowledge for GIS-based habitat suitability modelling, Landscape and urban planning , 55, pp. 79-93.

Valenzuela, L. M., Molero, E. y Aguilera, F. (2006): Los Sistemas de Información Geográfica. En "Organización y Gestión de Proyectos y Obras" Martínez, G. y Pellicer, E. Ed. Mc Graw Hill.

Wegener, M. (2000). Spatial models and GIS, en Fotheringham, A.S. y Wegener, M. (Eds.): Spatial models and GIS. London, Taylor & Francis, pp.3-20.

Yeh, A.G-O. (1999). Urban planning and GIS, en Longley, P.A.; Goodchild, M.F; Maguire, D.J. Y Rhind, D.W. (Eds.): Geographical Information Systems. Volume II, New York, John Wiley & Sons, Inc., pp.877-888.