



# JIIDE 2013

IV Jornadas Ibéricas de  
Infraestructuras de Datos Espaciales

**TOLEDO**

**Del 13 al 15 de noviembre de 2013**

Universidad de Castilla-La Mancha,  
Campus Tecnológico Fabrica de Armas



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

INSTITUTO  
GEOGRÁFICO  
NACIONAL







# IV Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales

---

Toledo, 13 al 15 de noviembre de 2013



Edición digital  
IV Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales  
Toledo, 13 al 15 de noviembre de 2013

Editado en junio de 2014

Catálogo general de publicaciones oficiales  
<http://publicacionesoficiales.boe.es>

© Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG)  
© Dirección General del Instituto Geográfico Nacional (IGN)

#### Organizadores

Instituto Geográfico Nacional de España ([www.ign.es](http://www.ign.es))  
Direcção-Geral do Território de Portugal (<http://www.dgterritorio.pt/>)  
Gobierno de Andorra (<http://www.govern.ad/>)  
Gobierno de Castilla la Mancha (<http://www.castillalamancha.es/>)  
Associação Portuguesa de Utilizadores de Informação Geográfica (<http://www.usig.pt/>)  
Asociación Española de Sistemas de Información Geográfica (<http://www.aesig.es/>)

#### Patrocinadores

Acre (<http://www.grupoacre.com/>)  
ELIMCO sistemas (<http://www.elimco.com/index.php>)  
Estopcar (<http://www.topografiaycartografia.es/>)  
ESRI España (<http://www.esri.es/es/>)  
GeoSpatiumLab S. L. (<http://www.geoslab.com/>)  
Grupo Tragsa (<http://www.tragsa.es/es/Paginas/Inicio.aspx>)  
INDRA Sistemas S. A. (<http://www.indracompany.com/>)  
Informática de El Corte Inglés (<http://www.iecisa.com/>)  
Intergraph España (<http://www.intergraph.com/global/es/>)  
Trabajos Catastrales S. A. (<https://www.tracasa.es/>)  
SIGRID (<http://www.sigrid.es/es/home.php>)  
SmeSpire (<http://www.smespire>)

#### Diseño y maquetación

Servicio de Edición y Trazado (IGN)  
(Subdirección General de Geodesia y Cartografía)

NIPO: 162-14-017-6

## INDICE

Prólogo .....	9
<b>TELEGEO: Un cliente web para la captura normalizada de objetos geográficos</b> .....	11
F. Arrebola; A. Fernández-Palacios; J. Fernández; M. Mirman; A. Molina y A. Villar	
<b>SITMUN, una plataforma para la gestión territorial municipal</b> .....	27
M. Codinachs; R. Cots; X. Guaita; M. Latorre y J. Sáez	
<b>Avances de Cartociudad en 2013</b> .....	37
A. González; A. Velasco; P. Trigo; J. González; P. Verdejo y G. Andrés	
<b>LOCALGIS 3</b> .....	45
J. A. López; C. Fuertes; A. Pedriza y M. Citores	
<b>GeoJSON y TopoJSON: comparación entre los formatos de intercambio de Información Geográfica alternativos a GML</b> .....	51
A. J. Sierra	
<b>Tratamiento geoespacial del recorrido de los trenes y tramos ferroviarios: mejoras en la interacción con la infraestructura</b> .....	65
J. Gómez	
<b>CityGML: modelado urbano 3D</b> .....	77
I. Amelibia	
<b>Modelo de información Multiescala Urbana 3D para la gestión integral sostenible de la ciudad</b> ....	85
I. Prieto; J. I. Izkara y A. Egusquiza	
<b>Trabajos de seguimiento e informe de la Directiva INSPIRE en España</b> .....	97
J. Capdevila y J. Muñoz	
<b><i>Public Policies and Geographic Information: Basis for a strategy for next generation SDI</i></b> .....	99
R. P. Julião	
<b>La participación de la Dirección General del Catastro en el proyecto Europeo E.L.F. (European Location Framework)</b> .....	101
F. J. Quintana; A. Velasco; J. M. Olivares; L. Virgós y M. Callejón	
<b><i>INSPIRE «Facilities» themes: low complexity, high impact</i></b> .....	113
A. Giacomelli; A. Lopez; A. Navarretta y H. Geerling	
<b><i>Incidental Crowd-Sourcing</i></b> .....	115
J. Huerta; J. Castellote; L. Díaz y M. Brown	
<b><i>Get INSPIREd to become really SMART!</i></b> .....	125
V. Lima; A. López y C. Granell	

<b>Restricciones al trabajo con la Información Geográfica en China</b> .....	127
C. S.Rabaza; J. López; I. Salvador; M. Usón y P. R. Muro	
<b>La distribución espacial de la población en Andalucía. Año 2013</b> .....	137
I. Enrique; J. Molina; S. Ojeda; M. Escudero y G. Pérez	
<b>El etiquetado energético y la información catastral: un ejemplo INSPIRE</b> .....	149
M. A. Jiménez	
<b>Infraestructuras de Datos Espaciales como eje central del desarrollo de las <i>Smart Cities</i></b> .....	155
M. J.Pérez; J. López; M. <sup>a</sup> J. Fernández; V. Morlán-Plo; P. Rodrigo y M. Usón	
<b>Red smeSpire: Conectando Pymes del sector Geo-TIC</b> .....	167
M. Cabello	
<b>La Referencia Catastral como mecanismo de georreferenciación</b> .....	169
M. A.Manso	
<b>Experiencia de publicación de un servicio teselado de mapas WMTS RESTful para IDENA</b> .....	179
A. Huarte; F. Lacunza; J. L. Cardoso y C. Sánchez	
<b>Editor web arqueológico mediante WFS-T</b> .....	187
J. L. Cardoso y M. Villafranca	
<b>Compartiendo experiencias en la creación de servicios teselados</b> .....	193
C. Soteres; J. González; E. López; P. Trigo; P. Abad; L. Hernández; M. Juanatey; A. F. Rodríguez; C. Ruiz; A. Sánchez; I. Serra y A. Villena	
<b>Una aplicación inteligible de validación de servicios INSPIRE</b> .....	209
F.J. Lopez; J. Barrera; A. F.Rodríguez; P. Abad; J. Agudo; F. Zarazaga y R. Julião	
<b>El servicio de descarga Inspire basado en ATOM y <i>OpenSearch</i> del Centro Nacional de Información Geográfica</b> .....	225
E. López; J. González; P. Abad; M. F.Pavo y D. García	
<b>Servicios de visualización y descarga INSPIRE de la Dirección General del Catastro</b> .....	235
J. M. Olivares; F. J. Quintana; L. Virgós y A. Velasco	
<b>El estereotipo «voidable» y su influencia en la implementación de las especificaciones</b> .....	247
F. Pérez; M. <sup>a</sup> J. Mancebo y M. <sup>a</sup> T. López	
<b>«SITNA en tu móvil». Cliente HTML5 para dispositivos móviles basados en servicios IDE</b> .....	257
F. Lacunza; J. L. Cardoso; C. Sabando; P. Echamendi y C. Sánchez	
<b>Nuevas tendencias en el análisis y el tratamiento de la toponimia en el marco de las Infraestructuras de Datos Espaciales</b> .....	267
A. Rodríguez y A. Vázquez	
<b>La Fototeca Virtual del CNIG: la evolución de un territorio mostrada mediante servicios interoperables</b> .....	283
M. F. Pavo; M. Sánchez; P. Vivas; M. <sup>a</sup> E. Rico; H. Potti; E. López; C. Sánchez y A. Costa	
<b>Evolución del Geoportal de la IDE Andorra: Una apuesta por el <i>software</i> libre</b> .....	295
S. Pijuan y F. Bonet	



<b>HISDI-MAD: IDE histórica de la ciudad de Madrid</b> .....	297
R. Gutiérrez; L. Martín-Forero; S. García; I. del Bosque y D. Ramiro	
<b>El Geoportal IDEE, un proyecto activo, colaborativo y en continuo desarrollo</b> .....	305
M. Juanatey; P. Abad; A. F. Rodríguez; E. López; A. Sánchez; C. Soteres; C. Ruiz; J. González; L. Hernández; A. Villena e I. Serra	
<b>Implementación de un nodo IDE de las variantes del Camino de Santiago en Cataluña</b> .....	315
F. Robles y A. F. Rodríguez	
<b>Una herramienta de código abierto para la estrategia territorial en el espacio MED</b> .....	325
D. Sánchez; M. Erena; M. Gambín; Z. Hernández; J. Atenza; J. A. López; D. I. Paya; P. Garcia y A. A. Clemente	
<b>Adaptación del sistema de planeamiento de Navarra a INSPIRE</b> .....	335
X. Velasco y A. Bescós	
<b>Los puntos calientes de la delincuencia</b> .....	351
E. Fernández; D. Vázquez y M. Belmonte	
<b>Catálogo de GeoWidgets, como extensión de la plataforma WireCloud, para la explotación de servicios de la IDEE</b> .....	365
A. F. Rodríguez; E. López; J. Soriano y J. Sánchez	
<b>Implantación de un servidor SOS para la publicación de datos de sensores medioambientales en la IDE OTALEX-C</b> .....	367
N. Brodín; C. Sánchez; J. Gaspar y P. Vivas	
<b>Acceso ágil a redes de sensores</b> .....	379
S. Trilles; L. Díaz y J. Huerta	
<b>Combinando <i>Linked Data</i> con servicios espaciales</b> .....	391
L. M. Vilches; C. Sevilla; M. Villalón; A. F. Rodríguez y A. Gómez	
<b>Patrimoniogalego.net, una experiencia de catalogación social del patrimonio cultural</b> .....	401
J. A. Millares	
<b>Integración del gestor de metadatos Geonetwork en el geoportal de la Diputación de Badajoz</b> ....	409
U. Gamero; M. Rojas y J. Fornons	
<b>UJI <i>Smart Campus</i>: Un ejemplo de integración de recursos de la Universidad Jaume I de Castelló</b> ...	417
M. Benedito; D. Gargallo; J. Avariento; A. Sanchis; M. Gould y J. Huerta	
<b>Sistema de acceso, catalogación y publicación de servicios OGC ofertados a través de las IDE</b> .....	427
A. Quintanilla; D. Cifuentes; J. Sánchez y J. Márquez	
<b>Nueva Base Topográfica Nacional 1:100.000 (BTN100)</b> .....	435
J. A. Merino; T. Gullón; A. del C. Ruiz; R. Sierra y F. Sánchez	
<b>IDE y Geo Inteligencia de Negocio. Nuevas oportunidades en la interoperabilidad entre diferentes comunidades</b> .....	453
B. A. Espejo; N. Sidda; F. J. Lopez; W. Renteria; F. J. Zarazaga y P. R. Muro	
<b>GISWEB: Geoportal de datos portuarios del Puerto de Barcelona</b> .....	463
E. Rodellas; J. Torres y L. Tartera	



<b>Modelo de colaboración público-privada en el marco de las Infraestructuras de Datos Espaciales ..</b>	<b>465</b>
G. López; A. García y R. Corredor	
<b>StereoWebMap: un catálogo de productos y servicios para la IDE .....</b>	<b>473</b>
C. Sánchez y L. C. Fernández	
<b>Estrategias para usos comerciales de los UAV .....</b>	<b>483</b>
R. Valdivieso	
<b>Gestión estratégica de proyectos de catastro .....</b>	<b>485</b>
G. Gil e I. Durán	
<b>Líneas de trabajo INSPIRE en el Grupo Tragsa .....</b>	<b>487</b>
R. Baiget y M. <sup>a</sup> C. Alonso	



A mediados del mes de noviembre de pasado año 2013, más concretamente los días 13, 14 y 15, se celebraron en Toledo, en el incomparable marco del Campus Tecnológico de la Fábrica de armas y organizadas por el Gobierno de Castilla-La Mancha en colaboración con la Universidad de esa Comunidad Autónoma, las IV Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales, con una nutrida asistencia de profesionales, investigadores y expertos en ese campo.

Las sesiones paralelas dedicadas a comunicaciones estuvieron complementadas con varios talleres, una exposición de soluciones tecnológicas, una sesión abierta del Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España (CODIIGE), el órgano ejecutivo creado por la Ley 14/2010, la LISIGE (Ley de las Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica en España), responsable de su dirección y coordinación, dedicada al seguimiento de los progresos y avances de los Grupos Técnicos de Trabajo (GTT) encargados de dirigir la implementación de la Directiva Inspire en España en el tema de su competencia, y una reunión de trabajo del GT IDEE.

Se contó con la presencia de Miguel Ángel Amutio, del Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas, que impartió una interesante conferencia invitada titulada «Las Normas Técnicas de Interoperabilidad y la IDEE» en la que aclaró las conexiones y relaciones entre los dos marcos legales, por u lado el de las Normas Técnicas de Interoperabilidad y el Esquema Nacional de Interoperabilidad (RD 4/2010), y por otro lado la Directiva Inspire y sus reglamentos.

Los temas abordados en las comunicaciones estuvieron en esta ocasión organizados alrededor de tres grandes líneas argumentales:

- La Directiva Inspire.
- Seguimiento y reporte.
- Coordinación y últimos avances.
- Normas de ejecución.
- Armonización de datos y servicios de red.
- Aspectos legales y jurídicos.
- Infraestructuras de Datos Espaciales.
- Iniciativas transfronterizas.
- Arquitecturas, normas y estándares.
- Aspectos tecnológicos.
- Tecnologías basadas en *software* libre.
- Papel de los municipios.
- Capacitación
- Formación y sensibilización.
- Aspectos organizativos y de colaboración.
- Planificación estratégica.
- Análisis coste-beneficio y financiación.

El evento, dirigido como es habitual en estas Jornadas, a las comunidades IDE de Andorra, Portugal y España, prestando una atención especial a las contribuciones iberoamericanas, dados los vínculos de colaboración e intercambio de experiencias existentes con las implementaciones realizadas en prácticamente todo el continente americano, puede decirse que fue un rotundo éxito dada la numerosa asistencia, más de 200 especialistas inscritos, el interés y la expectación generados por las 57 comunicaciones presentadas y la intensidad de las discusiones y contactos que tuvieron lugar a lo largo del evento.

Estamos ante un año relevante, el 2013, en el proceso de implementación de la Directiva Inspire en toda Europa. En él se cumplen seis años desde la aprobación de la Directiva, el 14 de marzo de 2007, y en su artículo 23 se establece que antes del 15 de mayo del 2014, y en lo sucesivo cada seis años, la Comisión presentará ante el Parlamento y el Consejo un informe sobre la experiencia derivada de la aplicación de la Directiva. Para ello, la Comisión cuenta con los informes anuales de «*State of the Art*» sobre la situación de cada país que se realizaron hasta el año 2011, de los Reportes anuales de los Estados miembros y ha decidido complementar esa información con una encuesta pública dirigida a los usuarios con el objetivo de recabar su opinión sobre la implementación de la Directiva Inspire.

Puede ser un buen momento para detenernos a pensar sobre la cuestión. Miles de servicios web se han implementado estos últimos años en España, se han liberado un buen número de conjuntos de datos, se ha catalogado, con los correspondientes metadatos, una enorme cantidad de conjuntos de datos y servicios, y se ha generado una gran actividad alrededor de la implementación de recursos interoperables en la web.

Sin embargo, al mismo tiempo parece que no se acaban de explotar adecuadamente los servicios disponibles, da la sensación de que no se les saca todavía suficiente provecho, de que todavía hay pocos casos de uso real y escasean los estudios de costes/beneficios. Es posible que, como cualquier otro cambio de paradigma que implica un profundo cambio de mentalidad, sea más fácil resolver las cuestiones técnicas implicadas que conseguir cambiar la manera de pensar y trabajar de los técnicos y responsables en el campo de la información geográfica. Puede ser que todavía sigamos demasiado apegados a los datos, que nos resistamos al cambio, que continuemos atesorando grandes repositorios de datos sin dar la suficiente importancia a su publicación en la web mediante servicios, que no hayamos completado la necesaria reingeniería de procesos para explotar adecuadamente los geoservicios e integrarlos en nuestros flujos de trabajo. A lo mejor también estén influyendo factores como la falta de disponibilidad de *software* realmente conforme a Inspire o la escasa integración de la información geográfica en los procesos alfanuméricos de la e-Administración. Quizás el cambio radical que viene de la mano de las IDE es algo que va a necesitar más tiempo del que creíamos en un principio; no hay que olvidar que la hoja de ruta Inspire siempre ha contemplado un calendario que llega hasta el año 2020.

Habrà que idear medidas y procedimientos para apoyar y fomentar los cambios e innovaciones necesarios para rentabilizar el enorme esfuerzo realizado durante estos años. En cualquier caso, esperamos que esta publicación, junto con todo el material disponible, contribuya a hacer balance de la evolución de las IDE en el contexto ibérico.

En este volumen se recogen los artículos y resúmenes correspondientes a las comunicaciones aceptadas por el Comité Científico con el objetivo de aumentar su difusión y ponerlas a disposición permanente de todos aquellos que puedan estar interesados. Esperamos que su publicación proporcione una visión de conjunto del estado de desarrollo de las IDE en la Península Ibérica en el año 2013 y sirva de inspiración para acometer nuevos desarrollos y realizaciones.

Sólo nos queda, agradecer calurosamente la contribución de todos los asistentes y ponentes, la colaboración de los moderadores de sesión, de los miembros de los Comités Científico y de todos los que hicieron posible que la organización del encuentro funcionase a pedir de boca, el apoyo de los patrocinadores y la amable hospitalidad con la que tanto la Universidad de Castilla-La Mancha como el Gobierno de Castilla-La Mancha acogieron estas Jornadas.

Madrid, febrero de 2014

ANTONIO F. RODRÍGUEZ PASCUAL  
*Secretario del Consejo Directivo de la Infraestructura  
de Información Geográfica en España (CODIIGE)*

## TELEGEO: Un Cliente web para la captura normalizada de objetos geográficos

(\*) FRANCISCO ARREBOLA, ARTURO FERNÁNDEZ PALACIOS, JOSÉ FERNÁNDEZ, MONTSERRAT MIRMAN, ANTONIO MOLINA, y AGUSTÍN VILLAR

---

### Resumen

Entre las funciones que el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía tiene asignadas, destacan la de informar preceptivamente los proyectos de normas que regulan la creación de Registros Públicos, para garantizar su explotación estadística y espacial. A ese respecto son numerosos los proyectos de registros administrativos que entre las informaciones que requieren para la inscripción de los objetos está la información detallada sobre su ubicación espacial, que incluye la definición de las coordenadas geográficas y la inclusión de un documento de carácter cartográfico que permita conocer su localización y la distancia respecto a elementos del entorno que se consideren de interés según la naturaleza del objeto registrable (carreteras, viviendas, cultivos,...).

Para los objetivos del Sistema Cartográfico y Estadístico de Andalucía, la incorporación correcta de la información sobre la ubicación espacial tiene gran interés para la introducción del análisis espacial en la gestión de los datos que manejan las fuentes administrativas. A ese respecto son dos los problemas que dificultan actualmente este proceso:

- La falta de normalización y precisión a la hora de llevar a cabo el proceso de georreferenciación, pues requiere unos conocimientos técnicos muy especializados, que permitan llevarlo a cabo con el rigor establecido, y cumpliendo las especificaciones técnicas que se exigen para que la información se suministre en los formatos adecuados (coordenadas geográficas en las medidas estándares, SRS oficiales, etc.).
- La dificultad de los usuarios no expertos en cartografía para generar salidas gráficas a escala de detalle, sobre los documentos más actualizados, donde localizar el elemento a inscribir.

Teniendo en cuenta que son mayoría las personas físicas y jurídicas que requieren llevar a cabo inscripciones en registros administrativos dependientes de la Junta de Andalucía que no disponen de estos conocimientos especializados, y la conveniencia de facilitar al usuario que este proceso se lleve a cabo de forma normalizada y precisa, se puso en marcha la creación de un cliente web denominado TELEGEO, que facilitara al máximo este trabajo. Este proyecto integra las soluciones tecnológicas del proyecto de la Junta de Andalucía SIG Corporativo, que ha desarrollado componentes para facilitar la localización, consulta y descarga de información espacial y cartográfica a partir de estándares OGC, y que se ha desarrollado en código abierto.

La herramienta facilita al usuario no especializado la búsqueda y localización de un punto determinado del territorio de la Comunidad Autónoma, mediante diver-

---

(\*) Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Servicio de Informática:  
[www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/telego](http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/telego)  
{francisco.arrebola.p.ext, arturo.fernandezpalacios, jose.fernandez, montserrat.mirman, antonio.molina.gonzalez, agustint.villar}@juntadeandalucia.es

Los procedimientos gráficos y alfanuméricos, vehiculando servicios interoperables (WMS, WFS, WFS-G) y posibilita incorporar información adicional al punto localizado en el visor cartográfico, tanto gráfica (utilizando el estándar WFS-T) como alfanumérica.

Además permite al usuario obtener un documento gráfico, en formato pdf como la localización sobre diferentes bases de referencia de fondo, centrado en el objeto de interés, y al que se incorporan las coordenadas normalizadas sobre el sistema de referencia oficial, la referencia catastral del lugar y la dirección postal correcta. Pero además permite tener una url con la representación del punto sobre un servicio web de ortofotos y catastro, y un fichero con las coordenadas normalizadas en formatos KML y TXT.

### Palabras clave

Telegeo, Coordenadas, Normalización, Cliente web, Mapea.

---

## 1. INTRODUCCION. EL APROVECHAMIENTO DE LOS REGISTROS ADMINISTRATIVOS

La ley 3/2013, de 24 de julio, por la que se aprueba el Plan Estadístico y Cartográfico de Andalucía 2013-2017, (PECA) define el aprovechamiento de las fuentes, registros e infraestructuras de información como estrategia esencial para la consecución de sus objetivos. En la sección que dedica a las fuentes de información administrativa establece que con la finalidad de asegurar la comparabilidad y facilitar la integración de las fuentes, los registros administrativos y los

sistemas de información, el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía elaborará y publicará las reglas para la normalización en la codificación de variables, siguiendo estándares nacionales e internacionales, de acuerdo con el código de buenas prácticas de las estadísticas europeas, los reglamentos de desarrollo de la Directiva 2007/2/EC y el Esquema Nacional de Interoperabilidad.

Lo novedoso del planteamiento reside realmente en la oportunidad de articular en la mayor medida posible el sistema estadístico y cartográfico público en torno a la información de origen administrativo. Ésta es la opción que tomaron los países nórdicos hace décadas y que se fue consolidando en los años noventa, momento en el que el uso de fuentes administrativas con fines estadísticos y de investigación experimentó un crecimiento exponencial.

Desde la perspectiva de los objetivos del Sistema Estadístico y Cartográfico (SECA), la incorporación correcta de la información sobre la ubicación espacial resulta de gran interés para la introducción del análisis espacial en los sistemas de gestión de los datos que manejan las fuentes administrativas. A ese respecto son dos los problemas principales que dificultan actualmente este proceso:

- Por un lado la falta de normalización y precisión a la hora de llevar a cabo el proceso de georreferenciación, pues requiere unos conocimientos técnicos muy especializados, que permitan llevarlo a cabo con el rigor establecido, por un lado, y cumpliendo las especificaciones técnicas que se exigen para que la información se suministre en los formatos adecuados (coordenadas geográficas en las medidas estándares, sistemas de referencia oficiales, etc.).
- Por otro la dificultad de los usuarios no expertos en cartografía para generar salidas gráficas a escala de detalle, sobre los documentos más actualizados, donde localizar el elemento a inscribir.

El desarrollo de TELEGEO, como herramienta para la obtención sencilla de coordenadas normalizadas, surge en el contexto del aprovechamiento estadístico y cartográfico de las fuentes administrativas con el objeto de utilizar con esos fines la información que recopilan las administraciones en el ejercicio de sus tareas de gestión. En las estadísticas así elaboradas, la fuente de información procede directamente de los actos y registros administrativos, oficiales o no, en lugar de las respuestas a un cuestionario como sucede en las estadísticas basadas en



procesos de encuestación. El uso estadístico de los datos administrativos no es, ni mucho menos, un enfoque novedoso; de hecho muchas de las estadísticas con más antigüedad tienen su origen en la explotación de registros oficiales.

Justamente, en el intento de expresar la normalización de las variables geográficas, Latitud y longitud de un fenómeno geográfico, en un registro administrativo, es donde surge la oportunidad de hacerlo mediante el uso de una herramienta que proporcione a los gestores de dichos registros, el dato preciso en su expresión correcta, como alternativa a deducirlo de una compleja definición extraída de una norma técnica, que ni tienen por qué conocer los gestores y operadores de los registros en cuestión.

Todo ello sin menoscabo del mantenimiento de la calidad del dato, en el que la precisión geométrica de la componente posicional debe cumplir los estándares al uso. En este sentido el PECA dedica el título V a la Normalización y calidad de la información, estableciendo el artículo 22 los requisitos técnicos de estos procesos, entre los que se cita que las actividades estadísticas y cartográficas dispondrán de un diseño previo de las metodologías a aplicar para la recogida de la información, que asegure, entre otros la georreferenciación de la información producida para asegurar su representación y análisis espacial.

En cumplimiento del Artículo 23 del citado Plan, que establece que SECA se dotará de un sistema de normas técnicas como instrumento para asegurar el rigor técnico, la implantación de procesos de calidad, la transparencia y la simplificación de procesos y productos en las actividades estadísticas y cartográficas, se ha elaborado la Norma Técnica sobre el «Modelo geodésico de referencia y altitudes», en la que recoge, tanto la descripción técnica sobre en qué sistema de referencia debe obtenerse una coordenada en un proceso de georreferenciación, como la herramienta de ayuda disponible para hacerlo. Así el artículo 26 de la citada norma establece que:

*«La localización espacial por coordenadas de un elemento para su inscripción en registros oficiales de la Junta de Andalucía seguirá los siguientes criterios:*

- a) Debe expresarse, al menos, en grados sexagesimales en formato decimal, en el CRS geodésico ETRS89 bidimensional latitud / longitud con una precisión mínima de cinco decimales, utilizando el carácter punto como separador. La dirección Oeste quedará expresada mediante signo negativo.*
- b) Este formato de expresión se considerará preferente para la inclusión de coordenadas en todas las bases de datos espaciales de carácter puntual del Sistema Estadístico y Cartográfico de Andalucía.*
- c) El Sistema Estadístico y Cartográfico de Andalucía pone a disposición de los usuarios el servicio TELEGEO (Anexo E), herramienta web de captura de coordenadas de elementos espaciales conforme a lo establecido en el presente artículo.»*

Por su parte el citado Anexo E, «Servicio Geográfico Telegeo», realiza una descripción de las características del servicio y su funcionalidad, en los siguientes términos: *«Servicio geográfico accesible a través del Portal de la Junta de Andalucía ([www.juntadeandalucia.es](http://www.juntadeandalucia.es)), en la sección de servicios y trámites/ mapas, y del geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía ([www.ideandalucia.es](http://www.ideandalucia.es)), que tiene como objetivo facilitar a usuarios no especializados, de forma interactiva, la captura de coordenadas de elementos espaciales conforme a lo establecido en el artículo 26 de esta norma.»*

La Norma y la herramienta que se ofrece, constituyen la ejecución material de unos objetivos que el PECA plantea como estratégicos en su exposición de motivos, reforzar la confluencia entre los datos cartográficos y los estadísticos mediante un tratamiento conjunto de ambos tipos de información, con la finalidad de conseguir que la cartografía se alimente de fuentes estadísticas y que las estadísticas avancen en su georreferenciación. Como dice el plan de sí mismo, marca unas líneas de trabajo innovadoras, en las cuales la comunidad andaluza ha decidido adoptar una posición pionera.

## 2. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DE TELEGEO

La puesta en marcha de TELEGEO se ha promovido desde el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía, y contado en su desarrollo con la empresa SAIG, S.L, conocida en el sector de las TIG, por el desarrollo del SIG de escritorio Kosmo.

El alcance inicial, de TELEGEO es el de dotar a los registros y fuentes administrativas de la capacidad de obtener una localización espacial o georreferenciación, de aquellos datos de dichos registros que constituyan en sí mismos fenómenos geográficos, de una forma sencilla e intuitiva y que estén en consonancia con el contexto tecnológico e Institucional en el que se desarrolla. Así los objetivos esenciales del proyecto son los siguientes:

- Desarrollar una aplicación web que facilite al usuario no especializado la búsqueda y localización de un punto determinado del territorio de la Comunidad Autónoma, mediante diversos criterios de búsqueda.
- Posibilitar al usuario incorporar información adicional al punto localizado en el visor cartográfico mediante la digitalización de formas geométricas sencillas.
- Permitir al usuario generar automáticamente un informe tipo pdf y una URL codificada que permitan, a partir de su lectura, recuperar la referencia geográfica y la información adicional introducida por el usuario.

En la Figura 1 Se muestra el conjunto de productos que ofrece la herramienta.



Figura 1. Productos finales de TELEGEO.

La aplicación proporciona a los usuarios, un entorno de trabajo que permite localizar el punto de interés buscado, mediante un procedimiento en dos fases, vehiculando servicios Web OGC y mostrando sus resultados mediante el uso de «Mapea», visor ligero de datos espaciales parametrizable, cuyo origen es una adaptación de las librerías de OpenLayers, realizada por el proyecto SIG Corporativo de la Junta de Andalucía.

## 2.1. En la primera fase

Se lleva a cabo la aproximación al punto de interés por cinco vías opcionales: mediante la señalización interactiva sobre mapas u ortofotografía de la Comunidad Autónoma, por una dirección postal, mediante topónimos, mediante referencias catastrales o mediante inclusión de coordenadas en distintos formatos (Figura 2).



Figura 2. Pantalla de aproximación inicial al punto de interés.

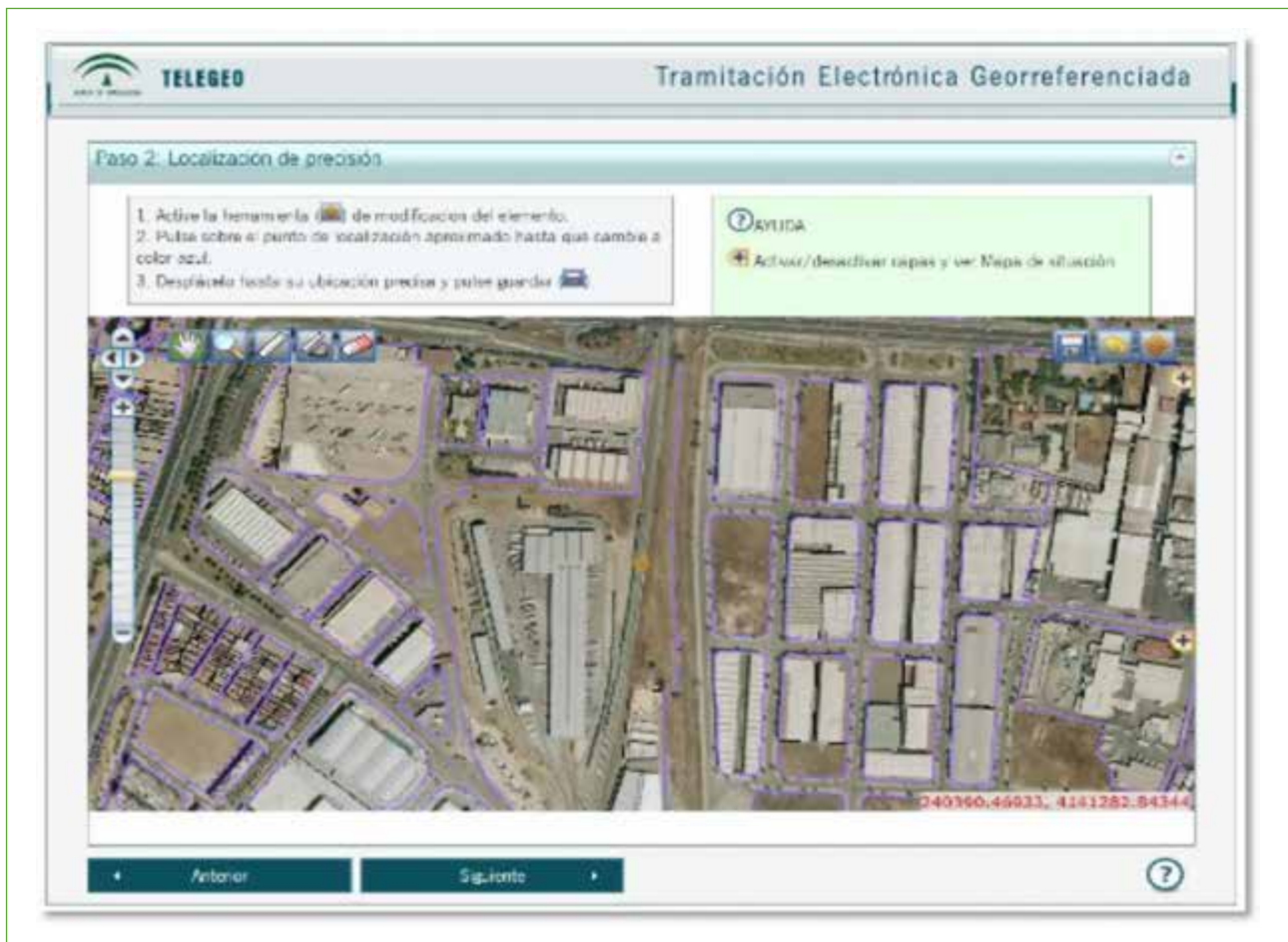


Figura 3. Pantalla de detalle del punto de interés. Paso 2.

## 2.2. En la segunda fase

Cualquiera de estas vías descritas anteriormente, llevará al usuario a una segunda pantalla en la que, a escala de detalle, y sobre la ortofotografía Digital de Andalucía más reciente, podrá ubicar con precisión el punto aproximado señalado en la primera pantalla. Dicho punto, mediante herramientas de edición, podrá ser desplazado por el usuario hasta la localización exacta.

## 2.3. Presentación de resultados

Finalmente tal como se muestra en la *imagen 1* la herramienta generará diferentes salidas, entre las que se encuentra un fichero de texto con las coordenadas normalizadas según la Norma Técnica sobre el modelo geodésico de referencia y Altitudes. Adicionalmente la herramienta permite:

- La generación de salidas gráficas en forma de mapas a escala 1:2.500 en formato pdf, con inclusión de estas coordenadas, la dirección postal, los datos catastrales del lugar, y una url con la petición del servicio de mapas de acceso al visor de «Mapea».
- Un fichero KML, con las coordenadas igualmente normalizadas.
- Su publicación vía servicio web accesible mediante una URL, con la petición del servicio de visualización mapas y el visor de Mapea (Open Layers).



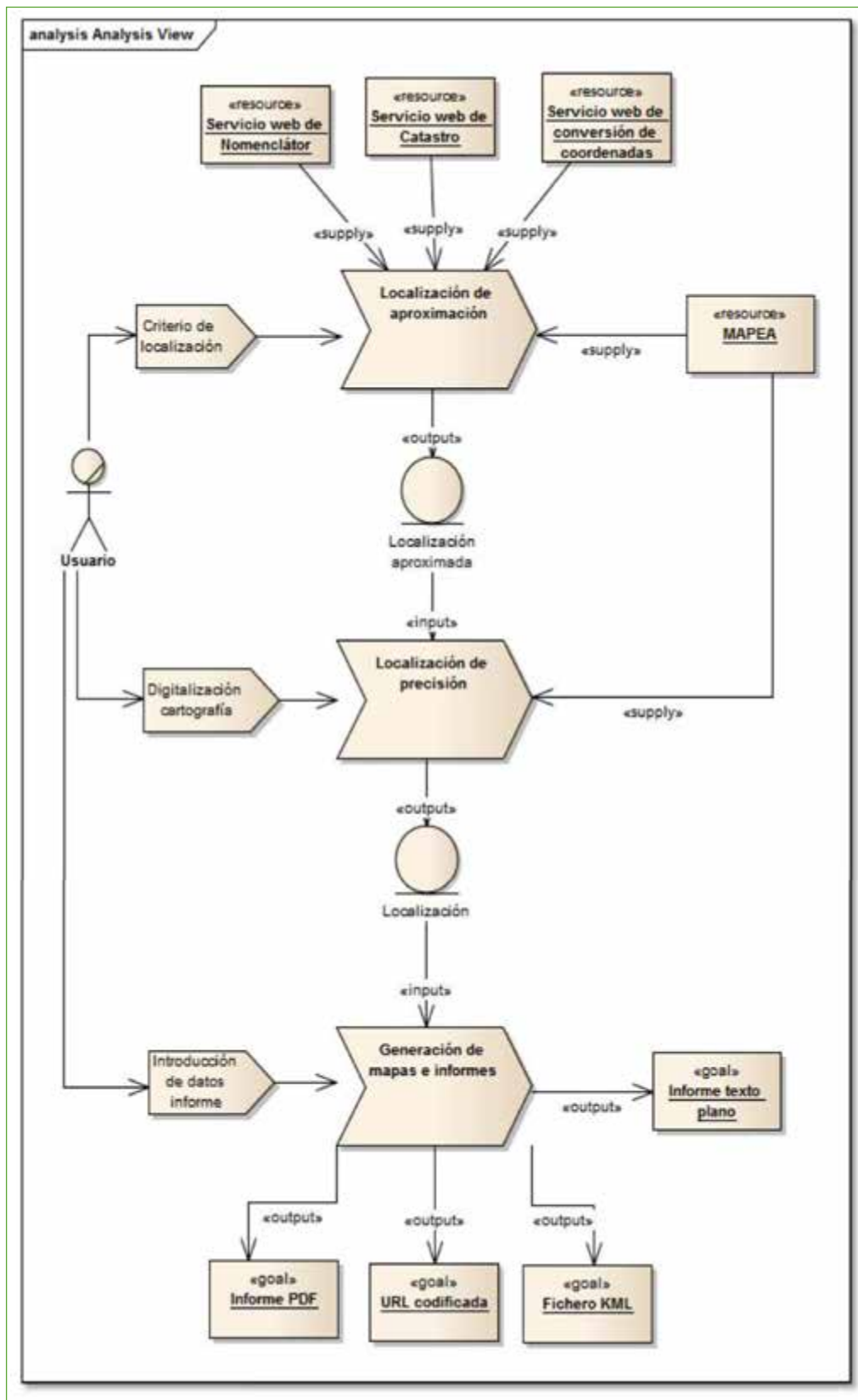


Figura 4. Modelo De procesos de TELEGEO.

### 3. REQUISITOS Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

En el desarrollo de Telegeo, se han establecido una serie de requisitos, en aras a garantizar, la integración de este proyecto con las actividades del Sig Corporativo y de la IDE Andalucía en particular, y en general con las normas y directrices de política informática de la administración autonómica.

#### 3.1. Utilización de los componentes y servicios desarrollados en el marco del proyecto SIG Corporativo (SigC)

Con carácter general *Utilizar de los componentes y servicios desarrollados en el marco del proyecto SIG Corporativo (SigC)*, y otros que se encuentran en el Repositorio de Software Libre de la Junta de Andalucía, e incorporarse como un servicio más del citado SigC de la Junta de Andalucía, cumpliendo los requisitos de documentación y usabilidad que dicho proyecto determina para facilitar su uso.

#### 3.2. Servicios de búsqueda (WFS-G) de topónimos

Utilizar los *servicios de búsqueda (WFS-G) de topónimos* del Nomenclátor Geográfico de Andalucía para la búsqueda y localización de lugares de interés mediante nombres de topónimos.

#### 3.3. Utilización de los servicios de búsqueda de la Dirección General de Catastro

##### 3.3.1. Servicios de búsqueda por referencias

Servicios de búsqueda por referencias catastrales proporcionado y localización de lugares de interés mediante su referencia catastral.

##### 3.3.2. Servicios de búsqueda por códigos

Servicios de búsqueda por códigos para la localización de lugares de interés mediante los códigos de provincia, municipio, polígono y parcela.

##### 3.3.3. Servicios de callejero

Servicios de callejero para la búsqueda y localización por direcciones postales.

#### 3.4. Herramienta MAPEA

Utilizar la *herramienta MAPEA* perteneciente al SigC tanto para la visualización de para la visualización de la cartografía asociada, como para la edición de la información adicional.

##### 3.4.1. «Mapea JavaScript»

En el caso de la visualización de cartografía «*Mapea JavaScript*», que es un mashup que permite la inclusión de mapas en cualquier página html de forma fácil, a través de una API sencilla y documentada. Para integrar Mapea en cualquier página html basta con incluir un iframe con la llamada a la plantilla y las opciones deseadas.



De esta manera, se consigue incrustar un visor cartográfico sencillo sin necesidad de disponer de conocimientos avanzados.

### 3.4.2. «Mapea Edita»

En el caso de la edición de elementos geométricos «Mapea Edita», que integra las posibilidades del estándar WFS-T de tal manera que junto a los controles de navegación de Mapea JS incorpora controles para la edición de cartografía: guardar cambios, editar atributos, mover elemento...

### 3.5. Utilizar los servicios de un sistema recortador

Utilizar los servicios de un sistema recortador de direcciones para poder obtener la URL codificada que de acceso al lugar de interés localizado y que muestre las mismas capas cartográficas utilizadas durante el proceso de localización de precisión.

## 4. ARQUITECTURA DEL SISTEMA

El principal requisito que se estableció para TELEGEO respecto de su arquitectura es que fuera un sistema portable que pudiera ejecutarse bajo diferentes plataformas. Tiene una interfaz web y una arquitectura cliente-servidor. El sistema ha sido desarrollado utilizando los lenguajes de programación JAVA y JAVASCRIPT lo cual garantizara su portabilidad.

Los requisitos de los elementos de la arquitectura son:

- *Hardware*: Para el funcionamiento de la aplicación TELEGEO se recomienda un servidor con al menos 2 GB de RAM.
- *Software*: Debido a que TELEGEO se implementa como una aplicación Web, es independiente de la plataforma tanto a nivel servidor como cliente, siendo el único requisito tener instalada la máquina virtual de Java para su ejecución. El sistema ha sido diseñado para poder desplegarse en cualquier servidor de aplicaciones, no obstante se recomienda utilizar el servidor de aplicaciones Tomcat 6.0. La información asociada al sistema hay que implementarla mediante un servicio WFS que debe desplegarse simultáneamente al despliegue de la aplicación, en un entorno de trabajo visible y accesible.
- *Comunicaciones*: Este sistema ha de poder comunicarse con los siguientes sistemas externos:
  - Componentes pertenecientes al SigC:
    - GEODESIA: Permitirá realizar la transformación de coordenadas entre los distintos sistemas de referencia espaciales asociados al sistema.
    - MAPEA: Para la visualización de la cartografía asociada y para la edición de la cartografía asociada al lugar de interés.
    - Servicio de Nomenclátor: TELEGEO utilizará este servicio para poder buscar entidades mediante nombres de topónimos.
  - Otros componentes:
    - Servicio recortador de direcciones: El sistema deberá utilizar estos servicios para poder obtener la URL codificada.
    - Servicios WEB de la Dirección General de Catastro: A través de estos servicios el sistema podrá localizar entidades a través de su referencia catastral, a través de una coordenada, mediante una localización catastral (provincia, municipio, polígono y parcela) o mediante una dirección postal.

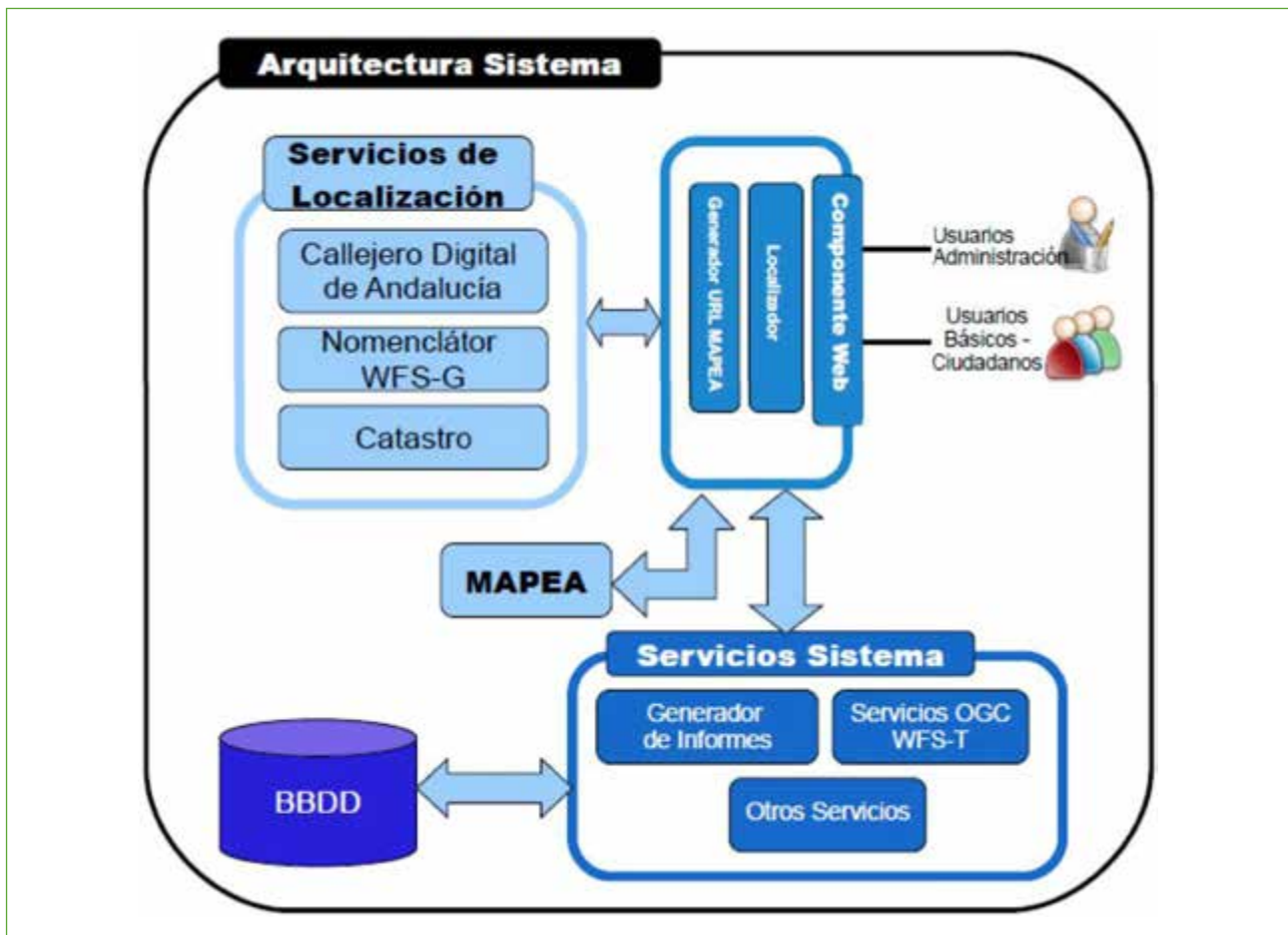


Figura 5. Arquitectura del Sistema.

El sistema se divide en tres componentes principales:

— Componente *Presentación*: se compone fundamentalmente de la interfaz de usuario y de la lógica de representación. La interfaz de usuario ofrece a los usuarios información, acciones y captura de datos. En el caso de este sistema, la interfaz de usuario se descompone en las siguientes interfaces:

- Interfaz para la búsqueda de un lugar de interés y en el caso de que sea necesario seleccionar un candidato de la lista de resultados.
- Interfaz para la visualización del mapa y la edición de la geometría asociada a la localización.
- Interfaz para la configuración y generación de salidas.

La lógica de presentación hace referencia a todo el procesamiento requerido para mostrar datos y transformar los datos de entrada en acciones que podemos ejecutar contra la capa de negocio o de servicios.

— Componente *Lógica de Negocio*: en este componente se reciben las peticiones del usuario y se envían las respuestas tras realizar los procesos. Se denomina lógica de negocio porque en este componente se establecen las reglas de negocio que han de cumplirse. Se comunica con el componente de presentación, para recibir las solicitudes y presentar los resultados, y con la capa de datos, para almacenar o recuperar información. En el caso de este sistema se pueden descomponer en:

- Módulo de acceso a los servicios web del catastro.
- Módulo de acceso al nomenclátor.

- Módulo de acceso a los servicios de geodesia.
  - Módulo de acceso al servicio de recortador de direcciones.
  - Módulo de generación de direcciones de Mapeaedita.
  - Módulo de generación de direcciones de Mapea.
  - Módulo de acceso al servicio WFS asociado con la capa de cartografía asociada al sistema.
- Componente *Persistencia*: a través de este componente se accede a la información asociada al sistema. En este caso es utilizado para almacenar la información digitalizada por el usuario asociada al sitio de interés localizado.

Además se identifican los siguientes componentes externos:

- Componente MapeaEdita: cliente ligero utilizado para representar y/o editar información geográfica. Este componente pertenece al SigC y la versión que se utiliza es la de tipo iframe.
- Componente GEODESIAWS: proporciona acceso a los servicios web que permiten realizar transformaciones de coordenadas entre distintos sistemas de referencias. Este componente pertenece al SigC.
- Componente NOMENCLATOR: proporciona acceso al servicio WFS-G del nomenclátor de Andalucía. También pertenece al SigC.
- Componente CATASTROWS: proporciona acceso a los servicios web de la dirección general del catastro de España.

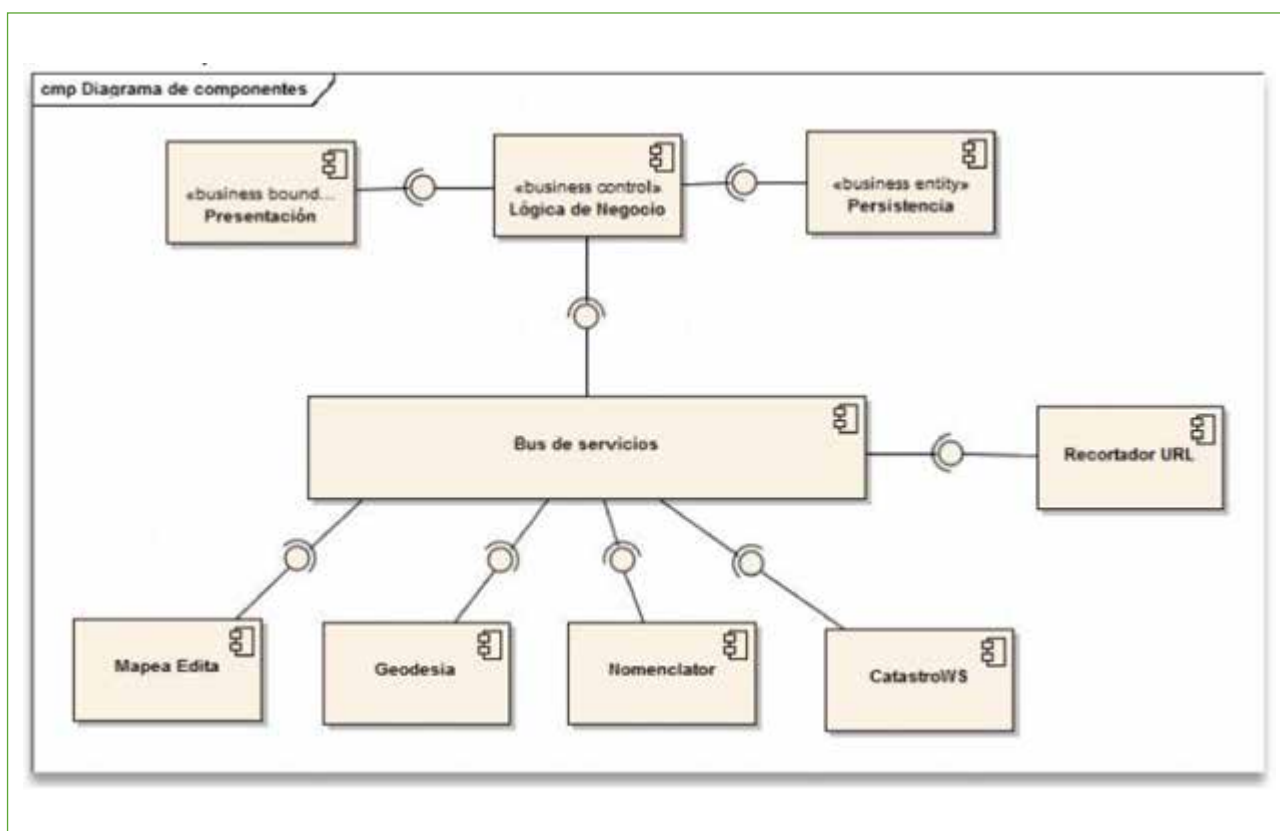


Figura 6. Visor del proyecto del directorio de Empresas

## 5. APLICACIONES DE TELEGEO Y POTENCIALIDADES FUTURAS. TELEGEO CORPORATIVO

Desde el primer momento la herramienta TELEGEO está resultando muy útil en los procesos de captura de información geográfica en procedimientos y actividades administrativos que requieren la georreferenciación de elementos incluidos en trámites administrativos. Aunque esta primera versión sólo permite la captura de puntos, está siendo decisivo para obtener un mejor posicionamiento en trámites cuya información de referencia sea:

1. Una dirección Postal, procedente de una solicitud u otra fuente administrativa
2. Una referencia Catastral, aportada por un administrado o procedente de una Base de Datos Pública.
3. Una coordenada obtenida por un dispositivo GPS.
4. Cualquier referencia toponímica, aportada en un expediente administrativo o por un administrado.

Algunos ejemplos de estas aplicaciones son:

1. La geolocalización del Directorio de Empresas y Establecimientos con Actividad Económica en Andalucía, del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. En una primera fase se han recogido los más de 1500 establecimientos con más de 100 asalariados. Aquellos que no han conseguido asignarse a su dirección postal de forma automática, han sido posicionados con ayuda de la herramienta TELEGEO.

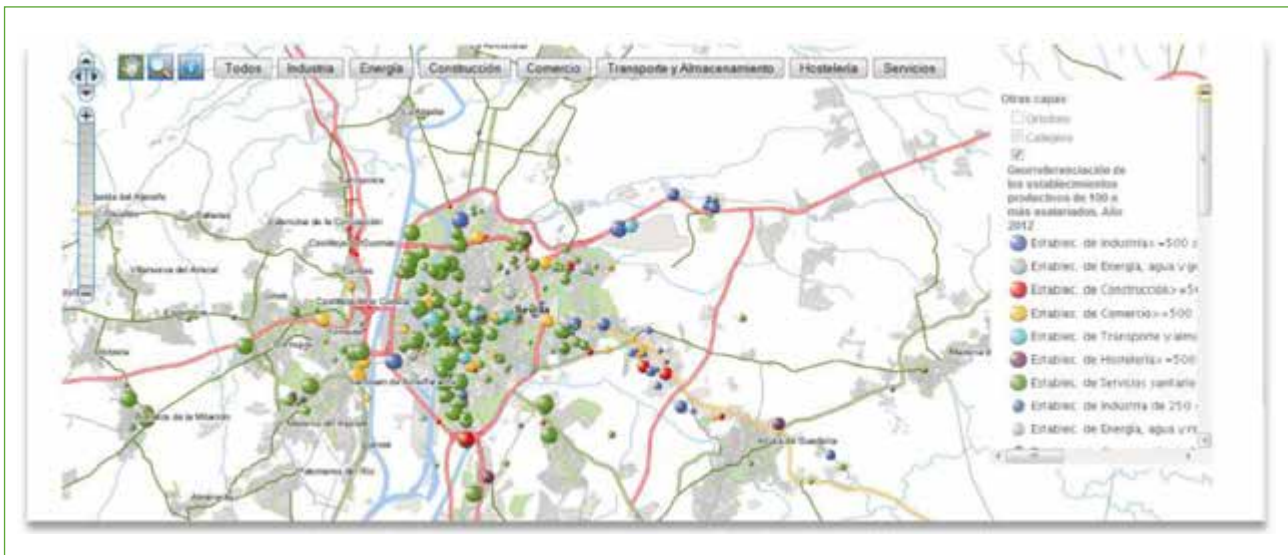


Figura 7. Visor del proyecto del directorio de Empresas.

2. Inventario de Fuentes y manantiales del Proyecto Conoce tus Fuentes. El primer catálogo de manantiales y fuentes de Andalucía participativo y online. Es un proyecto de catalogación y puesta en valor de los manantiales y fuentes de Andalucía, que se enmarca dentro de un programa más amplio, denominado «Manantiales y fuentes de Andalucía: hacia una estrategia de conservación», que lleva a cabo la Junta de Andalucía. TELEGEO Ayuda a posicionar con precisión los datos que proporcionan los voluntarios que aportan la información con orígenes y formas muy heterogéneas.
3. Estudio piloto del Inventario de Sedes y equipamientos de Andalucía. Considerado una infraestructura básica de Información por el Plan Estadístico y cartográfico. La información de base procede del inventario de Patrimonio de la Junta de Andalucía, con referencias geográficas indirectas (direcciones postales, referencias catastrales), a partir de las que TELEGEO, proporciona, un posicionamiento de precisión.
4. Inventario de Castillos de Andalucía. Se trata de un ejemplo de proyecto realizado desde cero con esta herramienta de georreferenciación, desde fuentes documentales, que proporcionan referencias geográficas descriptivas.



Figura 8. Visor del proyecto de Fuentes y manantiales.

Las posibilidades de TELEGEO como herramienta integrable en los procesos de gestión administrativa, y de fácil manejo ha traído consigo una demanda, por parte de usuarios y administradores de los sistemas de información de la Junta, para hacer evolucionar de la herramienta para dotarla por un lado de nuevas funcionalidades y por otro para convertirla en un componente genérico de georreferenciación del SIG Corporativo de la Junta de Andalucía. Esencialmente se pretende hacer una herramienta más flexible y adaptable a las necesidades de cada procedimiento administrativo concreto.

Esta demanda a dado lugar al desarrollo de una nueva versión conocida como TELEGEO CORPORATIVO y cuyos objetivos son:

- Dotar a TELEGEO de un modelo de datos que permita almacenar la configuración (a nivel global y a nivel de procedimientos) asociada al sistema.
- Ampliar la configuración inicial de TELEGEO permitiendo su adaptación a procedimientos específicos o configuraciones particulares, proporcionando a los usuarios acceder al sistema a través de diferentes configuraciones o procedimientos y generando una instancia del procedimiento que permita recuperar toda la información asociada.
- Dotar a TELEGEO de una aplicación web de administración que permita gestionar tanto la configuración global como las distintas configuraciones o procedimientos asociados al sistema.
- Dotar al Sig Corporativo de la Junta de Andalucía de un componente genérico de georreferenciación.

A partir de estos objetivos se han definido una serie de requisitos funcionales, para esta evolución de TELEGEO que son:

- Dotarlo de un modelo de datos que permita almacenar la configuración global asociada al sistema y las configuraciones de los distintos procedimientos o configuraciones singulares.
- Diseñar una aplicación WEB que permita administrar la configuración global asociada al sistema y las configuraciones de los distintos procedimientos o configuraciones singulares.
- Flexibilizar la herramienta de forma que permita acceder a través de diferentes configuraciones o procedimientos.
- Implementar un módulo que permitirá chequear el estado de los distintos servicios externos asociados al sistema.
- Para cada instancia asociada a un determinado procedimiento se almacenará la localización (primero de aproximación y luego de precisión) realizada por el usuario.

- Cada procedimiento podrá tener asociada una configuración personalizada:
  - Se podrán configurar, qué servicios WFS están asociados a cada procedimiento. Esto servicios WFS, admitirán todo tipo de geometrías y podrán ser de tipo puntual, lineal y poligonal. El administrador podrá definir la simbología asociada a cada uno de ellos. Las capas serán representadas mediante esta simbología tanto en la fase de localización de precisión, como en el mapa final asociado a la instancia del procedimiento.
  - Se podrá configurar los criterios de búsqueda que van a ser utilizados durante la etapa de aproximación.
  - Se podrá definir el Web Map Context a utilizar en el mapa de localización de aproximación.
  - Se podrá definir el nivel de zoom inicial y el Web Map Context a utilizar durante la localización de precisión.
  - Se podrá obviar la fase de localización de aproximación, de forma que se podrá pasar directamente a la fase de generación de salidas.
  - Durante la fase de localización de aproximación, el usuario podrá digitalizar un número indeterminado de geometrías en los distintos servicios WFS asociados al procedimiento.
  - Cada procedimiento podrá tener asociado una serie de informes personalizados.
  
- Una determinada instancia de procedimiento, podrá ser recuperada con posterioridad, para su consulta y/o modificación.

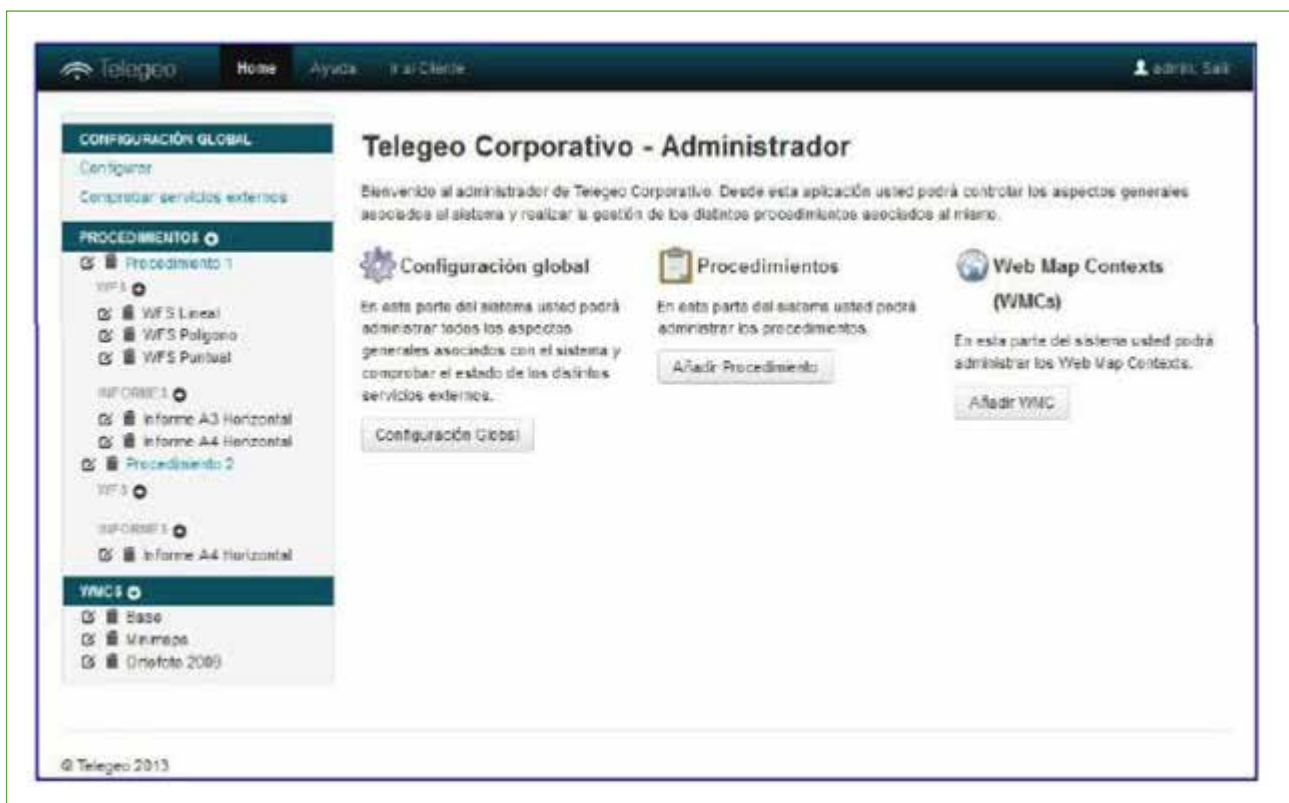


Figura 9. Pantalla de Administración de TELEGEO Corporativo.

TELEGEO Corporativo, se encuentra en la actualidad en fase de pruebas y se espera su implantación definitiva para las próximas semanas.



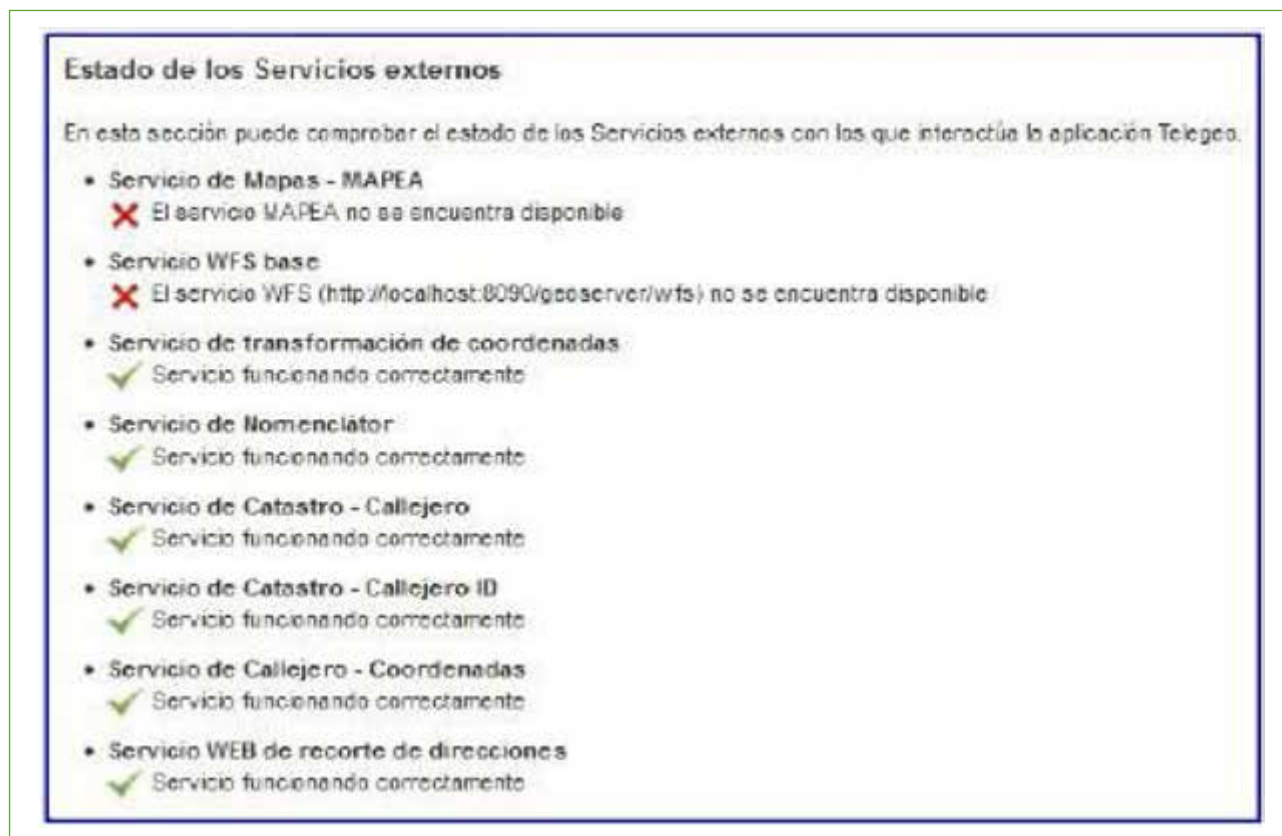


Figura 10. Pantalla de Chequeo del estado de los servicios.

## 6. CONCLUSIONES

Transcurrido unos meses desde la finalización del proyecto inicial, y comprobados los resultados tras su despliegue, se pueden sacar algunas conclusiones sobre la utilidad de la misma.

1. En primer lugar el producto final desde el punto de vista de su funcionalidad sirve a los requisitos que se establecieron en la fase de definición del proyecto de ser una herramienta de sencillo manejo, intuitiva y adecuada a usuarios sin una formación específica en el manejo de herramientas GIS.
2. Sirve al propósito de normalizar la captura de información geográfica, de acuerdo a las prescripciones establecidas en las Normas Técnicas sobre sistemas de Referencia, resolviendo a los usuarios cualquier duda que pueda surgir sobre la calidad del dato de forma inequívoca.
3. Da un nuevo paso en la integración de los procesos de georreferenciación en los trámites administrativos, condición necesaria para un aprovechamiento geoestadístico de los registros y las fuentes administrativas.
4. Cumple con los principios de INSPIRE, en lo que al uso de estándares e interoperabilidad se refiere, acreditando que pueden abordarse todas las tareas del ciclo de vida de un dato ajustándose a dichos principios, expresión de madurez del proyecto IDE Andalucía, que es capaz de poner a disposición de sus usuarios herramientas datos y servicios, eficaces para la gestión de políticas públicas.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Plan Estadístico y cartográfico. BOJA Núm. 154 de 7 de agosto de 2013, págs 7-47 [http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/PECA2013-2017/ley3\\_2013.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/PECA2013-2017/ley3_2013.pdf)
- [2] NTCA 01-008. Modelos. Norma Técnica sobre Modelo Geodésico de referencia y altitudes. Normas Técnicas Cartográficas de Andalucía: Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Diciembre 2012. [http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/ieagen/sea/ntca/01\\_modelos/01008\\_Modelos\\_Geodesico.pdf](http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/ieagen/sea/ntca/01_modelos/01008_Modelos_Geodesico.pdf)
- [3] Manual de buenas prácticas para la normalización de fuentes y registros administrativos de la junta de Andalucía. Instituto de Estadística Y cartografía. 2013. <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/ieagen/sea/normalizacion/ManNormalizacion.pdf>
- [4] Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>
- [5] Real Decreto 4/2010, de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica. BOE n.º 25 de 29 de enero de 2010. Págs. 8139-8156 <http://www.boe.es/boe/dias/2010/01/29/pdfs/BOE-A-2010-1331.pdf>
- [6] Nomenclátor Geográfico de Andalucía. <http://www.ideandalucia.es/index.php/es/servicios/descarga-wfs/49-servicios-de-busqueda-de-nombres-geograficos/168-nomenclator-geografico-de-andalucia>
- [7] El proyecto SIG Corporativo de La Junta de Andalucía. <http://www.juntadeandalucia.es/organismos/economia-innovacioncienciayempleo/areas/estadistica/cartografia/paginas/indice-informacion-geografica.html>
- [8] Directorio de Empresas y Establecimientos con Actividad Económica en Andalucía. <http://www.ieca.junta-andalucia.es/direct/geolocalizacion.htm>
- [9] Manual de usuario de TELE GEO. <http://www.ieca.junta-andalucia.es/telegeo/componente/docs/ayuda.pdf>
- [10] Conoce tus Fuentes. <http://www.conocetusfuentes.com/home.php>
- [11] Servicio de Nomenclátor de Andalucía. <http://www.ideandalucia.es/index.php/es/servicios/descarga-wfs/49-servicios-de-busqueda-de-nombres-geograficos/168-nomenclator-geografico-de-andalucia>
- [12] Servicios WEB de la Dirección General de Catastro. [http://www.catastro.meh.es/ws/webservices\\_catastro.pdf](http://www.catastro.meh.es/ws/webservices_catastro.pdf)
- [13] Visor cartográfico MAPEA. <http://www.juntadeandalucia.es/repositorio/usuario/listado/fichacompleta.jsf?link=1&idProyecto=679>
- [14] SIG Corporativo. <http://www.juntadeandalucia.es/repositorio/usuario/listado/fichacompleta.jsf?link=1&idProyecto=679>
- [15] Servicio de transformación de coordenadas-GEODESI@. <http://www.juntadeandalucia.es/repositorio/usuario/listado/fichacompleta.jsf?link=1&idProyecto=679>
- [16] Servicio recortador de direcciones. <http://youurls.org/>

# SITMUN, una plataforma para la gestión territorial municipal

MARTA CODINACHS (1); RICARD COTS (2); XISCO GUAITA (3);  
MIQUEL LATORRE (4) y JOSEFINA SÁEZ (1)

---

## Resumen

SITMUN (Sistema de Información Territorial Municipal) es una plataforma que permite la creación y gestión de aplicaciones web personalizadas en el ámbito de los sistemas de información geográfica. Está orientada especialmente a satisfacer las necesidades en materia de sistemas de información geográfica de las administraciones locales y supramunicipales.

SITMUN ha sido desarrollado con la visión de ofrecer una herramienta de gestión de información territorial a los municipios, gestionado desde una entidad supramunicipal, de manera que permita la integración de la información territorial con la información de las corporaciones locales independientemente del modelo de datos o del sistema de gestión de cada municipio. Desde el módulo administrador se configura la información cartográfica, el territorio al que tiene acceso cada usuario para cada aplicación SIG y las funcionalidades (consultas a bases de datos, generación de informes, localizaciones, funciones de análisis, etc.). Los usuarios se agrupan por perfiles.

Mediante SITMUN se ofrece servicio no sólo a las administraciones locales, sino también a las propias entidades supramunicipales, convirtiéndose en la base de la infraestructura de datos espaciales (IDE) de las administraciones en las que está en funcionamiento.

La nueva versión de SITMUN, representa la evolución natural de SITMUN en su versión original, para dar respuesta a las necesidades generadas por las nuevas posibilidades tecnológicas en el ámbito de los servicios de mapas, así como por la aparición de estándares de interoperabilidad OGC. Esta nueva versión flexibiliza las funcionalidades y el aspecto de la interfaz de las aplicaciones SIG que se generan, mejora su rendimiento, e independiza SITMUN del servidor de mapas que se utilice, siempre y cuando éste sea capaz de generar servicios OGC.

## Palabras clave

Sistema de información territorial municipal, SITMUN, SIT, SIG, IDE, software libre, generador de aplicaciones, servicios web, OGC, administración pública, ayuntamiento.

---

## 1. ANTECEDENTES

SITMUN es un proyecto colaborativo, desarrollado por administraciones públicas de ámbito supramunicipal, que tiene como objetivo dar respuesta a las necesidades de consulta y acceso a la información territorial tanto propias como a las administraciones locales de su ámbito territorial (ayuntamientos, consells comarcals, entidades municipales descentralizadas, etc.) a las que ofrecen sus servicios. La idea de SITMUN surgió a partir de la

---

(1) Diputació de Barcelona: codinachsm@diba.cat, saezbj@diba.cat

(2) Consell Insular de Menorca: ricard.cots@cime.es

(3) Consell Insular de Mallorca: fguaita@conselldemallorca.net

(4) Diputació de Lleida: mlatorre@diputaciolleida.cat

constatación de la dificultad que supone la implantación de herramientas de sistemas de información geográfica (en adelante SIG) a nivel municipal. Así, se planteó el desarrollo de un SIG municipal centralizado que, gestionado por entes supramunicipales, permitiera dotar de funcionalidades SIG a los ayuntamientos que, teniendo la necesidad, no disponían de medios propios para su implantación.

La primera versión de SITMUN se desarrolló en el marco de la iniciativa comunitaria INTERREG IIB SUDOE, financiada por el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER). El proyecto se inició en el año 2003 y finalizó en el 2005 y contó con la participación de cinco administraciones (Diputació de Barcelona, Consorci d'Informàtica Local de Mallorca, Consell Insular de Menorca, Gobierno de Cantabria y Associacao de Municípios da Terra Quente Transmontana) y dos universidades (Universitat Autònoma de Barcelona y Universitat de les Illes Balears). La primera versión de SITMUN fue íntegramente conceptualizada y desarrollada por los propios socios del proyecto y consiguió con éxito desarrollar una aplicación web capaz de gestionar información territorial desde un servidor de mapas comercial, y configurar distintas aplicaciones con diferentes tipos de acceso a información, para distintos tipos de usuario.

El rápido avance que en los últimos años se ha producido en la tecnología web de servicios de mapas y la aparición de estándares de interoperabilidad de información territorial (WMS, WFS, WMC.), ha creado nuevas necesidades a las que los clientes generados a partir de SITMUN no podían dar respuesta. Por este motivo a principios de 2009 se inicia su evolución hacia una nueva versión (SITMUN2).

En la creación de SITMUN2 han participado cinco administraciones: Diputació de Barcelona, Diputació de Lleida, Consell Insular de Menorca, Consell Insular de Mallorca y Gobierno de Cantabria. Ha sido financiado con recursos propios a excepción del núcleo del administrador, que ha sido cofinanciado con recursos del programa Plan Avanza Servicios Públicos Digitales del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.

Actualmente SITMUN ofrece servicio aproximadamente a 700 entes locales a través de 4 entidades supramunicipales (Diputació de Barcelona, Diputació de Lleida, Consell Insular de Mallorca, Consell Insular de Menorca), lo que supone un total de unos 2400 usuarios registrados, que acceden a los diferentes recursos de la plataforma.

## 2. OBJETIVOS Y DESCRIPCIÓN GENERAL

A pesar de las ventajas que supone el uso de las herramientas SIG para la gestión territorial, las dificultades para introducir su uso en las administraciones locales con mayor limitación de recursos son considerables. No obstante, con la aparición en el mercado de instrumentos de consulta como teléfonos y tabletas, los SIG se están convirtiendo en una importante herramienta de consulta.

Por ello, el principal objetivo de SITMUN2 continúa siendo la necesidad de disponer de herramientas de apoyo a la gestión territorial de administraciones locales con limitación de recursos, mediante la cartografía y las herramientas SIG. Pero su uso no se centra sólo en los usuarios de los ayuntamientos, sino también de las entidades supramunicipales (diputaciones, consells insulars, gobiernos autonómicos, etc.) y a todo el público en general.

Además del objetivo principal, se han marcado nuevos hitos como objetivos, que no por ser secundarios, tienen menos importancia. Son los siguientes:

- Utilizar SITMUN como plataforma para la creación de recursos IDE (Infraestructura de Datos Espaciales).
- Conseguir que SITMUN sea un generador real de aplicaciones para dispositivos de escritorio y móviles (teléfonos inteligentes y tabletas). Más allá de configurar accesos diferenciales a datos, SITMUN debe ser capaz de gestionar aplicaciones distintas, con funcionalidades y aspecto completamente distinto.
- Utilizar SITMUN como herramienta de consulta/gestión. SITMUN se plantea como una puerta para agilizar la consulta y la gestión de información corporativa de las corporaciones locales.
- Utilizar SITMUN como visor IDE. Posibilidad de parametrizar un cliente SITMUN como visor de la IDE, acorde a las recomendaciones a nivel nacional y europeo.



- Administrar el sistema. Además de generador de aplicaciones, SITMUN debe permitir administrar el sistema: usuarios, perfiles, acceso a territorios, disponibilidad de tareas, etc.
  - Posibilitar la configuración para cualquier agrupación de municipios.
  - Crear un sistema fácilmente ampliable. SITMUN debe tener una arquitectura que permita con facilidad incorporar nuevas funcionalidades.
  - Reutilizar código entre administraciones. SITMUN está acorde a lo establecido en la Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos (que, por el hecho de proceder de una directiva europea, afecta a todos los miembros.). Dicha ley, en sus artículos 45 y 46 del Capítulo III destaca la reutilización de sistemas y aplicaciones de propiedad de la Administración, así como la transferencia de tecnología entre administraciones.
  - Promover la utilización de estándares. SITMUN se basa en el uso de estándares de interoperabilidad de datos (cartográficos y alfanuméricos). Este hecho permite que SITMUN sea independiente del modelo de datos y de la tecnología de servidor de mapas.
  - Facilitar el uso de la información geográfica al sector público y a la ciudadanía, en cumplimiento de la normativa vigente.
  - Ayudar a cumplir las directivas europeas y resto de normativa concordante. Facilitar la publicación y/o extracción de información geográfica de las administraciones locales de acuerdo con lo establecido en la Directiva INSPIRE y otras normativas dentro de este ámbito.
- DIRECTIVA 2003/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de noviembre de 2003, relativa a la reutilización de la información del sector público.
  - DIRECTIVA 2007/2/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE).
  - Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del sector público.
  - Real Decreto 4/2010, de 8 de enero, por el que se regula el Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica.
  - Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España (LISIGE).
  - REGLAMENTO (UE) N. 1089/2010 de la Comisión, de 23 de noviembre de 2010, por el que se aplica la Directiva 2007/2/CE en lo que se refiere a la interoperabilidad de los conjuntos y los servicios de datos espaciales.
  - Real Decreto 1495/2011, de 24 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del sector público, para el ámbito del sector público estatal.

SITMUN2 es una plataforma formada por diferentes recursos, entre los que cabe destacar una aplicación web de administración capaz de configurar y generar aplicaciones web personalizadas, y las aplicaciones cliente de consulta/gestión de información territorial, preparadas para dispositivos de escritorio y móviles (teléfonos inteligentes y tabletas). Cada cliente puede visualizar diferentes cartografías, acceder a distinta información y usar distintas funcionalidades.

### 3. EL MÓDULO ADMINISTRADOR

SITMUN2 permite generar-gestionar aplicaciones web de consulta y edición de información territorial para diferentes dispositivos. La característica principal de SITMUN se basa en la centralización de la gestión, de manera que un único administrador es capaz de gestionar un gran número de aplicaciones (clientes web y móvil). El módulo administrador permite a los entes supramunicipales gestionar el sistema para que los usuarios puedan acceder a las diferentes aplicaciones de consulta y/o gestión territorial, con el fin de acceder a la información necesaria y disponer de las funcionalidades según requieran.

Está basado en un modelo de datos adaptado para los gestores de bases de datos Oracle, PostgreSQL y SQL Server. No requiere ningún modelo de datos específico para la información territorial que se visualiza y/o edita en las aplicaciones cliente. Se puede instalar en varios idiomas.

Las funcionalidades que incluye este módulo son (véase figura 1):

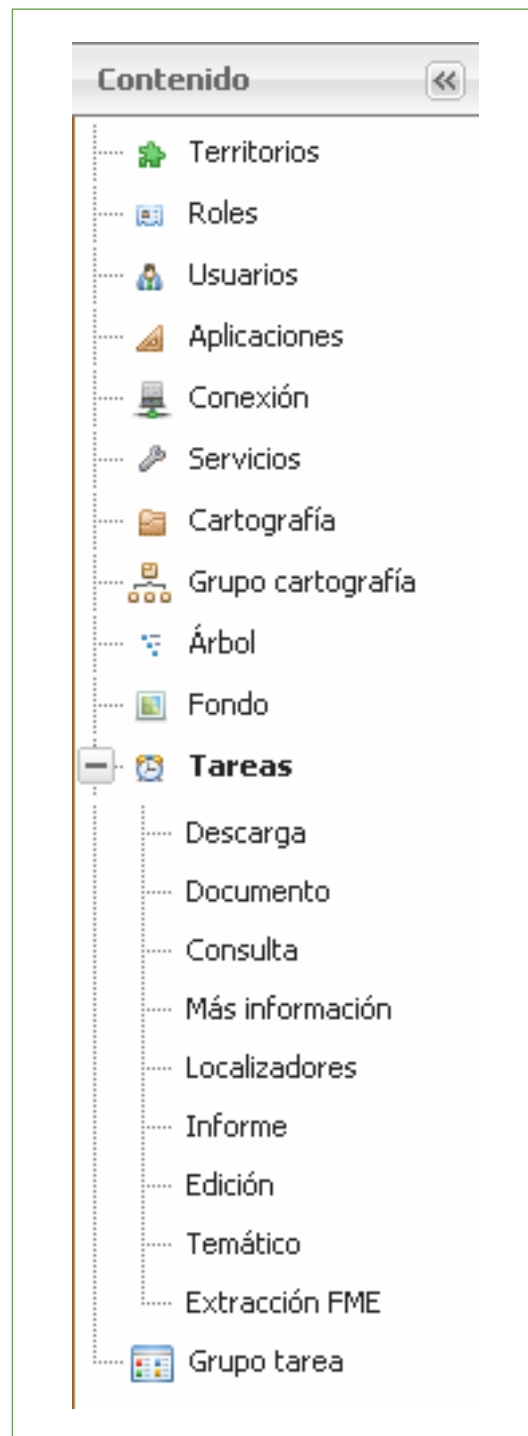


Figura 1. Tabla de contenidos del administrador de SITMUN2.

- Gestión de usuarios y perfiles: definir el acceso de los usuarios a las distintas aplicaciones cliente, a los ámbitos territoriales, a la información territorial (cartográfica y alfanumérica) y a las tareas o funcionalidades que precise cada uno de los perfiles.



- Gestión de ámbitos territoriales: definir territorios y agruparlos en diferentes niveles (municipales, supra-municipales y regionales).
- Gestión de cartografías: definir las diferentes cartografías que se quieren poner al alcance de los usuarios, especificar la disponibilidad de éstas en cada uno de los ámbitos territoriales, definir la fuente de cada una de las cartografías (vía geoservicios estándares OGC), agruparlas temáticamente dentro del árbol de contenidos, asociarles sus correspondientes leyendas (OGC:WMS- GetLegendGraphic) y los enlaces a sus catálogos de metadatos (OGC:CSW).
- Gestión de tareas. El administrador puede gestionar los siguientes tipos de tareas: cálculos espaciales, descarga de ficheros (tanto de cartografía como documentos), extracción dinámica de cartografía a diferentes formatos y sistemas de coordenadas, preparación de consultas asociadas a elementos del territorio (fichas, metadatos, documentos, enlaces web, acceso a base de datos, etc.), plantillas para informes dinámicos (incluyen información alfanumérica y mapas), localizadores, plantillas para impresión a gran formato, generación de mapas temáticos, edición de cartografía (vía OGC:WFS-T) y también de datos alfanuméricos, reporte de incidencias en la vía pública desde dispositivo móvil y gestión de estadísticas del sistema (logs). Pero el sistema es abierto y permite ir incorporando nuevos tipos de tareas a medida que se requieran, definiendo qué programas necesita para su ejecución, los parámetros necesarios, etc.
- Gestión de aplicaciones: configurar las diferentes aplicaciones cliente SITMUN (definir el aspecto y asignarles las funcionalidades o tareas que se deseen), definir aplicaciones externas, configurar enlaces entre las distintas aplicaciones para que un usuario pueda cambiar de una a otra fácilmente, compartir información entre ellas y control de acceso a cada aplicación para los distintos perfiles de usuarios y para los diferentes ámbitos territoriales.

#### 4. LAS APLICACIONES CLIENTE

Llamamos cliente a cada una de las aplicaciones generadas desde el administrador, orientada a satisfacer las necesidades de un perfil de usuario concreto. Así cada cliente tiene características diferentes en función de las necesidades de cada perfil. Por ejemplo, los usuarios de un ayuntamiento no tienen por qué poder consultar la información del ayuntamiento vecino, o los usuarios de un departamento pueden no necesitar consultar los datos de otro departamento o no querer que otros consulten los suyos. Así se establecen perfiles de usuario con acceso a un territorio concreto, una información específica y determinadas funcionalidades. A cada usuario se le puede asignar uno o más perfiles puesto que un usuario puede tener acceso a uno o varios territorios, información y funcionalidades, asegurando el cumplimiento de la LOPD (Ley de Protección de Datos).

Las aplicaciones cliente de SITMUN2 permiten a los usuarios consultar/analizar información cartográfica y alfanumérica, pero también permiten la edición de esta información.

Como hecho diferencial de la anterior versión cabe destacar la posibilidad de generar visores de aspecto y contenido diferente a los que se puede acceder, en función de la configuración de usuario. Dichos visores pueden estar accesibles desde otras aplicaciones a partir de una dirección y unos parámetros, facilitando que SITMUN2 pueda llegar a ser un componente gráfico de cualquier otra aplicación alfanumérica corporativa.

Las funcionalidades disponibles para la parametrización de cada aplicación cliente son:

- Tipo de dispositivo: escritorio o móvil (teléfono inteligente y tabletas).
- Formulario de autenticación para usuarios registrados en el sistema.
- Selector de ámbito territorial y aplicación.
- Herramientas básicas de navegación por el mapa (zoom, pan, mapa guía, etc.).
- Herramientas de análisis (distancias, áreas, buffers, intersección gráfica).
- Herramientas de edición gráfica y alfanumérica.
- Búsquedas por atributo o coordenada.
- Escalas predefinidas, visualización de escala gráfica y numérica.
- Gestión de capas: lista de capas disponibles, transparencias, ordenación, leyenda, metadatos.



Figura 2. Muestra de aplicaciones cliente SITMUN.





- Incorporación de capas vía servicios OGC (WMS, WFS, etc.) y/o ficheros.
- Elaboración de mapas temáticos.
- Impresión de mapas con inclusión de leyendas y resultados de cálculos realizados.
- Obtención de información alfanumérica: mediante listados o bien a partir de elementos gráficos.
- Obtención de informes que contengan información geográfica y/o alfanumérica.
- Descargas de información geográfica.
- Formulario de contacto con el administrador.
- Selección de idioma.
- Acceso a aplicaciones externas desde el propio visor.
- Posibilidad de acceso desde otras aplicaciones (mediante paso de parámetros).

## 5. TECNOLOGIA

Si se tuviera que definir tecnológicamente SITMUN2 mediante una única palabra, ésta sería sin ninguna duda: abierto.

Abierto en cuanto a la tecnología utilizada. Uno de los requisitos tecnológicos del proyecto es el uso de soluciones (APIs) de código abierto para evitar la dependencia de los intereses de las empresas dominantes en cada área (SIG, bases de datos, programación web, interfaces de usuario...). En el cliente (aplicación html/javascript pura, sin plugins, applets, etc) se utiliza OpenLayers como librería de mapas y Dojo para la gestión de la interfaz gráfica. En el servidor, tanto la aplicación administrador como los diferentes componentes de servicio (consultas, informes, localizadores...) están programados en java haciendo uso de diferentes APIs de código abierto como: Hibernate (acceso al diccionario de datos que configura SITMUN2), JasperReports (plantillas, motor de informes e impresión de mapas), GeoTools (operaciones espaciales, impresión).

Abierto en cuanto a la libertad de elección de las fuentes de los servicios de mapas. Al utilizar como API de mapas OpenLayers, SITMUN2 puede trabajar con todas las clases de capas que soporta actualmente esta librería y las que soporte en el futuro. Se hace especial hincapié en los servicios OGC (WMS y WFS, siguiendo las directivas de INSPIRE), y el uso de cachés (TileCache, WMTS, ArcGIS Server). Las organizaciones podrán optar por servir sus datos espaciales con el servidor de mapas que se adapte mejor a sus necesidades, independientemente que sea comercial o de código abierto.

Abierto al ser totalmente independiente del modelo de datos del sistema de información territorial corporativo de la organización. Los administradores tienen total libertad para definir consultas, informes, localizadores... sobre el modelo de datos de su organización gracias a que todas estas tareas se definen mediante sentencias SQL o servicios web (WS).

Abierto en el acceso a la información. Todas las tareas (información de elemento, consultas, informes, localizadores...) que acceden al sistema de información territorial corporativo lo hacen directamente a la base de datos mediante sentencias SQL, o bien de forma indirecta mediante un servidor de mapas y el servicio WFS. Para aquellas situaciones donde ninguna de estas alternativas sea posible, SITMUN2 ofrece la posibilidad de acceder a la información mediante WS. Los administradores pueden definir los WS necesarios para solucionar los casos especiales.

Abierto como sinónimo de interoperable. Se ha puesto especial énfasis en utilizar estándares (consensuados tipo OGC o de {acto) con el objetivo último de la interoperabilidad. Entre otros: WMS, WFS, GML, KML, SLD, GeoJson, PDF, WMTS...

Abierto en la gestión de la seguridad. En una aplicación de gestión territorial como SITMUN2 es muy importante el control de acceso a la información, ya sea mediante la visualización de capas o la ejecución de tareas (consultas, informes...). Una potente gestión de roles permite dar acceso a los usuarios a toda la información controlada por el sistema. Para la gestión de usuarios se dispone de las siguientes alternativas: la propia base de

datos, una base de datos externa y LDAP. Además, si ninguna de ellas es viable debido a las políticas de seguridad de la organización, es posible gestionarlo mediante un WS.

Abierto a la personalización de las aplicaciones cliente. Al definir una aplicación se puede configurar el uso del cliente SITMUN2 genérico o un cliente personalizado. En el segundo caso, mediante la modificación de componentes del cliente genérico (a nivel de programación y gestión de estilos CSS), se pueden configurar aplicaciones que van desde la interfaz típica de un SIG (cliente genérico) hasta la interfaz minimalista de Google Maps.

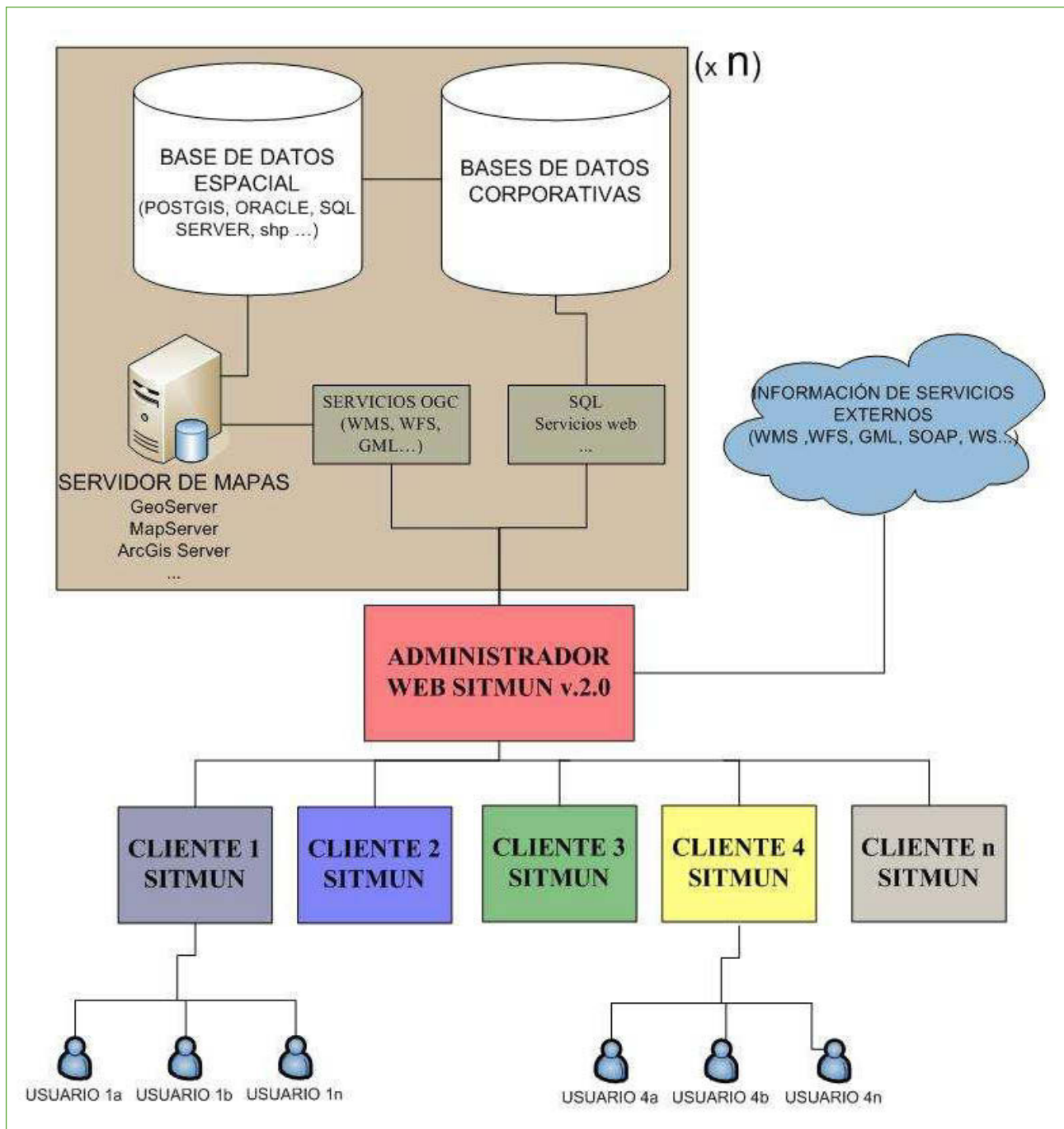


Figura 3. Esquema conceptual de SITMUN.



Y finalmente, pero no menos importante, abierto en el sentido que es totalmente expandible funcionalmente. En la fase de diseño se le ha dado mucha importancia a la construcción de un framework de tareas. Todas las tareas nativas de SITMUN2 (información de elemento, consultas, informes, localizadores...) se construyen a partir de una tarea genérica añadiendo las características y operaciones que la definen. Cuando sea necesario añadir una nueva funcionalidad a SITMUN2 se podrá hacer a través del framework de tareas. La nueva tarea se encapsulará a modo de plugin, éste constará de la interfaz de usuario del administrador, los scripts de actualización del diccionario de datos (base de datos de configuración), el módulo servidor que ejecuta la tarea (si es necesario), y la interfaz de usuario del cliente (con las llamadas al módulo servidor y el tratamiento de las respuestas, si es necesario).

En definitiva, se han buscado las soluciones tecnológicas y de diseño con el objetivo de construir un sistema de acceso a la información territorial siguiendo los estándares actuales, interoperable, muy flexible, y con la posibilidad de ampliar en el futuro tanto sus fuentes de datos como su funcionalidad.

## 6. RED EUROPEA SITMUN

Con fecha 1 de junio de 2006 se acordó la creación de la Red Europea SITMUN con el objetivo de asegurar la continuidad del proyecto una vez finalizado, tal como estaba previsto en el formulario de candidatura aprobado por el Programa Interreg IIB SUDOE, asegurando a su vez el contacto entre sus miembros. Dicha Red estaba compuesta inicialmente por los socios principales del proyecto SITMUN pero actualmente ya cuenta con la adhesión de otras administraciones.

La Red se propone como instrumento para dar continuidad a la explotación del proyecto SITMUN, sistema centralizado para la gestión municipal que tiene referencia al territorio. Esta voluntad se recoge en los siguientes objetivos:

- Promover el uso de SITMUN como herramienta para ofrecer un servicio a las entidades locales, a través de una entidad supramunicipal.
- Promover el intercambio de experiencias en el entorno SIT (Sistemas de Información Territorial) a través de la cooperación entre administraciones locales en el ámbito de los sistemas de información geográfica.
- Ofrecer a las administraciones locales, de similares características y experiencias, una plataforma para facilitar los contactos a nivel europeo.
- Establecer relaciones estables de cara a desarrollar, mantener y promover proyectos comunes.
- Posibilitar la transferencia tecnológica.

Pueden ser miembros de la Red Europea SITMUN las instituciones públicas que se comprometan a cumplir las condiciones que establece el Protocolo de Adhesión y aprueben dicha adhesión a través de un órgano competente.

En definitiva, la Red Europea SITMUN es el instrumento que da continuidad a la explotación de dicho proyecto y, como consecuencia, es el medio que permite evolucionar esta herramienta con pocos recursos, derivado de la voluntad de cooperación entre sus miembros.

Más información en [www.sitmun.org](http://www.sitmun.org).

## 7. CONCLUSIONES

Actualmente las nuevas tecnologías relacionadas con los sistemas de información geográfica y las infraestructuras de datos espaciales han avanzado de una manera muy importante, a lo que cabe destacar el papel de los estándares en dicha evolución, permitiendo la interoperabilidad entre los diferentes sistemas. Dicho progreso aconsejó una evolución de SITMUN hacia las nuevas tecnologías.

Se podría definir SITMUN2 como un generador-gestor de aplicaciones web de consulta de información territorial. Desarrollado con soluciones de código abierto, se basa en estándares de interoperabilidad, hecho que lo independiza del modelo de datos de la información, tanto gráfica como alfanumérica.

Así SITMUN2 se constituye como una plataforma que facilita el desarrollo de infraestructuras y servicios de información geográfica, permitiendo, desde un único administrador, generar y gestionar múltiples aplicaciones web (para dispositivos de escritorio y móviles) de consulta y edición de información vinculada al territorio, con la capacidad de personalizar, para cada caso, la interficie, la información disponible, las funcionalidades y el ámbito territorial.

Destacar también la colaboración entre administraciones públicas en su desarrollo, tanto en el proyecto inicial como en su evolución, favoreciendo lo establecido en la Ley 11/2007 de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos, donde se potencian tanto la reutilización de sistemas y aplicaciones de propiedad de la Administración, como la transferencia de tecnología entre Administraciones.

Finalmente concluir que SITMUN2 cumple con los objetivos marcados.

## Avances de CartoCiudad en 2013

### Actualizaciones y Mejoras

(\*) ALICIA GONZÁLEZ; ANA VELASCO; PATRICIA, TRIGO; JULIÁN GONZÁLEZ;  
PALOMA VERDEJO y GLORIA ANDRÉS

---

#### Resumen

CartoCiudad es una base de datos de red viaria continua, cartografía urbana e información censal y postal que abarca todo el territorio nacional, y que se genera con información proveniente de organismos oficiales. Se puede consultar a través del geoportal [www.cartociudad.es](http://www.cartociudad.es), utilizando sus servicios web de visualización, consulta y procesamiento, o mediante los ficheros disponibles en el Centro de Descargas del CNIG.

Los trabajos en este año 2013 han consistido en la incorporación de los municipios de Andalucía y Castilla y León que faltaban, lo que supone haber alcanzado la cobertura prácticamente completa de toda España. Por otra parte, se continúa realizando revisiones y controles de calidad permanentemente, efectuando las actualizaciones necesarias de la base de datos. También se han llevado a cabo mejoras que aumentan el rendimiento de los servicios.

Otra línea de actuación en la que se sigue trabajando es la migración de la base de datos y los servicios web a PostGIS [1], un paso más en la apuesta por el software libre que se viene realizando en el Instituto Geográfico Nacional.

Como proyecto colaborativo que es, este año está prevista la firma de un convenio de colaboración con la Comunidad Autónoma de Galicia para la actualización de los datos, optimizando así la gestión y el gasto que conllevan los trabajos de mantenimiento y actualización de los datos. También se ha reabierto la línea de trabajo conjunta con el Comisionado para el Mercado de Tabacos, que de nuevo utilizará la cartografía de CartoCiudad y sus servicios para georreferenciar las expendedurías y puntos de venta con recargo, lo que permitirá la verificación del cumplimiento de la normativa del mercado del tabaco.

Por último, y como novedad de gran relevancia, cabe destacar la renovación del área de contenidos del geoportal de CartoCiudad ([www.cartociudad.es/portal/](http://www.cartociudad.es/portal/)), que ha supuesto una reestructuración de la información y la incorporación de nuevas secciones. Incluye toda la documentación técnica del proyecto, las líneas de trabajo en relación con la adaptación a INSPIRE [2], y facilita al usuario el acceso a las herramientas del CartoVisor, el geocodificador inverso así como al visualizador de los datos. Además, contiene secciones de divulgación, de opinión de los usuarios y enlaces a las redes sociales; todo ello con el objetivo de dar mayor difusión a los datos, servicios y aplicaciones que ofrece el proyecto.

#### Palabras clave

CartoCiudad, callejero, WMS, PostGIS, convenios de colaboración, geoportal.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto CartoCiudad nace en 2006 a partir de la generación de la red viaria urbana de los municipios principales de España (mayores de 50.000 habitantes) y su conexión al entramado de carreteras interurbanas para dar lugar a una red de transporte continua de cobertura nacional. Durante los años sucesivos se ha ido completando la producción del resto de municipios hasta llegar a la actualidad con la cobertura total del territo-

---

(\*) Centro Nacional de Información Geográfica, Servicio de Infraestructuras de la Información Geográfica: {agjimenz, jgonzalezg, avelasco, pverdejo, ptrigo, gloria.andres}@fomento.es

rio y ampliando los canales de difusión y la accesibilidad a los datos a través de diferentes servicios web estándar y el propio Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG).

Este proceso de crecimiento progresivo y la garantía del mantenimiento y actualización de los datos en grandes extensiones del territorio ha sido posible gracias a los mecanismos de colaboración establecidos con un número importante de comunidades autónomas y cuya metodología y filosofía de trabajo se pretende extender al resto de regiones que deseen participar.

El principio básico de la oficalidad de los datos se ha mantenido durante los años de producción y sigue siendo uno de los pilares fundamentales en la tarea de actualización de los datos. Así, la información consultable procede en origen de la Administración General del Estado (fundamentalmente de Dirección General del Catastro, Instituto Nacional de Estadística, Sociedad Estatal de Correos y Telégrafos, Instituto Geográfico Nacional) y de las Comunidades Autónomas con las que se han firmado convenios o incluso datos facilitados desde la administración local.

Temáticamente CartoCiudad se puede asociar a tres ámbitos diferentes aunque relacionados entre sí: transporte, por contener esa red viaria continua con topología mencionada anteriormente, direcciones pues contempla los componentes fundamentales que permiten la localización (portales, pk, códigos postales), y estadístico al integrar el seccionado censal. Dado que transportes y direcciones son temas del Anexo I de la directiva INSPIRE y por tanto también se encuentran recogidos en su ley de trasposición (LISIGE [3]), actualmente se trabaja para garantizar la conformidad a dicha normativa de los datos, su publicación y acceso. En este sentido, al servicio WMS conforme a INSPIRE [4] publicado en 2012 (<http://www.cartociudad.es/wms-inspire/CARTOCIUDAD/CARTOCIUDAD>) se ha sumado recientemente el servicio WFS de Direcciones INSPIRE de CartoCiudad (<http://www.cartociudad.es/wfs-inspire/direcciones>).

Los avances realizados en el proyecto y las nuevas líneas de trabajo tienen por objetivo principal ampliar el grado de utilidad de los datos para los usuarios. Con el fin de facilitar la difusión de los mismos y la interacción con los usuarios se ha mejorado el portal del proyecto [www.cartociudad.es/portal](http://www.cartociudad.es/portal) adquiriendo ahora mayor protagonismo, vía acceso directo, las herramientas CartoVisor (API CartoCiudad) y Geocodificador inverso, la descarga de datos (a través del centro de descarga de CNIG), y las consultas de los ciudadanos.

## 2. ACTUALIZACIÓN DE LOS DATOS

Los trabajos de cobertura y actualización de los datos durante este año han estado centrados principalmente en dos áreas geográficas: Andalucía y Castilla y León, y en algunas ciudades del resto de España.

En la comunidad autónoma andaluza se realizaron trabajos de generación de las capas de CartoCiudad de casi cuatrocientos municipios, publicándose estos datos a principios de año. Como simultáneamente se está trabajando en colaboración con el Instituto de Cartografía y Estadística de Andalucía, ha sido necesaria la coordinación entre equipos para priorizar los municipios a ejecutar por cada organismo.

En Castilla y León, se ha completado la comunidad autónoma con la producción de los más de 1.600 municipios con población inferior a 400 habitantes que faltaban por incluirse en CartoCiudad y que próximamente serán publicados. Además, se han actualizado los municipios realizados con anterioridad a 2007, por lo que la mayoría de los municipios han sido actualizados este último año.

Simultáneamente se han ido actualizando algunas capitales de provincia y otras ciudades que iban quedando más desactualizadas de las comunidades de Asturias, Galicia, Extremadura y Canarias.

Además, de forma continua se van corrigiendo errores, actualizando códigos y mejorando datos de toda España en la base de datos. Las últimas incorporaciones a la base de datos son la nueva versión de la capa de Códigos Postales, realizada con la colaboración de Correos, el Seccionado Censal de 1 de enero de 2013, y la



última versión de las líneas límite del Registro Central de Cartografía. Es por ello que periódicamente se publican actualizaciones en los ficheros de descarga y en la información publicada por los servicios web.

### 3. MIGRACIÓN A POSTGRESQL - POSTGIS

Actualmente se está llevando a cabo la migración de las bases de datos del IGN-CNIG a un entorno de software libre. En concreto se ha elegido como Sistema Gestor de Base de Datos PostgreSQL para la gestión de datos espaciales.

Para la base de datos de CartoCiudad se realizaron diversas pruebas donde se reprodujo el modelo de datos y se cargaron todos los registros, con resultado de éxito e incluso de reducción del tamaño en disco de la base de datos.

La migración de los servicios de mapas WMS de CartoCiudad hechos con Geoserver tampoco presentó problemas. En cuanto a la conexión de los servicios WFS con Deegree, ha sido necesario reproducir en PL/PgSQL algunas funciones almacenadas en PL/SQL.

El principal escollo se ha presentado con el servicio WPS que realiza el cálculo de rutas y de áreas de influencia. Las clases que implementan las operaciones del WPS aprovechan la API Java de Oracle Spatial, por lo tanto, el trabajo actual que se está acometiendo consiste en redefinir estas clases, buscando un modelo de red en PostgreSQL – PostGIS.

El objetivo es disponer los datos y los servicios correspondientes de CartoCiudad en el entorno de PostGIS antes de que finalice este año.

### 4. NUEVO SERVICIO WFS-INSPIRE

CartoCiudad dispone de un nuevo servicio web de fenómenos (WFS) de acuerdo a la versión 2.0.0 [5] del Open Geospatial Consortium (OGC) [6] y según la especificación de datos sobre direcciones de INSPIRE [7]:

<http://www.cartociudad.es/wfs-inspire/direcciones?service=WFS&request=GetCapabilities>

En este servicio se pueden consultar los siguientes tipos de fenómenos:

- Address (direcciones).
- ThoroughfareName (nombres de calles o viales).
- PostalDescriptor (códigos postales).
- AdminUnitName (nombres de unidades administrativas).

Se ha desarrollado con Deegree 3.3.3 [8] y se espera que a medida que siga evolucionando el producto se puedan implementar ciertas mejoras en la consulta tanto de los nombres de viales como de unidades administrativas.

Para facilitar el uso del servicio se han creado una serie de consultas almacenadas (stored queries), de manera que el usuario solo tenga que indicar los valores de los parámetros de cada consulta en vez de un filtro según la especificación Filter Encoding 2.0 de OGC [9].

#### 4.1. Evaluación de soluciones

A la hora de implementar el servicio se buscaron alternativas de aplicaciones de tipo software libre, de manera que la implementación del servicio no implicase un gasto añadido, que no requisieran ningún tipo de experiencia previa. Los candidatos que se consideraron fueron GeoServer [10]+ plugin AppSchema y Deegree.

Después de varias pruebas con GeoServer + plugin AppSchema se concluyó que, por el momento, no era una alternativa viable para la implementación del servicio, sin embargo puede que en el futuro sea necesario volver a tenerla en cuenta.

Descartada la primera alternativa y tras hacer pruebas con Deegree en su versión 3.3.1, finalmente el servicio fue implementado en la versión 3.3.3.

## 4.2. Tratamiento de los datos

Para facilitar la configuración del servicio se decidió transformar los datos de la base de datos a un modelo más cercano al modelo de direcciones de INSPIRE utilizando vistas, de manera que para el servicio fuese transparente cualquier modificación en las tablas consultadas por la vista. Sin embargo, el rendimiento del servicio utilizando vistas no fue el esperado y se decidió materializar las vistas en tablas.

En el diseño de las tablas se tuvo en cuenta, por un lado, el modelo de direcciones de INSPIRE, creando una tabla por cada tipo de fenómeno y tipo de dato además de, para cada una de las relaciones entre tipos de fenómenos y tipos de datos, la naturaleza de los datos que se sirven, para simplificar el anterior modelo, y la manera en que Deegree representa ciertos elementos del esquema XML, para terminar el modelo.

Finalmente el modelo que sirve como fuente de datos del servicio contiene las siguientes tablas:

- ADDRESS con la información necesaria para generar el fenómeno Address y los tipos de datos Identifier, GeographicPosition y AddressLocator utilizados por algunos de los atributos del fenómeno Address y la relación withinScopeOf del tipo AddressLocator con el fenómeno ThoroughfareName en nuestro caso.
- ADMINUNITNAME con la información necesaria para generar el fenómeno AdminUnitName.
- COMPONENT que representa la relación component del fenómeno Address con los fenómenos AdminUnitName, PostalDescriptor y ThoroughfareName.
- LOCATORDESIGNATOR con la información necesaria para generar el tipo de dato LocatorDesignator y la relación entre este tipo de dato y el AddressLocator.
- POSTALDESCRIPTOR con la información necesaria para generar el fenómeno PostalDescriptor.
- SITUATEDWITHIN que representa la relación situatedWithin entre componentes, en nuestro caso entre fenómenos AdminUnitName, y los fenómenos PostalDescriptor y ThoroughfareName con AdminUnitName.
- THOROUGHFARENAME con la información necesaria para generar el fenómeno ThoroughfareName.

## 4.3. Configuración del software

Una vez preparados los datos, y desplegado Deegree sobre Tomcat, la configuración del servicio se realizó en los siguientes pasos:

- Creación del área de trabajo. La versión 3.3.3 de Deegree agrupa en un área de trabajo (workspace) las conexiones a bases de datos, los esquemas XML que definen los fenómenos, los ficheros donde se realiza la correspondencia entre el esquema XML y el modelo en base de datos, y los servicios en los que estarán disponibles esos fenómenos. Lo recomendado por Deegree es importar un espacio de trabajo INSPIRE disponible en sus servidores para después personalizarlo en función de las necesidades de cada usuario.
- Configuración de la conexión a base de datos. La conexión se realiza utilizando una cadena JDBC.
- Configuración de los fenómenos. La configuración de los fenómenos se hace mediante un fichero XML en el que se indican correspondencias entre tipos de fenómenos del esquema XML con tablas de la base de datos, atributos de los tipos de fenómenos con columnas en las tablas o valores constantes y las relaciones entre fenómenos como tablas.





- Configuración del servicio WFS. La configuración del servicio se reduce a configurar las capacidades que tendrá el servicio, generar las consultas almacenadas (stored queries) que se quieran facilitar a los usuarios finales y cumplimentar las secciones ServiceIdentification y ServiceProvider del documento Capabilities, ya que todos los tipos de fenómenos configurados en el anterior paso son publicados de forma automática por el servicio.

#### 4.4. Trabajo futuro

En la actualidad el proyecto dispone de un servicio WFS por cada tipo de fenómeno, en concreto: Comunidad Autónoma, Provincia, Municipio, Distrito y Sección Censal, Código Postal, Vial y Portal, los cuales no pueden ser sustituidos por el nuevo servicio WFS INSPIRE por varias razones:

- Distrito y Sección Censal no tienen correspondencia con ningún fenómeno en la especificación de datos de direcciones de INSPIRE.
- Los fenómenos AdminUnitName, PostalDescriptor y ThoroughfareName no tienen representación espacial sin embargo sus correspondientes en CartoCiudad sí la tienen.
- La búsqueda por nombre en los fenómenos ThoroughfareName y AdminUnitName se restringe a las posibilidades que da la especificación Filter Encoding, sin embargo la búsqueda por nombre en los servicios de fenómenos vial y unidades administrativas ignora mayúsculas y minúsculas y caracteres acentuados.

Por tanto las mejoras que se plantean acometer en un futuro son:

- La creación de un esquema XML que importe el esquema XML de direcciones de INSPIRE y en el que estén definidos tipos de datos que contengan la representación espacial de los fenómenos PostalDescriptor y ThoroughfareName.
- Implementar la relación entre los fenómenos AdminUnitName de este servicio con los fenómenos AdministrativeUnit del servicio WFS INSPIRE de Unidades Administrativas que se encuentra en desarrollo.
- Estudiar la posibilidad de implementar el uso de expresiones SQL en la correspondencia de atributos de fenómenos, de manera que en las búsquedas por nombre en los fenómenos ThoroughfareName y AdminUnitName se puedan ignorar mayúsculas y minúsculas así como caracteres acentuados.

## 5. COLABORACIONES

Con el objetivo de poder garantizar unos datos actualizados y de calidad se trata de alcanzar acuerdos de colaboración con las comunidades autónomas en que esto es posible, para compartir la producción de CartoCiudad.

Recientemente se han firmado convenios de colaboración con el gobierno de Navarra, la Xunta de Galicia y la Comunidad Valenciana y se están finalizando la tramitación de los acuerdos correspondientes con Castilla-La Mancha y la Comunidad de Madrid.

Por otra parte, uno de los objetivos del proyecto es poder servir como cartografía de referencia para aquellos organismos públicos que requieran una cartografía urbana e interurbana de ámbito estatal. Con este fin se ha establecido este año un convenio de colaboración con el Comisionado para el Mercado de Tabacos. De esta manera, podrá georreferenciar sus expendedurías y los puntos de venta con recargo que deseen darse de alta.

El tener georreferenciadas las direcciones de estos establecimientos es crucial para verificar el cumplimiento de la normativa del mercado del tabaco. Para dar coordenadas a todas las direcciones de que dispone el Comisionado, se está implementando una herramienta de geocodificación, y posteriormente podrán consultarse a través de un cliente que publicará esta información mediante servicios web estándar. El cliente permitirá realizar las consultas pertinentes para dar de alta nuevos puntos de venta con recargo y expendedurías, pudiendo verificar previamente si dichos establecimientos cumplen la normativa.

## 6. GEOPORTAL CARTOCIUDAD: NUEVA ZONA DE CONTENIDOS

Desde junio de este año está disponible la nueva página de contenidos del geoportal CartoCiudad ([www.cartociudad.es/portal/](http://www.cartociudad.es/portal/)). Los cambios que se han realizado consisten en la modificación de su apariencia, la incorporación de nuevas secciones y la reestructuración y ampliación de la información. Está organizada en las tres áreas que se describen a continuación:

La zona lateral izquierda, donde se aloja toda la documentación relativa al proyecto, estructurada en cuatro apartados:

- Información del proyecto: contiene una descripción general, la relación de los datos que ofrece, su grado de actualización y el directorio de servicios web implementados.
- Utilidades del visualizador: se trata de una breve guía que explica las herramientas de navegación por el mapa y la utilización de los servicios de localización, cálculo de rutas y áreas de influencia.
- Documentación técnica: recoge las especificaciones del producto y la guía técnica de servicios web, que explica los servicios estándar que se ofrecen y cómo utilizarlos.
- Rincón INSPIRE: detalla los trabajos realizados para la adaptación a esta Directiva y a la Ley sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE).

El área central contiene accesos directos a las cuatro utilidades principales que permiten explotar los datos de CartoCiudad:

- El cliente visualizador, que permite ver los datos de CartoCiudad junto con el Catastro, el SIOSE o el PNOA; localizar direcciones, códigos postales, secciones censales o unidades administrativas; y calcular rutas entre dos puntos o áreas de influencia.
- El componente web CartoVisor, que es un visualizador de mapas personalizable que puede incluirse fácilmente en cualquier página web y que permite localizar direcciones y calcular rutas.
- El Geocodificador inverso, que permite obtener una dirección postal a partir de las coordenadas geográficas de un punto.
- El Centro de Descargas del CNIG, que ofrece, entre otros productos del IGN-CNIG, la descarga de las capas de CartoCiudad por provincia, en formato shapefile.

El lateral derecho está dedicado a la difusión de las novedades del proyecto, artículos y seminarios publicados sobre el proyecto. Además se incluye una sección de interacción con el usuario por medio de una breve encuesta y un formulario de sugerencias y consultas.

Con esta renovación se pretende mejorar la visibilidad y accesibilidad a toda la información del proyecto, tratando de facilitar la utilización de los datos y servicios de CartoCiudad.

## 7. CONCLUSIONES

Los trabajos realizados este año en del proyecto CartoCiudad han sido un paso más en la materialización de los pilares básicos en los que se sustenta el proyecto desde sus comienzos:

- Cartografía actualizada y de calidad: Por ello se van actualizando los municipios ya realizados, bien con medios propios, bien mediante convenios de colaboración con las comunidades autónomas que aportan sus información y participan en el proceso productivo.
- Marco colaborativo: Renovando y firmando nuevos acuerdos de colaboración para la producción de datos o bien para el aprovechamiento de los datos y servicios de CartoCiudad por otras administraciones, como en el caso del Comisionado para el Mercado de Tabacos.
- Cumplimiento de la directiva INSPIRE: Adaptando la base de datos a los modelos de datos INSPIRE (de momento en el tema de direcciones), publicando servicios de mapas y de fenómenos conforme a los requerimientos de INSPIRE.



Figura 1. Contenidos del geoportal CartoCiudad.

- Máxima difusión de la información: Aumentando y mejorando los canales de comunicación con el ciudadano, con el nuevo espacio de contenidos del portal CartoCiudad, donde se ha tratado de facilitar el acceso a datos, servicios y aplicaciones, ofrecer las novedades en la sección de noticias y el canal RSS, y obtener un feedback a través de la encuesta y el buzón de sugerencias.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Página web del proyecto PostGIS: <http://postgis.refractions.net/>
- [2] Directiva 2007/2/EC del Parlamento Europeo y del Consejo del 14 de marzo de 2007 estableciendo una Infraestructura de Datos Espaciales en la Comunidad Europea (INSPIRE) (2007) <http://inspire.jrc.ec.europa.eu>
- [3] Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España (LISIGE).
- [4] Reglamento (UE) N° 979/2009 de la Comisión, de 19 de octubre de 2009, por el que se ejecuta la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los servicios en red. Publicado el 20 de octubre de 2009 en el Diario Oficial de la Unión Europea, número 274 pp. 9-18.
- [5] OpenGIS Implementation Specification #09-025r1: Web Feature Service Implementation Specification Version 2.0.0, 2010.

- [6] Página web del Open Geospatial Consortium: <http://www.opengeospatial.org>
- [7] INSPIRE Thematic Working Group Addresses, D2.8.I.5 INSPIRE Data Specification on Addresses – Guidelines v.3.0.1, April 2010.
- [8] Página web de deegree: <http://www.deegree.org>
- [9] OpenGIS Implementation Specification #09-026r1: Filter Encoding Implementation Specification Version 2.0, 2010.
- [10] Página web de Geoserver: <http://www.geoserver.org>

## LOCALGIS 3

### Mejorando la Gestión Municipal Georreferenciada

(\*) JUAN A. LÓPEZ, CARLOS J. FUERTES, ALFONSO PEDRIZA y MÓNICA CITORES

---

#### Resumen

LocalGIS 3 es la nueva versión oficial de LocalGIS, el Sistema de Información Territorial Software Libre para Entidades Locales que surgió a iniciativa del Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España (MINETUR). La nueva versión LocalGIS 3, fruto del continuo apoyo del MINETUR al proyecto, estará disponible a finales de 2013 y cuenta con importantes mejoras tecnológicas y funcionales de Gestión Municipal.

A nivel de mejora tecnológica cabe destacar la modularización de la solución, para obtener un código más estructurado para posibilitar las distribuciones del sistema de forma modular. La evolución de los módulos ahora es más sencilla y controlada, de forma que los desarrollos de la comunidad de usuarios son más fáciles de desarrollar e integrar. También se ha desarrollado un nuevo instalador modular online que posibilita la instalación y actualización de los módulos de LocalGIS 3 de forma flexible e independiente, y se ha actualizado el software de base compatible (Java, Tomcat, etc).

A nivel funcional, se mejora la gestión documental georreferenciada integrando LocalGIS con Alfresco. Se actualiza la gestión de usuarios y permisos y se introduce el modelo de datos de direcciones de la Administración General Española.

También se actualiza LocalGIS para que su base de funcionamiento sea ETRS89 y se facilita su integración con sistemas externos como SIGM (gestión de expedientes) y el proyecto Urbanismo en Red de Red.es.

Se incorporan funcionalidades de Agenda Local 21 y se integran los desarrollos realizados en varios proyectos de la Comunidad LocalGIS, como son los del Principado de Asturias (Proyecto MO.DE.LO), Diputación de Toledo y Ayuntamiento de Vigo.

#### Palabras clave

Gestión Municipal Georreferenciada, LocalGIS, MINETUR, MITYC, GIS Municipal, SIG, IDE, software libre, sistema de información territorial, GeoPista, MODELO.

---

## 1. COMUNICACIÓN

LocalGIS 3 es la nueva versión oficial de LocalGIS, el Sistema de Información Territorial Software Libre para Entidades Locales que surgió a iniciativa del Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España (MINETUR).

LocalGIS permite:

- La gestión espacial de la información propia de cada entidad local, de forma compatible con la información oficial proporcionada por Catastro e INE.

---

(\*) COTESA – Grupo Tecopy: {juanlopez, carlosfuertes, alfonsopedriza, monicacitores}@grupotecopy.es

- Facilita la gestión administrativa del territorio municipal por parte de las entidades locales, al consolidar la información relacionada con el mismo.
- Facilita la normalización de la información del sistema con el objeto de facilitar el intercambio de información y la interoperabilidad administrativa.
- Permite trabajar con fuentes de información heterogéneas gráficas (dgn, dwg, shapefile, dxf, simple features) y alfanuméricas, garantizando la integridad en distintos entornos.
- Aporta la información georreferenciada para ser utilizada por los técnicos municipales en sus inspecciones y trabajos sobre el terreno.
- Permite acercar al ciudadano información municipal relevante a través de Internet: puntos de interés municipal, planeamiento urbanístico, patrimonio, información medioambiental, cultural, turística, demográfica, económica, etc.



Figura 1: Arquitectura Funcional General de LocalGIS.

LocalGIS tiene las siguientes características principales:

- Multiplataforma.
- Open Source.
- Dispone de Servicios Web para facilitar su integración con otros sistemas corporativos municipales.
- Facilita la construcción de una estructura de datos en base a estándares internacionales de la información espacial definidos por el OGC en cuanto a normalización, acceso a datos, almacenamiento de entidades simples y complejas, portabilidad, etc.

La nueva versión LocalGIS 3, fruto del continuo apoyo del MINETUR al proyecto, estará disponible a finales de 2013 y cuenta con importantes mejoras tecnológicas y funcionales de Gestión Municipal.

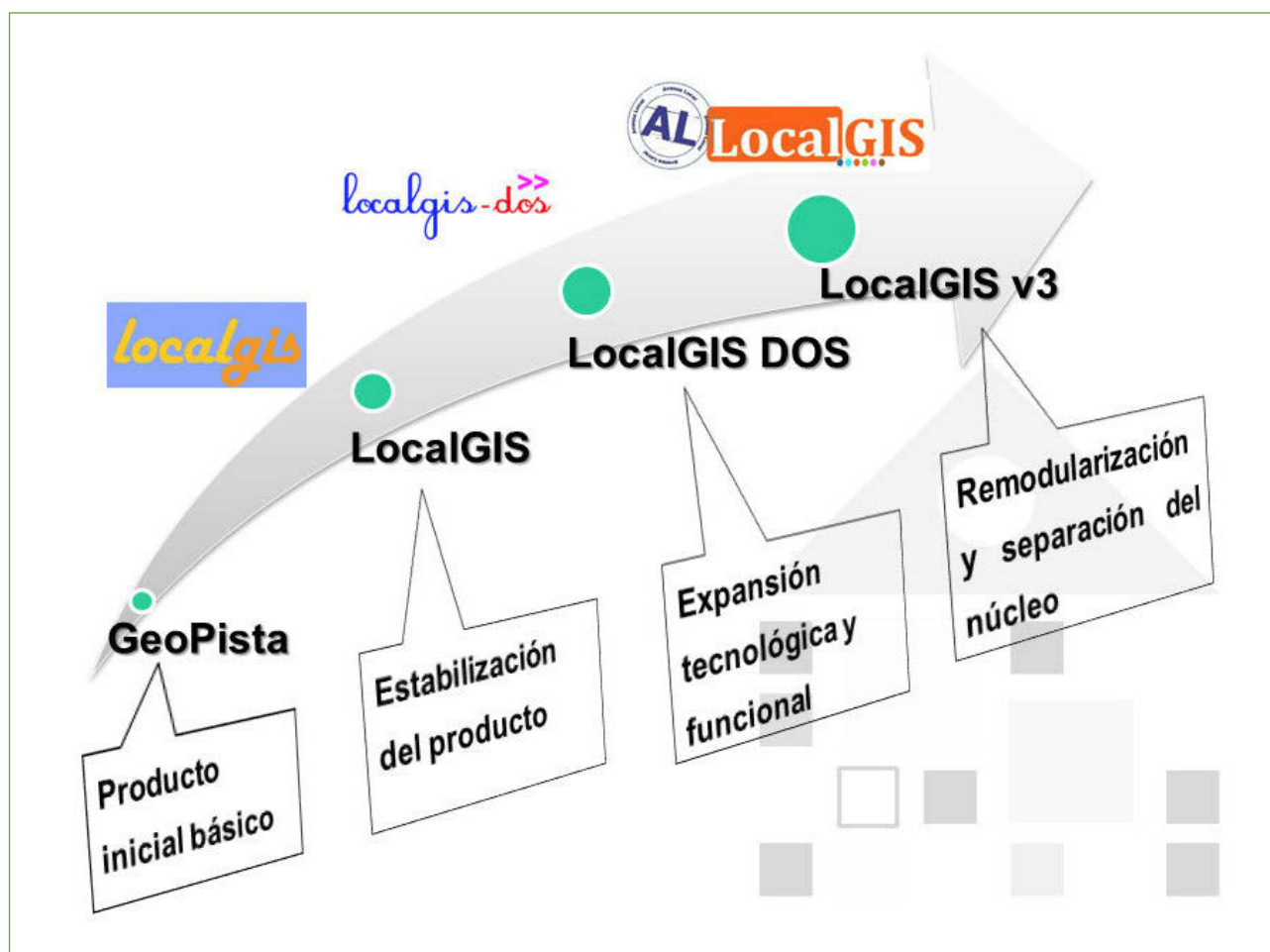


Figura 2: Evolución del proyecto LocalGIS.

En lo relativo a las mejoras tecnológicas cabe destacar los siguientes aspectos:

— La modularización del producto:

- El objetivo de la modularización ha sido dividir el sistema en bloques independientes de forma que se ha obtenido un código más estructurado donde cada uno de los módulos está autocontenido, sin repetición de clases.
- La modularización y refactorización proporciona los mecanismos necesarios para posibilitar las distribuciones del sistema de forma modular.
- La evolución de los módulos ahora es más sencilla y controlada, de forma que los desarrollos de la comunidad de usuarios son más fáciles de desarrollar e integrar.

— Se ha desarrollado un nuevo instalador modular online que posibilita la instalación y actualización de los módulos de AL LocalGIS 3 de forma flexible e independiente.

- De esta AL LocalGIS 3 se convierte en un proyecto base personalizable y extensible que permite a los módulos funcionales evolucionar a ritmos distintos.

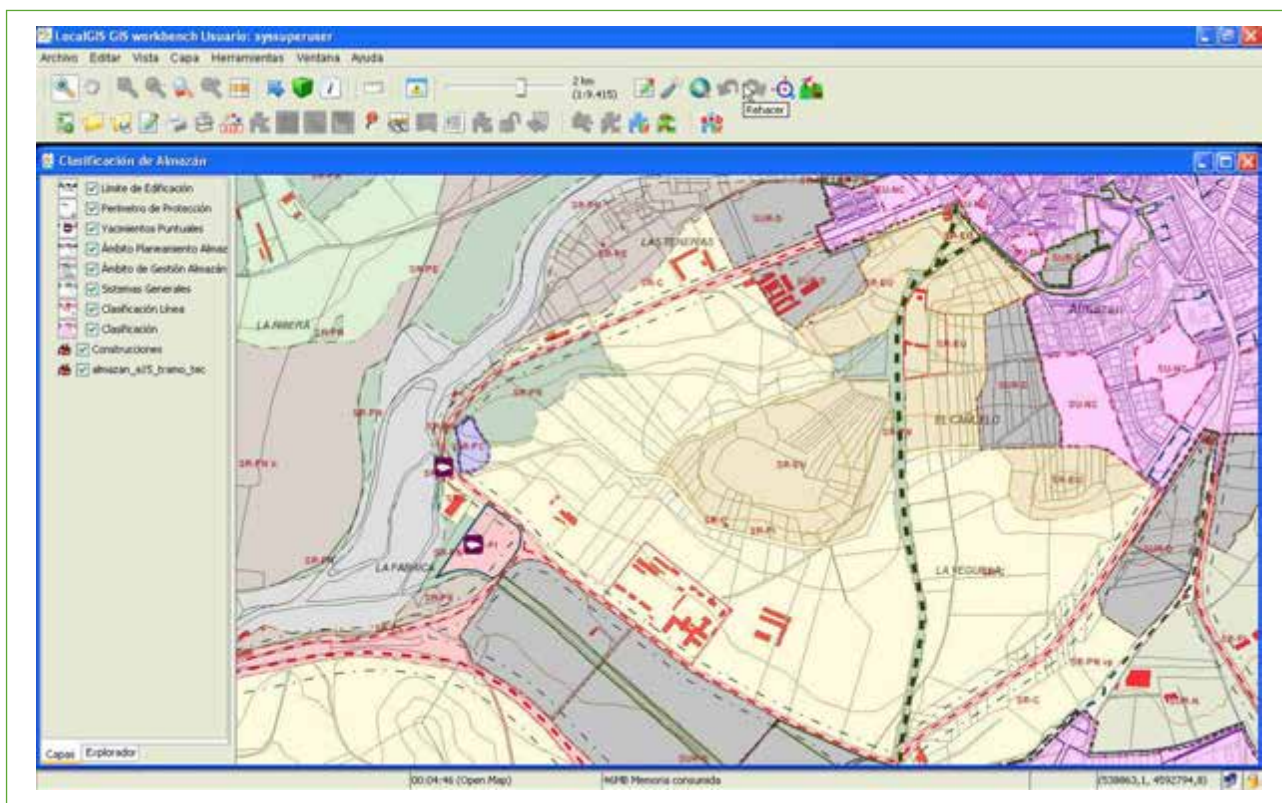


Figura 3: Ejemplo Módulo de Planeamiento.

— Actualización de los servidores:

- Se ha adaptado el sistema a la nueva versión de Java (JDK 1.7) y se ha actualizado para que pueda funcionar sobre el motor de bases de datos PostgreSQL 9.0, la última versión de los contenedores de servlets Apache Tomcat 7 y Jetty 8.

En lo relativo a las Mejoras funcionales destacan las siguientes:

- Se mejora la gestión documental georreferenciada integrando AL LocalGIS con Alfresco, de esta forma se proporciona al sistema la posibilidad de aprovechar las características proporcionadas por Alfresco como la capacidad para gestionar carpetas y documentos dentro de estas.
- Se actualiza la gestión de usuarios y permisos haciendo una subdivisión de ACLs por aplicaciones consiguiendo una mejor visibilidad de los ACLs y permisos pertenecientes a un usuario y una mayor claridad a la hora de aplicar permisos a las aplicaciones.
- Se introduce el modelo de datos de direcciones de la Administración General Española (AGE). Esta mejora proporciona la posibilidad a los desarrolladores de nuevos módulos, capas o funcionalidades de utilizar esta estructura de datos de forma nativa en LocalGIS.
- Se actualiza LocalGIS para que su base de funcionamiento sea ETRS89.
- Respecto a la integración con sistemas externos se realiza la integración de LocalGIS con:
  - SIGM: Se posibilita la georreferenciación en LocalGIS de expedientes tramitados en SIGM (el anterior sistema SIGEM) y por tanto la gestión gráfica de los trámites municipales.
  - LouRED: El proyecto Urbanismo en Red de RED.ES proporciona las herramientas necesarias para la generación de planeamiento urbanístico desde los productores de planeamiento. El proyecto LouRED posibilita la explotación de los datos de planeamiento gestionados mediante Urbanismo en Red desde LocalGIS 3 conectando ambos sistemas.



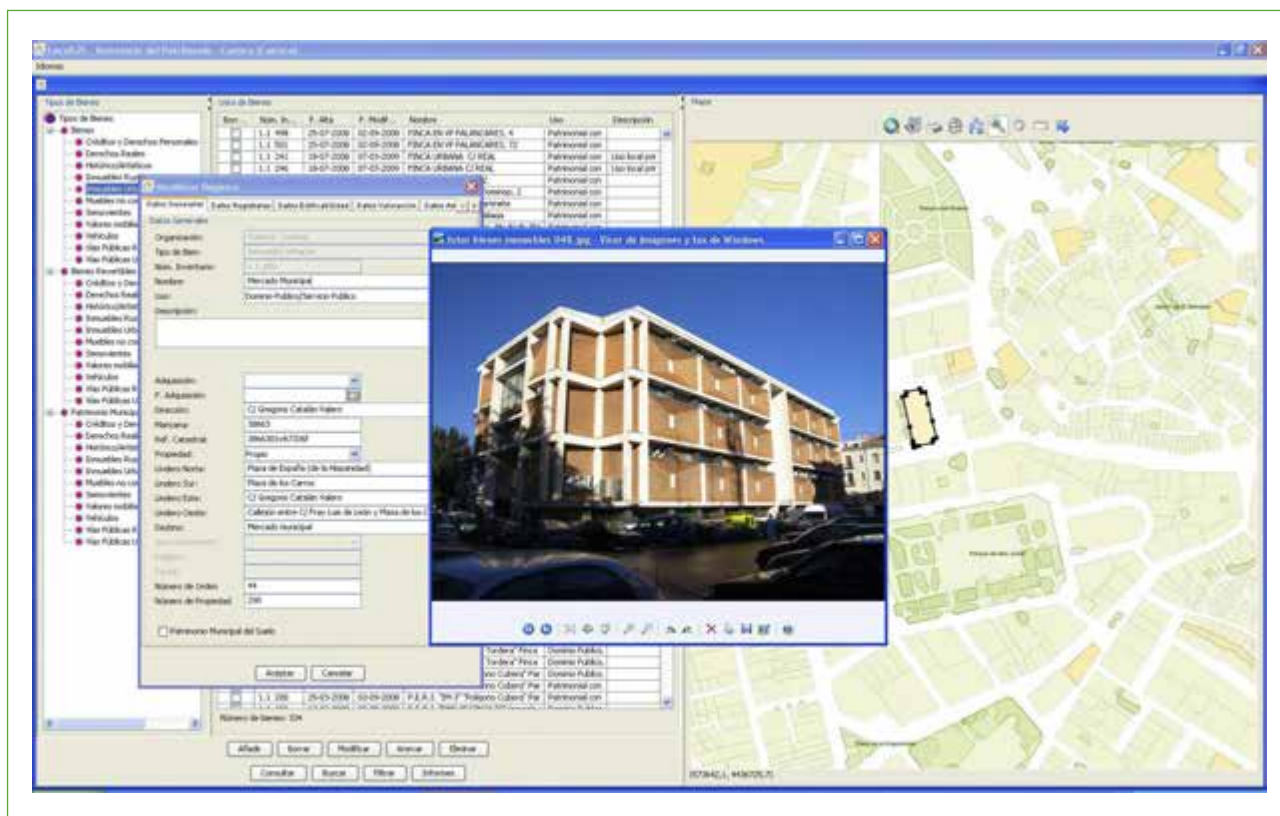


Figura 4: Ejemplo Módulo de Inventario de Patrimonio Municipal.

- Agenda Local 21: Aplicación Web que facilita las tareas de creación de indicadores, en base a distintas fuentes de datos.
- Además, LocalGIS 3 integra los desarrollos realizados en los proyectos de ampliación de LocalGIS de los usuarios de:
  - Principado de Asturias (Proyecto MO.DE.LO).
  - Diputación de Toledo.
  - Ayuntamiento de Vigo.
- Esto incluye funcionalidades mejoradas en los módulos siguientes:
  - Administración y configuración.
  - Módulo de Catastro.
  - Módulo de Patrimonio Municipal.
  - Editor GIS.
  - Módulo EIEL.
  - Módulo de espacio público,
  - Servicios web para la tramitación de vados.
  - Aguas.
  - Módulo de cementerios.
  - Módulo de planeamiento.
  - Módulo de infraestructuras.

## 2. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] LOCALGIS-DOS. Plan Avanza del Ministerio de Industria Turismo y Comercio. <http://www.planavanza.es/avanzalocal/Soluciones/Paginas/LocalGis.aspx>



# GeoJSON y TopoJSON: comparación entre los formatos de intercambio de Información Geográfica alternativos a GML

(\*) ANTONIO JAVIER SIERRA MENDOZA

---

## Resumen

Actualmente nos encontramos en un momento en el que las aplicaciones web y las App para móviles son utilizadas por la mayoría de la población con acceso a esta tecnología. Las características de estas aplicaciones son muy diversas, pero muchas de ellas nos ofrecen Información Geográfica (IG), ya sea sobre la situación en la que se encuentra el usuario o la situación de un fenómeno que éste desea consultar. Por ello, junto a la libre disposición de datos, están adquiriendo gran importancia los lenguajes de intercambio de IG. El Lenguaje de Marcas Geográficas (GML) ha sido concebido por el *Open Geospatial Consortium* (OGC) y posteriormente aprobado como una norma ISO (ISO 19136:2007) para el intercambio de información geográfica. Uno de los principales inconvenientes de

éste lenguaje, o cualquiera de la familia XML, es que existe la imposibilidad de descargar un documento GML desde un servicio web (servidor) distinto del que la aplicación web fue descargada. Este problema se denomina *Cross-Domain* e impide desarrollar aplicaciones web que combinen información geográfica de distintas fuentes sin tener que utilizar intermediarios (servidores *proxy*). Para dar solución a estos problemas y aprovechando que los navegadores web no impiden el intercambio de datos en formato JSON, han aparecido en el contexto geográfico los formatos GeoJSON y TopoJSON, basados en dicho formato que reducen el volumen de los ficheros GML y salvan el problema del *Cross-Domain*. Por ello, el formato GeoJSON se está convirtiendo en una alternativa a GML. Por el contrario, TopoJSON es un formato muy reciente y desconocido, por lo que en este trabajo se va a mostrar una comparativa entre estos tres formatos y destacar cuales son las ventajas e inconvenientes de cada uno de ellos.

## Palabras clave

GML, GeoJSON, TopoJSON, *Cross-Domain*.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

El Lenguaje de Marcas Geográficas (GML) ha sido concebido por el *Open Geospatial Consortium* (OGC) y posteriormente aprobado como una norma internacional ISO del TC211 (ISO19136:2007). Este formato de intercambio y almacenamiento de información geográfica es muy potente y versátil, si bien, se ha demostrado que es poco práctico: generar los documentos, transferirlos por las redes de comunicaciones y procesarlos en los clientes, resulta poco eficiente por la sobrecarga de información que contiene. Algunas de las alternativas estudiadas sugieren comprimir los documentos para que el ancho de banda necesario sea inferior. Éste es el caso de los

---

(\*) Ingeniero Técnico en Topografía, Master en I. Geodésica y Cartográfica, aj.sierramendoza@gmail.com

clientes móviles, si bien esta solución implica un sobrecoste de procesamiento: compresión y descompresión. Además, en las aplicaciones web surge otro problema para el que éste formato es un impedimento. Se trata de la imposibilidad de descargar un documento XML (o GML en este caso) desde un servicio distinto desde el que la aplicación web fue descargada. Este problema se denomina *Cross-Domain*.

Para dar solución a éstos problemas se utilizan formatos basados en JSON (*JavaScript Object Notation*). JSON está diseñado para ser manipulado con el lenguaje JavaScript (que implementan la mayoría de los clientes web) como mecanismo que permite sortear el problema de *Cross-Domain*. Basados en el formato JSON, han aparecido en el contexto geográfico los formatos GeoJSON y TopoJSON, notaciones de objetos para JavaScript capaces de manejar las geometrías y atributos de los objetos geográficos. El primer formato ya se ha extendido y muchas aplicaciones y bases de datos geográficas lo soportan como formato de intercambio. Sin embargo, TopoJSON, cuyo objetivo es considerar las relaciones topológicas de las geometrías, es más reciente, no existen tantas herramientas que lo generen e interpreten y por tanto no se ha evaluado su potencial.

En este trabajo se describen las principales características de los formatos GML, GeoJSON y TopoJSON, analizando con más detalle las características de TopoJSON al ser el formato más reciente y menos conocido. Por otro lado, se realizará una comparativa entre los tres formatos para analizar las prestaciones de tiempo y volumen de datos sobre servidores WFS (*Web Feature Service*) que ofrezcan datos en estos formatos, en este caso *GeoServer 2.3.2*. En el momento de realizar este estudio, no existía una librería que permitiera la visualización de geometrías de tipo punto en formato TopoJSON en clientes ligeros basados en *OpenLayers 2.12*, por lo que hubo que modificar las creadas por distintos autores. Tampoco existía una extensión que permitiera la descarga de capas, en formato TopoJSON, en *GeoServer 2.3.2*, por lo que hubo de crearla a partir de la extensión de GeoJSON.

## 2. GML

GML, acrónimo inglés de *Geography Markup Language* (Lenguaje de Marcado Geográfico), es un lenguaje basado en XML (*eXtensible Markup Language*) escrito en un esquema XML para el modelado, transporte y almacenamiento de información geográfica [1]. Ha sido creado por el *Open Geospatial Consortium* (OGC) y posteriormente aprobado como una norma internacional ISO del TC211 (ISO19136:2007). Los conceptos clave utilizados por GML para modelar el mundo provienen de la Serie ISO 19100 de Normas Internacionales y del *OpenGIS Abstract Specification*. Esto supone, que la información espacial tiene un estándar de codificación verdaderamente público. La geometría GML está totalmente documentada en la especificación GML del *Open GIS Consortium* [2].

### 2.1. GML es texto

Al igual que cualquier documento XML, GML representa la información geográfica en forma de texto. El texto tiene la ventaja de que es fácil de revisar y fácil de modificar y el inconveniente del volumen de bytes a gestionar (almacenar, transferir, procesar).

GML describe el mundo en términos de entidades geográficas denominadas fenómenos (*features*) [3]. En esencia, un fenómeno no es más que una lista de propiedades y geometrías. Cada propiedad tiene: un nombre común, un tipo y una descripción, mientras que las geometrías se componen de fenómenos geométricos básicos, tales como puntos, líneas, curvas, superficies y polígonos.

GML permite codificar fenómenos muy complejos. Un fenómeno puede estar compuesto por otros fenómenos (*FeatureCollection*). Por ejemplo: un fenómeno único como un aeropuerto podría así estar compuesto por otros fenómenos tales como caminos, pistas de rodaje y terminales aéreas. La geometría de un fenómeno geográfico también puede estar compuesta por muchos fenómenos geométricos. Un fenómeno de geometría compleja puede, por lo tanto, consistir en una mezcla de tipos de geometría incluyendo puntos, polilíneas y polígonos.

La información acerca de la estructura del texto o su presentación está delimitada por etiquetas de inicio y de fin. Los nombres de las etiquetas válidas se determinan mediante el *Document Type Definition* (DTD). Estas etiquetas pueden aparecer dentro de un par de etiquetas de apertura y cierre también determinadas por el DTD, es decir, se puede encadenar varias etiquetas de apertura. Ejemplo de la codificación de un edificio con sus propiedades y coordenadas:

```
<Feature fid="142" featureType="school" >
  <Description>Balmoral Middle School</Description>
  <Property Name="NumFloors" type="Integer" value="3"/>
  <Property Name="NumStudents" type="Integer" value="987"/>
  <Polygon name="extent" srsName="epsg:27354">
    <LineString name="extent" srsName="epsg:27354">
      <CDATA>
        491888.999999459,5458045.99963358
        491904.999999458,5458044.99963358
        491908.999999462,5458064.99963358
        491924.999999461,5458064.99963358
        491925.999999462,5458079.99963359
        491977.999999466,5458120.9996336
        491953.999999466,5458017.99963357 </CDATA>
      </LineString>
    </Polygon>
  </Feature>
```

Si bien, GML es un medio eficaz para el transporte de la información geográfica de un lugar a otro, se espera que también se convierta en un importante medio de almacenamiento de información geográfica [3].

## 2.2. Por qué utilizar GML

La mayor ventaja de GML es que está basado en un modelo común de geografía (Especificación abstracta del OGC), que ha sido desarrollado y aceptado por la gran mayoría de los proveedores de GIS del mundo. La diferencia más importante con otros formatos existentes, es que GML se basa sobre un estándar público ampliamente adoptado, XML. Esto asegura que los datos GML se pueden ver, editar y transformar por una amplia variedad de herramientas comerciales y libres (utilizando un lenguaje XSLT o cualquier otro tipo de programación, como puede ser: *VB*, *VBScript*, *Java*, *C++*, *JavaScript*), verificar la integridad de los datos y, puesto que hay un número creciente de lenguajes basados en XML, resulta más sencillo integrar datos GML con datos no espaciales.

Por otro lado, la desventaja de GML radica en el coste en la creación, transporte y lectura de formatos XML pesados o voluminosos y problemas de *Cross-Domain* en aplicaciones web.

## 3. Cross-Domain

Se trata de un mecanismo de seguridad de las comunicaciones en navegadores actuales [4]. Evitan que un script (*XMLHttpRequest* de *AJAX*) o una aplicación (*Flash*, *Silverlight*) de una página web pueda acceder a un servidor web diferente del que residen, en otras palabras, no es posible solicitar desde un cliente un fichero XML o GML a un servidor distinto del que se descargó la aplicación web. Intenta ayudar a:

- Evitar que un sitio web malicioso suplante al usuario que está navegando y acceda a otra aplicación en su nombre.
- Evitar que un sitio web malicioso y promiscuo robe información al usuario y la envíe a terceros.

Aunque *Cross-Domain* es un mecanismo de protección para el usuario final, existen varias opciones para acceder a ese contenido alojado en otro servidor desde el *browser* donde se ejecuta la aplicación del usuario [4], la más habitual es utilizar un *proxy* (intermediario), situándolo en su servidor web, de forma que, el usuario hace que el *script* o la aplicación llame a un *proxy* del servicio remoto que ha puesto en su servidor web.

## 4. GeoJSON

GeoJSON es un formato de intercambio de datos geoespaciales basado en JSON [5]. JSON surge como una alternativa a XML, ya que este tiene el inconveniente de que lleva mucha carga, y no coincide con el modelo de datos de la mayoría de los lenguajes de programación.

GeoJSON define la gramática basada en un estándar del OGC (WKT (*Well Known Text*): *Simple Feature Specification*), para modelar textualmente objetos geográficos. Este formato apareció en 2008.

Un objeto GeoJSON puede representar una geometría, un fenómeno o una colección de fenómenos. GeoJSON soporta los siguientes tipos de geometría: *Point*, *LineString*, *Polygon*, *MultiPoint*, *MultiLineString*, *MultiPolygon* y *GeometryCollection*. Los fenómenos en GeoJSON contienen un objeto de geometría y sus propiedades, y una colección de fenómenos representa una lista de fenómenos.

Características de un objeto:

- Un objeto GeoJSON puede tener cualquier número de pares de nombre/valor (también llamados miembros).
- Un objeto GeoJSON debe tener un miembro con el nombre «*type*». El valor de este fenómeno es una cadena de texto que determina el tipo de objeto GeoJSON.
- El valor del miembro *type* debe ser uno de: «*Point*», «*MultiPoint*», «*LineString*», «*MultiLineString*», «*Polygon*», «*MultiPolygon*», «*GeometryCollection*», «*Feature*», o «*FeatureCollection*».
- Un objeto GeoJSON puede tener un miembro opcional «*crs*», cuyo valor debe ser un objeto que haga referencia al Sistema de Referencia por Coordenadas. El *crs* por defecto es un sistema de referencia de coordenadas geográficas, utilizando el datum WGS84. Es posible indicar el *crs* por su nombre (por ejemplo, código EPSG (*European Petroleum Survey Group*)) o mediante un *link* (dirección URI).

Para cada miembro (par nombre/valor), el nombre es siempre una cadena. Mientras que los valores pueden ser: una cadena de texto, un número, un objeto, un *array* o uno de los literales: «*true*», «*false*», y «*null*». Un *array* se compone de fenómenos, donde cada fenómeno es un valor como se describe anteriormente.

Un objeto geométrico GeoJSON de cualquier tipo, que no sea «*GeometryCollection*», debe tener un miembro con el nombre «*coordinates*». El valor del miembro *coordinates* puede ser: un *array* que define una posición (en el caso de una geometría *Point*), un *array* de posiciones (*LineString* o geometrías *MultiPoint*), un *array* de *array* de posiciones (*Polygons*, *MultiLineStrings*), o un *array* multidimensional de posiciones (*MultiPolygon*).

Una posición está representada por un *array* de números [6]. Debe haber al menos dos elementos (*x*, *y*), aunque pueden ser más. El orden de los elementos debe seguir el orden *x*, *y*, *z* (coordenadas este, norte, altura en un sistema de referencia de coordenadas proyectadas, o longitud, latitud, altitud en un sistema de referencia de coordenadas geográficas). Cualquier número de elementos adicionales están permitidos (interpretación y significado de los elementos adicionales está más allá del alcance de esta especificación).

### 4.1. Objeto Feature

Un objeto GeoJSON con el tipo «*Feature*» es un objeto *Feature* [8]:

- Un objeto *Feature* debe tener un miembro con el nombre «*geometry*». El valor del miembro *geometry* es un objeto de geometría como se ha definido anteriormente o un valor nulo JSON.

- Un objeto *Feature* debe tener un miembro con el nombre «*properties*». El valor del miembro *properties* es un objeto (cualquier objeto JSON o un valor nulo JSON).
- Si un fenómeno tiene un identificador común, este identificador debe ser incluido como un miembro del objeto *Feature* con el nombre de «ID».

Ejemplo de la codificación de una *FeatureCollection* en la que previamente se define el sistema de referencia de coordenadas, en este caso mediante su código EPSG. Cada geometría se define por sus coordenadas y sus propiedades:

```
{
  "type": "FeatureCollection",
  "crs": {
    "type": "EPSG",
    "properties": {
      "code": 4326,
      "coordinate_order": [1, 0]
    }
  },
  "features": [
    {
      "type": "Feature",
      "id": "id0",
      "geometry": {
        "type": "LineString",
        "coordinates": [
          [102.0, 0.0], [103.0, 1.0], [104.0, 0.0],
[105.0, 1.0]
        ]
      },
      "properties": {
        "prop0": "value0",
        "prop1": "value1"
      }
    },
    {
      "type": "Feature",
      "id": "id1",
      "geometry": {
        "type": "Polygon",
        "coordinates": [
          [
            [100.0, 0.0], [101.0, 0.0], [101.0, 1.0],
[100.0, 1.0], [100.0, 0.0]
          ]
        ]
      },
      "properties": {
        "prop0": "value0",
        "prop1": "value1"
      }
    }
  ]
}
```

## 4.2. Por qué utilizar GeoJSON

La principal característica de GeoJSON frente a GML es que salva el problema del *Cross-Domain*, también que es fácil de leer y escribir, para los seres humanos, y de analizar y generar, para las máquinas. Por el contrario, aunque los archivos tienen un tamaño inferior a los generados en GML, siguen siendo de gran tamaño.

## 5. TopoJSON

TopoJSON es una extensión de GeoJSON que codifica topología [7]. TopoJSON introduce un nuevo tipo, «*Topology*», que contiene objetos GeoJSON. En lugar de representar geometrías discretas, las geometrías de los ficheros TopoJSON se definen a partir de segmentos de líneas compartidas denominadas arcos. Por ejemplo, un objeto *LineString* podría definirse como:

```
{"type": "LineString", "arcs": [42]}
```

donde 42 hace referencia al arco que define el objeto geométrico definido por la secuencia de puntos  $A \rightarrow B \rightarrow C$ .

Se debe tener en cuenta, que las coordenadas de una línea poligonal se definen como un *array* de arcos, en lugar de un solo arco, de modo que múltiples arcos pueden estar concatenados para formar la *LineString* según sea necesario:

```
{"type": "LineString", "arcs": [42, 43]}
```

si el arco 43 representa la secuencia de puntos  $C \rightarrow D \rightarrow E$ , entonces la línea poligonal [42, 43] representa la secuencia de puntos  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow E$ .

En muchos casos, un arco común puede necesitar ser invertido. Por ejemplo, la frontera compartida entre California y Nevada procede hacia el sur en el lado de California, pero hacia el norte en el lado de Nevada. Un índice negativo indica que la secuencia de las coordenadas en el arco debe ser invertida antes de la unión. Para evitar la ambigüedad con cero, se utiliza complemento a uno; -1 representa el arco invertido 0, -2 representa el arco invertido 1, y así sucesivamente.

Los objetos geométricos puntos y múltiples puntos están representados directamente con las coordenadas, como en GeoJSON, en lugar de arcos.

### 5.1. Elimina redundancias

TopoJSON elimina la redundancia, ofreciendo representaciones mucho más compactas de la geometría que con GeoJSON. Por ejemplo, el límite compartido entre dos países se representa sólo una vez, en lugar de ser duplicado para ambos países, de esta forma, los puntos compartidos sólo se representan una vez.

### 5.2. Cuantifica coordenadas

Cada arco está definido por sus coordenadas cuantificadas. La cuantificación se trata de en una transformación lineal que consiste en una escala y una traslación que convierte las coordenadas con parte decimal en números enteros. El proceso de cuantificación para una nube de puntos (Figura 1) consiste en definir su envolvente, que queda definida por las coordenadas inferior-izquierda  $(x_0, y_0)$  y superior-derecha  $(x_1, y_1)$ . Antes de realizar la cuantificación de las coordenadas, debe definirse el factor de cuantificación  $q$ , por defecto se considera  $q = 10^4$ . Esto significa que hay un máximo de diez mil valores diferenciables a lo largo de cada dimensión. Para aumentar la resolución del mapa de salida, se puede considerar  $q = 10^5$  o  $q = 10^6$  (aumentando el factor de cuantificación



aumenta el tamaño del fichero). Definido el factor de cuantificación, se calcula el factor de escala para cada coordenada con (1), y calculado el factor de escala, se realiza la cuantificación de las coordenadas con (2). Para este caso, sólo se ha considerado el cálculo para la coordenada  $x$ , para la cuantificación de la coordenada  $y$  se debe sustituir  $x$  por  $y$ .

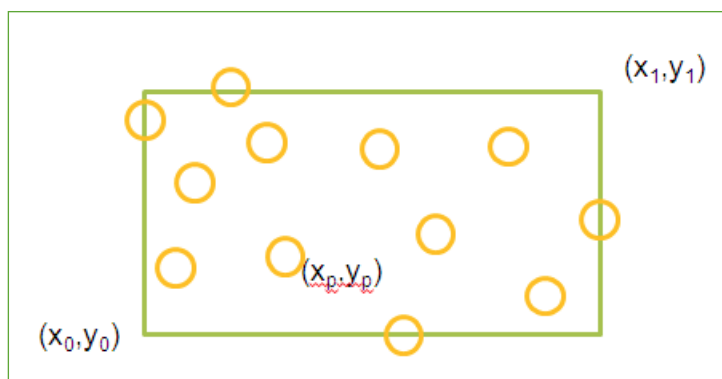


Figura 1: Nube de puntos (círculo amarillos) y su envolvente (línea verde).

$$k_x = \frac{q - 1}{x_1 - x_0} \quad (1)$$

$$x_c = (x_p - x_0) * kx \quad (2)$$

La cuantificación facilita la simplificación de la geometría conservando la conexión de las características adyacentes y reduce el número de caracteres utilizados para definir cada coordenada. Tiene el inconveniente de que al realizar la cuantificación, el valor obtenido no es un entero, por lo que se debe redondear al entero más próximo, lo que hace que se introduzca un error. El error máximo es la mayor diferencia entre cualquier coordenada de entrada de punto flotante y la correspondiente cuantificación de las coordenadas de salida de punto fijo.

Un ejemplo de cómo se define la transformación lineal en un fichero TopoJSON sería:

```
"transform": {
  "scale": [0.035896033450880604, 0.005251163636665131],
  "translate": [-179.14350338367416, 18.906117143691233]
}
```

Donde *scale* corresponde a  $k_x$  y  $k_y$  respectivamente, y *translate* con las coordenadas  $(x_0, y_0)$ . Un ejemplo completo de un fichero TopoJSON es el siguiente:

```
{
  "type": "Topology",
  "transform": {
    "scale": [0.036003600360036005, 0.017361589674592462],
    "translate": [-180, -89.99892578124998]
  },
  "objects": {
    "aruba": {
      "type": "Polygon",
      "arcs": [[0]],
      "id": 533
    }
  }
}
```

```

    }
  },
  "arcs": [
    [[3058, 5901], [0, -2], [-2, 1], [-1, 3], [-2, 3], [0, 3], [1,
1], [1, -3], [2, -5], [1, -1]]
  ]
}

```

Distinguimos tres partes en el fichero:

1. Se define la transformación. Aparecen los valores de escala y traslación.
2. Se define los arcos que componen la geometría, en este caso, sólo se compone del arco [0].
3. Se define las coordenadas del arco [0]. La primera coordenada es cuantificada y el resto está definida respecto al punto anterior.

### 5.3. Reducción de un 80 % del volumen

Gracias a la eliminación de redundancias y a la cuantificación de las coordenadas, los ficheros TopoJSON son unos 80% más pequeños que sus equivalentes GeoJSON (Figura 2). Esta es una característica que hace que TopoJSON tenga ventaja con respecto a otros formatos.

BarriosMadrid.gml	2,168 KB	Archivo GML
BarriosMadrid.json	1,407 KB	Archivo JSON
BarriosMadrid.topojson	220 KB	Archivo TOPOJSON

Figura 2. Comparativa del tamaño de ficheros en formato GML, GeoJSON y TopoJSON.

## 6. CONVERSIÓN DE FICHEROS A TopoJSON

Afortunadamente, hay una geocomunidad con una dinámica de código abierto, que ha generado gran número de buenas herramientas gratuitas para manipular y convertir entre distintos formatos estándar. En este trabajo se van a comentar dos posibilidades para la conversión de fichero a formato TopoJSON: desde la web y desde aplicaciones de escritorio.

### 6.1. Desde la web

Hay varias posibilidades, una muy sencilla es utilizar el sitio web <http://shpescape.com/>, este sitio permite transformar ficheros *shapefile* a GeoJSON y TopoJSON (Figura 3). Para el caso de TopoJSON, permite obtener los ficheros con distinto parámetro de cuantificación y la posibilidad de almacenar las propiedades de los objetos que conforman el fichero.

### 6.2. Desde aplicación de escritorio

Como *node.js* (descargable en: <http://nodejs.org/>). Trabajamos en la línea de comandos. Esta aplicación nos permite mayores posibilidades, ya que permite: trabajar con distin-

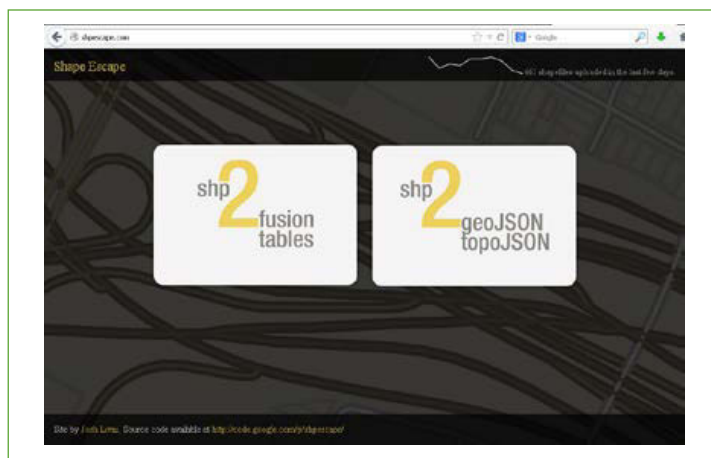


Figura 3. Imagen del sitio web <http://shpescape.com/> para transformar de *shapefile* a GeoJSON y TopoJSON.

tos formatos de entrada (*shapefile*, *csv* (*comma-separated values*), *tsv* (*tab-separated values*) y *GeoJSON*), trabajar con varios ficheros de entrada para obtener uno que es la combinación de estos, indicar la simplificación (permite reducir más el tamaño de los archivos aplicando el algoritmo de simplificación de Visvalingam), variar el nombre de las propiedades de salida, así como conservar todas o sólo algunas o introducir nuevas propiedades desde otro fichero, etc.

Un ejemplo para convertir un fichero [8] *Shapefile* (*input.shp*) en un fichero *TopoJSON* (*output.json*) conservando las propiedades (-p) sería:

```
Topojson -p -o output.json input.shp
```

### 6.3. Por qué utilizar TopoJSON

Las ventajas de utilizar *TopoJSON* son similares a *GeoJSON*, a demás de una reducción del tamaño de los ficheros en un 80% gracias a la eliminación de redundancias y a la cuantificación.

Su principal inconveniente es que introduce un error al realizar la cuantificación de las coordenadas. Otro inconveniente es que al ser un formato relativamente nuevo, no existen demasiadas herramientas que permitan trabajar con este formato.

## 7. LIBRERÍA OPENLAYERS 2.12

Para la visualización de capas en formato GML y *GeoJSON* existen librerías en *OpenLayers*. Estas librerías están ya integradas en la descarga de *OpenLayers 2.12* [9]. Para el caso de *TopoJSON* no es así, se debe crear una librería para su implementación en *OpenLayers 2.12*. Para ello, en el sitio web del autor [7] existe una librería que facilitará su implementación. A partir de esta librería, James Seppi [10], desarrolló una nueva librería fácil de integrar en *OpenLayers*, que permite mostrar una capa codificada en *TopoJSON* (Figura 4). El inconveniente de esta librería, es que sólo permite visualizar polígonos.

Posteriormente, Alex Muro [11], realizó una modificación de la librería propuesta por James Seppi, que permite la visualización de *linestring* y polígonos (Figura 4).

A partir de estas librerías, se realizó un estudio y numerosas pruebas para la construcción de una nueva librería que permitiera la visualización de puntos (Figura 4). El resultado completo se puede ver en [12].



Figura 4. Visualización de ficheros *TopoJSON* en *OpenLayers*: a) polígonos, b) *LineString* y c) puntos.

## 8. ANÁLISIS PRESTACIONES DE TIEMPO Y VOLUMEN DE DATOS

Se ha realizado un estudio para analizar las diferencias de prestaciones, en tiempo y volumen de datos, de los formatos GeoJSON y TopoJSON respecto al formato GML, en base a pruebas empíricas realizadas sobre servidores WFS que ofrezcan datos en estos formatos, por ejemplo *GeoServer 2.3.2*.

WFS permite consultar una capa de información geográfica previamente configurada y visualizar dicha información en distintos formatos de salida que ofrece, para almacenarla y trabajar en local.

GML forma parte del núcleo de *GeoServer 2.3.2*, este tipo de formato viene por defecto, y GeoJSON es una extensión integrada. Esto quiere decir que es posible visualizar información en formato GML y GeoJSON. En el caso de TopoJSON, no existe ninguna extensión, por lo que se debe crear una extensión experimental para llevar acabo dichas pruebas y descargar las capas de información en éste formato.

### 8.1. Extensión TopoJSON para GeoServer 2.3.2

Para la creación de la extensión para TopoJSON se realizó una modificación de la extensión de GeoJSON que permita descargar capas vectoriales en formato TopoJSON. Esta extensión se diseña para capas con geometrías de tipo punto para la realización de las pruebas de carga. Un posible trabajo futuro consistiría en ampliar la extensión para que permita visualizar capas de geometrías de líneas y polígonos.

Una vez que se ha modificado adecuadamente los archivos que conforman la extensión de *GeoServer* y se ha cargado la librería, se debe arrancar la versión compilada de *GeoServer*, si se desea descargar una capa en formato TopoJSON (tipo punto), se selecciona este formato (Figura 5) y se muestra, en una nueva ventana, la capa en formato TopoJSON (Figura 6). Esta capa se puede guardar y visualizar.



Figura 5. Descarga de una capa vectorial de puntos en formato TopoJSON.

```

GeoServer: Previsualización de capas
http://localhost:8080/jeppiFormat=topojson
localhost:8080/geoserver/jeppi/ows?service=WFS&version=1.0.0&request=GetFeature&typeName=archsites:archsites:Feature

{"type":"Topology","transform":{"scale":[1.8496849684968497,1.2012201220122012],"translate":[599860,4914479]"},"objects":
{"archsites":{"type":"GeometryCollection","geometries":[{"type":"Point","coordinates":
[1964,209],"id":"archsites.1","properties":{"cat":1,"str1":"Signature Rock"}}, {"type":"Point","coordinates":
[1130,7094],"id":"archsites.2","properties":{"cat":2,"str1":"No Name"}}, {"type":"Point","coordinates":
[0,6261],"id":"archsites.3","properties":{"cat":3,"str1":"Canyon Station"}}, {"type":"Point","coordinates":
[292,6944],"id":"archsites.4","properties":{"cat":4,"str1":"Spearfish Creek"}}, {"type":"Point","coordinates":
[1994,9175],"id":"archsites.5","properties":{"cat":5,"str1":"No Name"}}, {"type":"Point","coordinates":
[5665,6954],"id":"archsites.6","properties":{"cat":6,"str1":"Prairie Site"}}, {"type":"Point","coordinates":
[9089,5240],"id":"archsites.7","properties":{"cat":7,"str1":"Jensen Pass"}}, {"type":"Point","coordinates":
[3187,9008],"id":"archsites.8","properties":{"cat":8,"str1":"No Name"}}, {"type":"Point","coordinates":
[6023,9849],"id":"archsites.9","properties":{"cat":9,"str1":"No Name"}}, {"type":"Point","coordinates":
[6861,2407],"id":"archsites.10","properties":{"cat":10,"str1":"Slaughterhouse Gulch"}}, {"type":"Point","coordinates":
[960,8209],"id":"archsites.11","properties":{"cat":11,"str1":"No Name"}}, {"type":"Point","coordinates":
[7104,6967],"id":"archsites.12","properties":{"cat":12,"str1":"Elkhorn Peak"}}, {"type":"Point","coordinates":
[1211,5595],"id":"archsites.13","properties":{"cat":13,"str1":"No Name"}}, {"type":"Point","coordinates":
[1481,6261],"id":"archsites.14","properties":{"cat":14,"str1":"No Name"}}, {"type":"Point","coordinates":
[7749,9574],"id":"archsites.15","properties":{"cat":15,"str1":"No Name"}}, {"type":"Point","coordinates":
[9915,1103],"id":"archsites.16","properties":{"cat":16,"str1":"Boulder Creek Cabin"}}, {"type":"Point","coordinates":
[6239,9133],"id":"archsites.17","properties":{"cat":17,"str1":"Ridge"}}, {"type":"Point","coordinates":
[616,1266],"id":"archsites.18","properties":{"cat":18,"str1":"Cole Creek Mine"}}, {"type":"Point","coordinates":
[9949,1807],"id":"archsites.19","properties":{"cat":19,"str1":"No Name"}}, {"type":"Point","coordinates":
[2071,0],"id":"archsites.20","properties":{"cat":20,"str1":"No Name"}}, {"type":"Point","coordinates":
[9999,9999],"id":"archsites.21","properties":{"cat":21,"str1":"Whitewood Flats"}}, {"type":"Point","coordinates":
[4371,3722],"id":"archsites.22","properties":{"cat":22,"str1":"Bob Miller"}}, {"type":"Point","coordinates":
[9382,2099],"id":"archsites.23","properties":{"cat":23,"str1":"No Name"}}, {"type":"Point","coordinates":
[932,8992],"id":"archsites.24","properties":{"cat":24,"str1":"Hanson Ranch"}}, {"type":"Point","coordinates":
[6877,3331],"id":"archsites.25","properties":{"cat":25,"str1":"No Name"}}]}]}

```

Figura 6. Capa vectorial tipo punto en formato TopoJSON.

Para comprobar que el fichero se ha descargado correctamente, se realiza su visualización en *OpenLayers* (Figura 7).

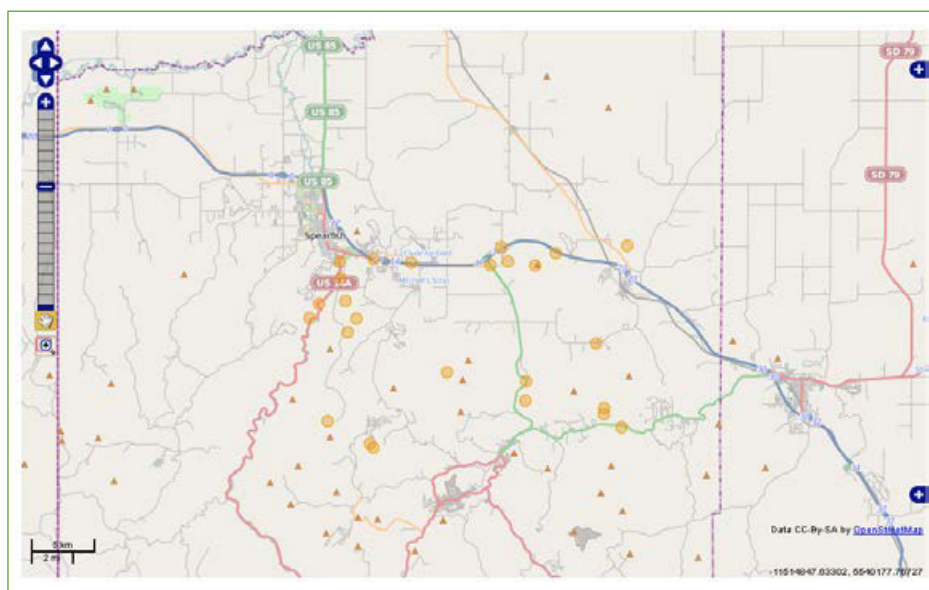


Figura 7. Visualización del fichero TopoJSON descargado de GeoServer.

## 8.2. Prestaciones de tiempo y volumen

Para el estudio sobre las prestaciones en tiempo y volumen entre los tres formatos, se ha utilizado el software *JMeter* [13]. *JMeter* es un proyecto de Apache que puede ser utilizado como una herramienta de prueba de carga para analizar y medir el desempeño de una variedad de servicios, con énfasis en aplicaciones web.

*JMeter* es un software libre 100% que puede ser descargado en [13]. En la realización de este estudio se ha utilizado la versión 2.9.

Se debe definir la *petición http* para cada formato (Figura 8).

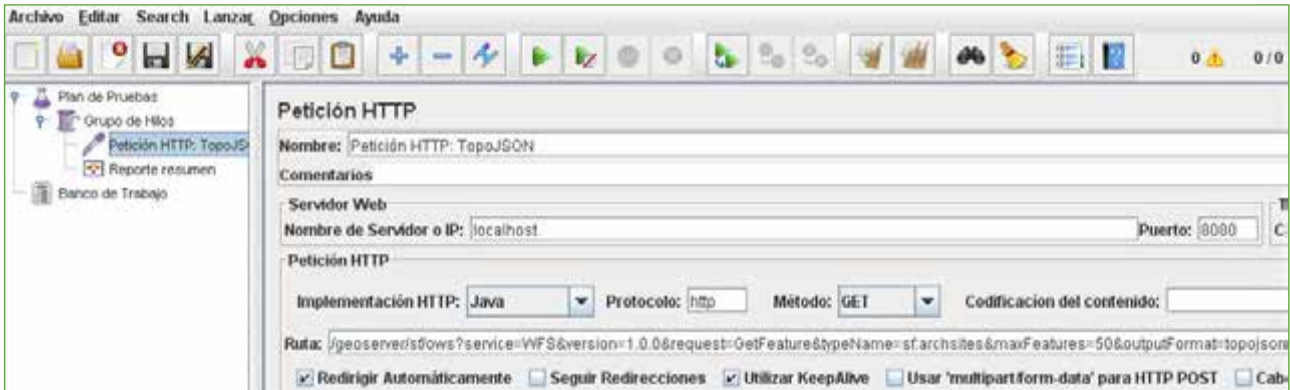


Figura 8. Petición HTTP para TopoJSON.

En el *Reporte resumen* (Figura 9) se muestran los resultados de la consulta, este proporciona distinta información:

- Etiqueta: El nombre de la muestra (conjunto de muestras).
- # Muestras: El número de muestras para cada URL.
- Media: El tiempo medio transcurrido para un conjunto de resultados.
- Mín: El mínimo tiempo transcurrido para las muestras de la URL dada.
- Máx: El máximo tiempo transcurrido para las muestras de la URL dada.
- Desv. Estándar: Desviación estándar del tiempo transcurrido de la muestra.
- Error %: Porcentaje de las peticiones con errores.
- Rendimiento: Rendimiento medido en base a peticiones por segundo/minuto/hora.
- Kb/sec: Rendimiento medido en Kilobytes por segundo.
- Media Bytes: Tamaño medio de la respuesta de la muestra medido en bytes.

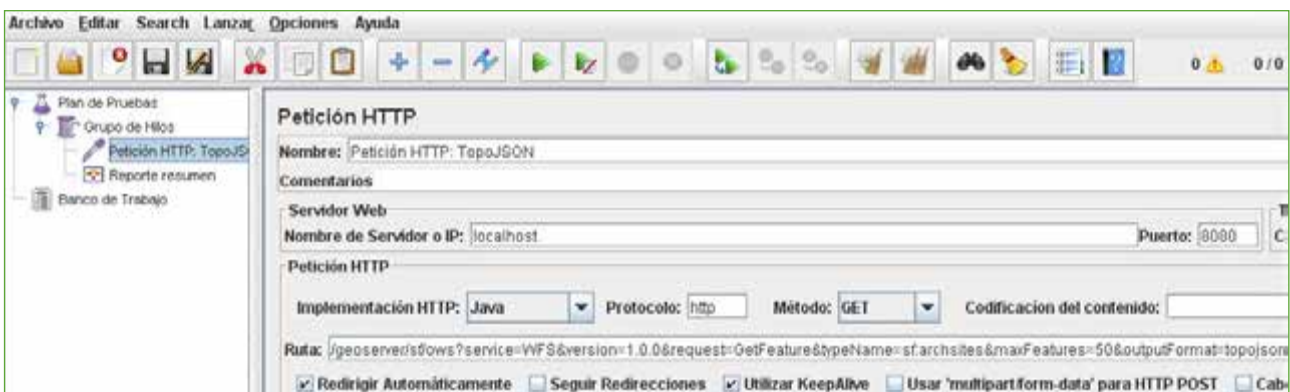


Figura 9. Reporte resumen.

Para el análisis de los resultados se realizará la media entre 10 peticiones realizadas de forma individual para cada formato, para que el efecto *caché* no aparezca. Para evitarlo se debe apagar y encender *GeoServer* para cada petición. Los valores medios obtenidos se pueden observar en la Tabla 1.

TABLA 1  
Valores medios de las peticiones

Etiquetas	Media	Des Estand	% Error	Rendimiento	kb/sec.
Petición HTTP: GML	1104	0	0	54.53/min.	8.587
Petición HTTP: GeoJSON	1098	0	0	54.65/min.	4.07
Petición HTTP: TopoJSON	1093.3	0	0	54.87/min.	2.629

A la vista de los resultados, se comprueba que las prestaciones de tiempo (columna *media*) son muy similares entre los tres formatos, el rendimiento en base a peticiones/minuto (columna *rendimiento*) también es muy similar, en cambio el rendimiento en kb/segundos se reduce en el formato TopoJSON, esto puede deberse a que el tamaño de los ficheros son mucho menores que para GML.

## 9. CONCLUSIÓN

Los lenguajes de intercambio de información geográfica están muy presentes en nuestra vida cotidiana con la proliferación de las aplicaciones web y móviles. Existen numerosos lenguajes de intercambio con diferentes ventajas e inconvenientes.

El lenguaje GML tiene la principal ventaja de ser un estándar y estar aprobado como una norma ISO. Está aceptado e implementado en distintas herramientas. También soporta mayor tipo de geometrías que otros formatos de intercambio. Pero tiene el gran inconveniente del *Cross-Domain* y de que los ficheros son de gran volumen. Estos dos problemas motivan que se utilicen otros formatos alternativos de intercambio de datos, como son GeoJSON y TopoJSON.

GeoJSON es un lenguaje basado en una especificación OGC (WKT). Es muy utilizado porque evita el problema de *Cross-Domain*. Otra ventaja es que es muy fácil de leer y de interpretar. Por defecto, su librería está integrada para la visualización de datos en *OpenLayers* como una extensión para *GeoServer*. El inconveniente de GeoJSON sigue siendo el volumen de datos (debido número de dígitos utilizados para codificar las coordenadas en formato textual).

TopoJSON es un lenguaje de intercambio de datos basado en GeoJSON. No es muy utilizado actualmente porque es un lenguaje reciente. Al realizar la cuantificación de las coordenadas y eliminar las redundancias, logra que el tamaño de los ficheros sea hasta un 80 % menor a GeoJSON. Esta es su mayor ventaja. A la vista de los resultados del análisis de las prestaciones de tiempo y volumen de datos, es un formato con prestaciones similares a GML y GeoJSON, por lo que es un lenguaje a tener en cuenta a la hora de realizar intercambios de información geográfica, sobretodo, cuándo los ficheros son de gran tamaño en GML y GeoJSON.

Este trabajo pretende poner de manifiesto las ventajas de TopoJSON frente a otros formatos. Por otro lado, la creación de una extensión para *GeoServer* 2.3.2 como la modificación de la librería para la visualización de puntos, líneas y polígonos en *OpenLayers* 2.12 puede hacer que se integre en distintas herramientas de visualización.

Una línea futura de trabajo consistiría en seguir mejorando la librería de *OpenLayers* para que soporte mayor número de geometrías. De igual forma, se debería mejorar la extensión de *GeoServer*, ya que está preparada solo para cargar capas con geometrías de tipo punto.

TopoJSON está adquiriendo gran importancia y se está teniendo en cuenta en la actualización de nuevas tecnologías, tal es el caso de *OpenLayers* 3, que incluyen el *parser* de TopoJSON [14], y *PostGIS*, que soporta como formato de salida para los datos con topología éste formato [15].

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Wikipedia, [http://es.wikipedia.org/wiki/Geography\\_Markup\\_Language](http://es.wikipedia.org/wiki/Geography_Markup_Language)
- [2] OGC, <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>
- [3] *World Wide Web Consortiun*, <http://www.w3.org/Mobile/posdep/GMLIntroduction.html>
- [4] MSDN Blog David Salgado, <http://blogs.msdn.com/b/davidsalgado/archive/2008/08/20/las-dichosas-cross-domain-calls.aspx>
- [5] GeoJSON, <http://geojson.org/>
- [6] Especificación GeoJSON, <http://geojson.org/geojson-spec.html>
- [7] GitHub Mike Bostock, <https://github.com/mbostock/topojson>
- [8] GitHub Mike Bostock, <https://github.com/mbostock/topojson/wiki/Command-Line-Reference>
- [9] OpenLayers, <http://openlayers.org/>
- [10] GitHub James Seppi, <https://gist.github.com/jseppi>
- [11] GitHub Alex Muro, <https://gist.github.com/alexmuro/5600606>
- [12] GitHub Antonio J. Sierra, <https://gist.github.com/ajsierra/5705093>
- [13] The Apache Software Foundation, Apache Jmeter, <http://jmeter.apache.org/>
- [14] *OpenLayers*, <http://ol3js.org/en/master/examples/topojson.html>
- [15] *PostGIS*, <http://postgis.net/docs/manual-2.1/AsTopoJSON.html>



# Tratamiento geoespacial del recorrido de trenes y de tramos ferroviarios: Mejoras en la interacción con la infraestructura

(\*) JOSÉ GÓMEZ CASTAÑO

---

## Resumen

El recorrido de los trenes, su posición y la ubicación de los elementos de la infraestructura ferroviaria, se realiza utilizando bases de datos en las que los atributos alfanuméricos definen las características de estos. Realizar ciertos análisis sobre estos modelos se hace complejo y costoso. En este trabajo se aborda cada uno de estos elementos desde un punto de vista geoespacial, introduciendo algoritmos que permiten llevar a cabo análisis complejos con más rapidez.

Los algoritmos creados se desarrollan para implementar un conjunto de geometrías que permitan definir tramos, líneas y recorridos sobre una base de datos geoespacial. Sobre ellas se llevan a cabo análisis que permiten cruzar los datos alfanuméricos tradicionales con las capacidades geoespaciales que aporta este nuevo enfoque. Para la definición de las geometrías se ha utilizado el Anexo I de la Directiva INSPIRE.

El primer resultado obtenido es poder tratar el recorrido completo de un tren como una entidad completa. Esto ha posibilitado desarrollar procedimientos para determinar la influencia de trabajos, limitaciones de velocidad, cambios de trazado y cualquier elemento de la infraestructura sobre el recorrido de los trenes, en tiempo real.

A partir de la metodología se muestra un ejemplo práctico de aplicación sobre situaciones reales.

## Palabras clave

Geoespacial, GIS, ferrocarriles, algoritmos, tren, infraestructura.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente el tratamiento de la circulación, ubicación de los trenes y de las circunstancias que les afectan durante su recorrido, se ha venido realizando utilizando bases de datos en las que se almacenan las características de su recorrido, así como las de la vía y las circunstancias que les acontecen mediante modelos relacionales o jerárquicos. Esto supone una gran complejidad, cuando se trata de resolver problemas en los que se necesita cruzar información procedente de diversas fuentes como son las espaciales.

En este trabajo se exponen algunos algoritmos alternativos para agilizar y proporcionar mejores resultados que en el análisis tradicional. Se introducen algunos cambios conceptuales en cuanto al uso de las ubicaciones y

---

(\*) ADIF, Subdirección de Sistemas Operacionales: [jgomezc@adif.es](mailto:jgomezc@adif.es)

(\*) Especialista SIG Grupo de Astronomía Extragaláctica e Instrumentación Astronómica, Departamento de Astrofísica y CC de la Atmósfera. UCM. [Jgomez03@pdi.ucm.es](mailto:Jgomez03@pdi.ucm.es)

recorridos, al tratarse estos como elementos espaciales, algo que hasta ahora solo se ha aproximado mediante el uso de Infraestructuras de Datos Espaciales en el inventariado de la infraestructura.

La solución se ha desarrollado sobre una base de datos espacial PostGIS y una serie de programas en Python que la explota, así como herramientas de escritorio gvSIG y QGIS.

## 2. NECESIDAD DE UN SISTEMA DE ANÁLISIS

Los problemas que son susceptibles de entrar en el ámbito de estos análisis son:

- Optimización de recorridos.
- Detección de zonas de influencia de fenómenos que afectan a las circulaciones.
- Detección de zonas calientes por incidencias, trabajos.
- Detección de zonas susceptibles de influir en el tráfico y capacidad de la infraestructura.

Un ejemplo en el que nos vamos a centrar, es conocer cuáles son las obras, incidencias, limitaciones de velocidad, y tramos con características especiales, por los que un tren debe pasar y cómo afectan estos a su regularidad.

## 3. ESTADO DEL ARTE ACTUAL

La red ferroviaria española se distribuye en más de 15,000 km, con diferentes anchos de vías, gestionados por ADIF. En Europa existen una red interconectada, y un marco legal que permite la libre circulación entre Estados. Los algoritmos aquí expuestos se pueden aplicar a cualquier ámbito de la red mundial de ferrocarriles. En estos momentos no se ha encontrado ningún trabajo que tenga un enfoque parecido al aportado en este trabajo.

Infraestructura y Circulación		
(*) Red Ferroviaria Gestionada por Adif:	15.333	km
• Red de Alta Velocidad de Ancho Internacional puro (1.435 mm)	2.322	km
• Red de Alta Velocidad de Ancho Ibérico (1.668 mm)	84	km
• Red Convencional de Ancho Ibérico puro (1.668 mm)	11.596	km
• Red Mixta (combinación Ancho Ibérico y Ancho Internacional)	119	km
• Red de Vía Estrecha de Ancho Métrico (1.000 mm)	1.211	km
<small>A partir del 1 de enero de 2013, en aplicación del RD/22/2012, de 20 de julio, se incorporan 1.192 km procedentes de la extinta entidad pública empresarial FEVE</small>		
Líneas Equipadas con ERTMS	1.974	km
Líneas Equipadas con ASFA	13.398	km
Líneas Equipadas con LZB	498	km
Líneas Equipadas con ATB - EBICAB	449	km
Línea dotada con CTC (Red Convencional Ancho Ibérico, Red Mixta y Red Ancho Métrico)	9.024	km
Red de Fibra Óptica (incluidos 705 km procedentes de la extinta entidad pública empresarial FEVE)	17.339	km
Nº Circulaciones de Trenes / Año 2012	1.852.747	
Puntualidad (global en toda la Red gestionada)	93-98	%

\* Cifras referidas a kilómetros

Figura 1. Estado de la red ferroviaria. Fuente: Declaración de red 2013. ADIF.

Partimos de la información de la que se dispone actualmente, tratándose de tipo alfanumérico. Para este trabajo entenderemos tres ámbitos de datos. Los relativos a los diferentes tipos de localizaciones, los tramos y a los recorridos de los trenes. En todos, se utilizan bases de datos, ya sean relacionales como jerárquicas. Para su explotación se utiliza el lenguaje SQL o DLI, y en ellas, tanto los trenes como las ubicaciones no se representan geográficamente. El atributo identificativo de las localizaciones suele ser un código interno de las Administraciones Ferroviarias. A nivel europeo existe la iniciativa RINF y apartados de la TAF-TSI [Directives 2001/16/EC and 2008/57/EC], que tienen por objeto normalizar la estructura de estos datos entre las diferentes Administraciones y Operadores.

Los tramos se tratan indicando solamente los puntos iniciales y finales de los mismos, generalmente a partir del punto kilométrico o de las estaciones que los delimitan. Solo a efectos de inventario se almacenan geometrías de los tramos, dentro del proyecto IDEAdif, que aglutina los GIS internos de ADIF. El recorrido de los trenes consiste en una mera sucesión de localizaciones, indicando los puntos e instantes en los que pasa por ellos.

Esta información tiene actualmente diversos usos:

- Identificar estaciones, bifurcaciones, subestaciones, puntos de parada, y demás elementos de la infraestructura.
- Definir el recorrido de los trenes y establecer su marcha.
- Regular la circulación de los trenes.

En algunos trabajos se han utilizado sistemas de grafos para optimizar recorridos [Roanes y Otros, 2008, 2009].

Con respecto a la representación geográfica de estos elementos, desde hace algún tiempo, se dispone de geometrías que delimitan las líneas con mayor o menos detalle [IGN MTN25, IDEAdif]. En la actualidad el uso de SIG (Sistemas de Información Geográfica) se ciñe al ámbito constructivo o de inventariado.

#### 4. SOLUCIÓN PROPUESTA

En este trabajo se propone un nuevo enfoque para cada uno de los elementos implicados. Aunque no es nuevo para las localizaciones, si lo es para la representación de tramos específicos de la vía, y sobre todo, para la representación del recorrido de un tren.

Se propone pues que tanto los trazados, los tramos sobre los cuales la infraestructura se modifica, o los recorridos de las circulaciones, sean tratados como objetos espaciales. Como se ha comentado más arriba, solo las líneas tienen este tratamiento. La Directiva Europea INSPIRE [INSPIRE 2007], traspuesta a la LISIGE [LISIGE 2011], exige un tratamiento dentro de esta norma de estos elementos a nivel Europeo, aunque no tiene en cuenta el tráfico.

Dentro del Anexo I de INSPIRE se definen los siguientes fenómenos:

- Fenómenos de localizaciones - RailwayNode.
- Fenómenos de tramos - RailwayLink.
- Fenómenos de líneas - RailwayLine.
- Fenómenos de recorridos - TrainRailwayLine.

Los recorridos de las circulaciones han sido, hasta ahora, tratados como meros atributos alfanuméricos, enumerando los puntos de paso en ciertos instantes. Aprovechando la nomenclatura INSPIRE, en este trabajo se define el *TrailRailwayLine*, como el fenómeno correspondiente al recorrido del tren. Estos se han transformado en

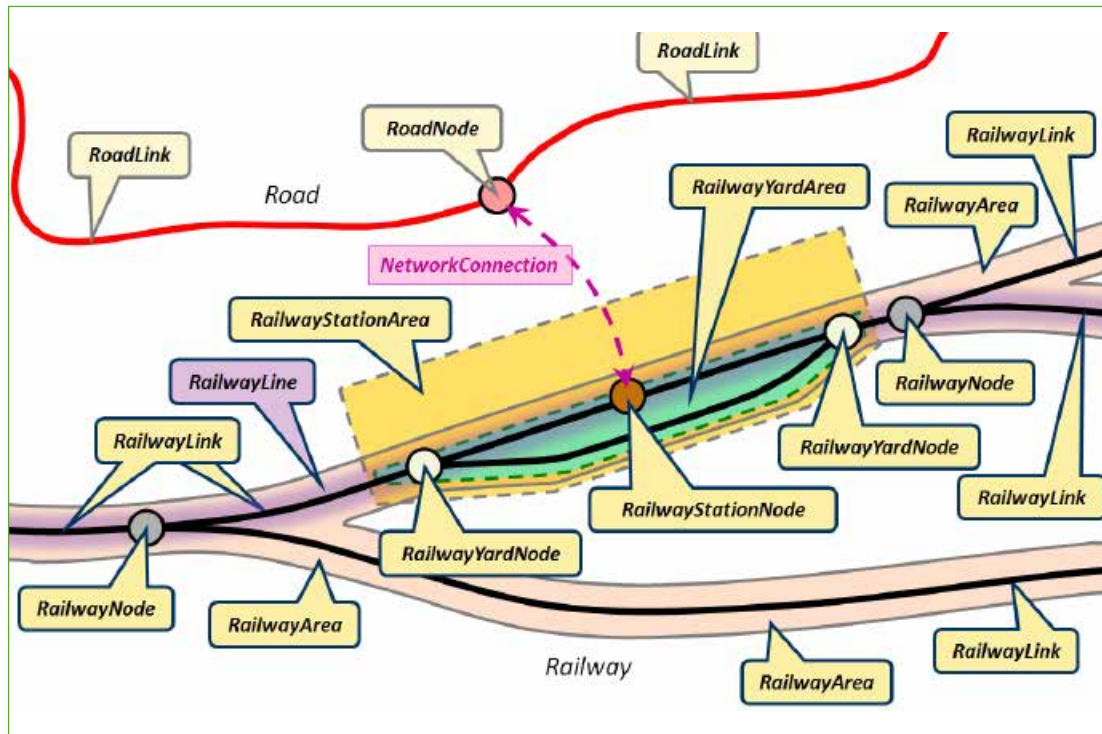


Figura 2. Representación de los fenómenos relacionados con ferrocarriles en el Anexo I de INSPIRE.

objetos geoespaciales ya que se trata, en definitiva, de polilíneas compuestas por cada una de las geometrías que enlazan los diferentes nodos del recorrido. El recorrido se traduce en una polilínea desde el origen al destino. Para los trenes planificados se tomará el recorrido previsto y para los circulados, el real. Este tratamiento no solo permite definir el recorrido de los trenes en el trayecto, sino que lo hace dentro de las estaciones si se han creado las geometrías dentro de las mismas definiendo las vías internas de la estación.

Los tramos, por otra parte, se definen como segmentos entre dos puntos de una línea. Los puntos origen y destino de los mismos se referencian como puntos kilométricos sobre la misma. Para crear geometrías a partir de ellos, es necesario primero llevar a cabo una georreferenciación de estos. En un apartado más abajo se detalla el proceso, pero baste decir que cualquier proceso de segmentación dinámica, puede devolver la coordenada geográfica del origen y fin.

Una vez almacenados estas geometrías, es posible llevar a cabo sobre ellas cualquier consulta o tratamiento espacial, tanto dentro de la base de datos como con herramientas GIS. El más importante es conocer qué tramos afectados por alguna circunstancia, atravesará un tren. Para ellos se ejecuta una consulta que devuelva la intersección de la geometría del recorrido con el resto de tramos.

## 5. HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Para poder implementar las soluciones propuestas, se han utilizado las siguientes herramientas:

- Lenguaje de desarrollo Python.
- Base de datos espacial PostGIS. El ahorro de costes hace de PostGIS una opción de uso de una base de datos libre, que esta siendo adoptada incluso dentro del propio Instituto Geográfico Nacional.
- Programa de escritorio para edición geoespacial gvSIG y QGIS.
- Librerías GDAL-OGR y SEXTANTE.

## 6. GEOMETRÍAS A UTILIZAR

Para la definición de los elementos espaciales, se ha respetado el Anexo I de la Directiva INSPIRE.

### 6.1. Geometrías básicas

Para poder construir un conjunto de geometrías complejo, debemos partir de tipos básicos que proporcionen un nivel mínimo de información. Dado que los valores alfanuméricos actuales recogen las localizaciones de interés para el tráfico, podemos tomar estas para definir los segmentos de las geometrías que nos interesan. De esta forma tendremos polilíneas en las que el origen y final lo componen cada una de estas localizaciones.

Existen varios tipos de localizaciones y entre ellas siempre existirá una polilínea que define el trazado de la vía. La interconexión de las diferentes polilíneas conforma una topología completa de la red ferroviaria. A las localizaciones que identifican puntos de la infraestructura ferroviaria las denominaremos RailwayNode, y serán de tipo Point.

Dependiendo del tipo de geometrías agregadas que se seleccionen, podremos configurar fenómenos que respondan a diferentes necesidades. En este trabajo se configuran las siguientes:

- Topologías de tramos.
- Topologías de líneas.
- Topologías de recorridos.

Para crear la geometría básica, partimos de la georreferenciación de los trazados tomados de diferentes fuentes. En este trabajo se ha utilizado la versión 12 de la Tramificación Común de IDEAdif. Esta consiste en un fichero shapefile con los trazados llevados a cabo usando GPS embarcado en un tren auscultador siendo el trazado más fiable en la actualidad. Otra fuente es la capa de ferrocarriles disponible en el Mapa Topográfico Nacional 1:25.000 (MTN25) disponible en el centro de descargas del CNIG. A esta información le llamaremos REDgeom, ya que representa la geometría de toda la red ferroviaria, siendo de tipo Multiline. Uno de los primeros pasos consistió en convertirla a elementos Line más manejables.

En esta red no están identificadas los puntos de interés que nos definen la posición de paso de los trenes, estaciones, bifurcaciones, etc. Para poder identificarlos sobre esta geometría, partimos de la posición RailwayNode de cada uno de ellos y se determina cuál es el punto al que corresponde sobre REDgeom cuya distancia a la misma es mínima.

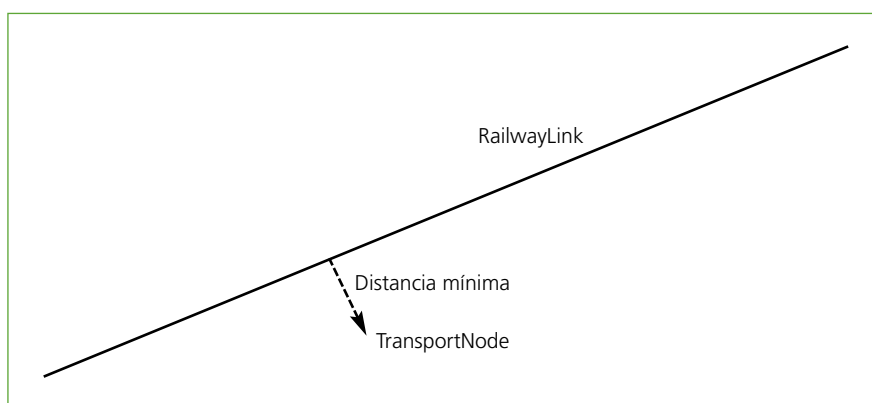


Figura 3. Gráfico distancia mínima.

A partir de estos puntos, se lleva a cabo la extracción de cada una de las geometrías que llamaremos RailwayLink usando como base la línea, y que comprende dos RailwayNode consecutivos. En este estudio no se ha tenido en cuenta la multiplicidad de vías en un RailwayLink. En estos casos, cada conjunto de vías entre dos RailwayNode, define un RailwayLink diferente. El resultado es una polilínea que se almacena en la base de datos espacial.

En caso de PK, existe el problema de que estos puntos kilométricos no corresponden a la distancia lineal real, sino a la ubicación de los hitos que están junto a la vía cada 100 metros. Para la mayoría de aplicaciones, esta desviación puede considerarse despreciable. La única fuente que georreferencia su posición es la capa Puntos Kilométricos, del MTN25 [Gómez Castaño, J, 2013]. En este estudio detallado, se puede encontrar un algoritmo de conversión de uno a otros Pks.

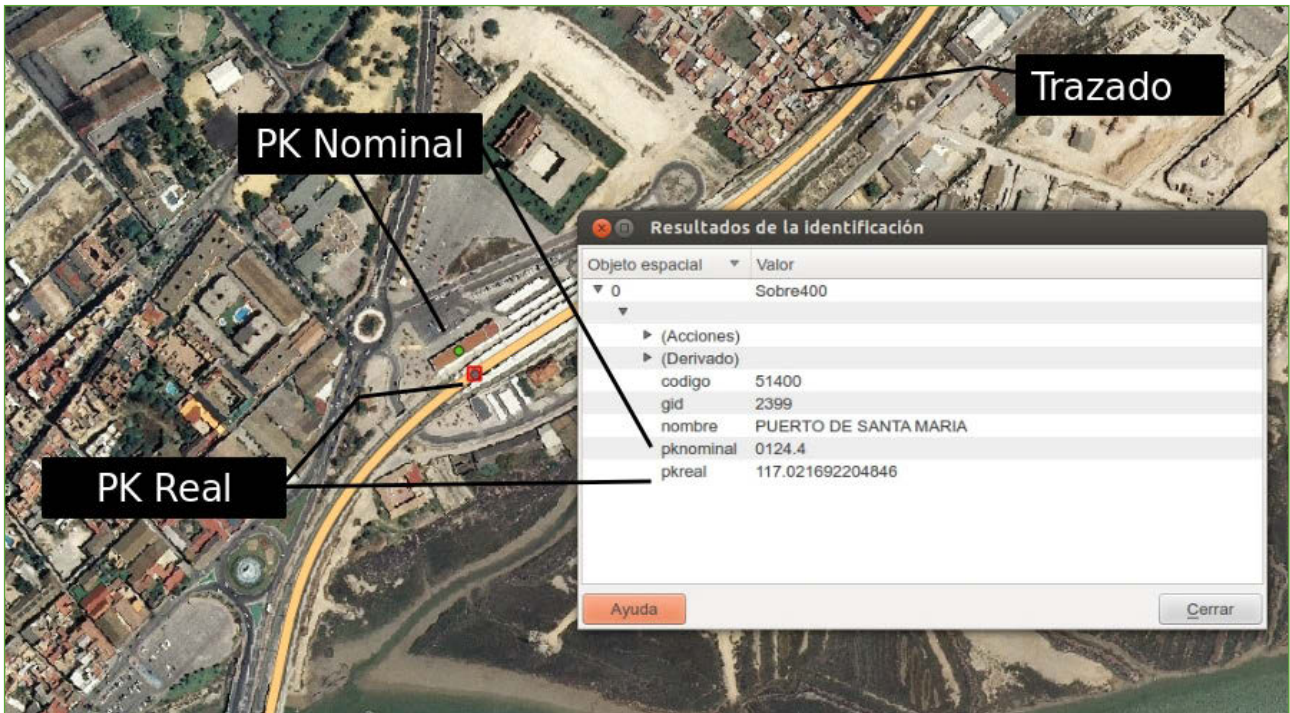


Fig 4. Diferencia entre los Pks nominales y reales.

## 6.2. Geometrías de los tramos

Para la creación de los tramos se nos pueden dar 3 casos: a) Que esté delimitado por dos RailwayNode; b) que sus extremos, o al menos uno, sean dos puntos en plena vía; c) que esté delimitado por la zona de influencia de otro fenómeno.

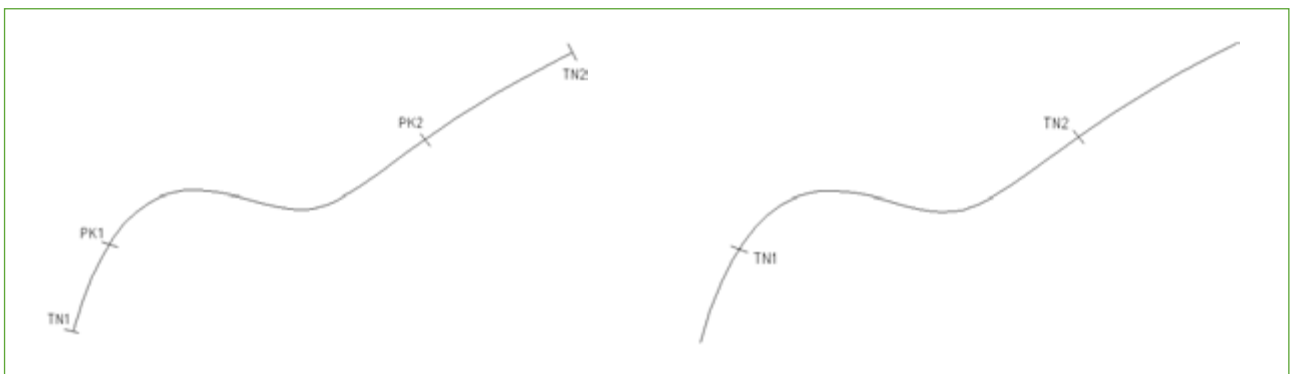


Figura 5. Tipos de tramos (a, b).

Por ello definiremos en este trabajo, un tramo o geometría del mismo como el trazado resultante de la unión de un conjunto disjunto de nodos y las polilíneas que los unen, los cuales responden a una necesidad concreta. Algunas de ellas son:

- Análisis del recorrido y cumplimiento de marchas de las circulaciones.
- Definición de afectaciones en la vía, como limitaciones de velocidad, trabajos, incidencias.
- Como resultado de análisis espaciales, por ejemplo el resultado de una zona de influencia.
- Estudios económicos.

En el caso a) los extremos son elementos de tipo RailwayNode, y por lo tanto se crea el tramo mediante la unión de varias geometrías de tipo RailwayLink generadas anteriormente.

Para el caso b), la construcción del tramo se puede definir de dos formas. A partir de los puntos kilométricos inicio y final del mismo, o marcando sobre un mapa estos puntos. En ambos, lo primero es calcular un punto sobre la geometría de la red (REDgeom)

En el primer caso los valores que definen los extremos son puntos kilométricos sobre la misma. El tramo se compone de la polilínea resultante entre ambos extremos. En el caso de que estos se encuentren en la misma línea, el proceso es trivial, pero en muchos casos, estos pueden estar en líneas diferentes. Para generar el tramo es necesario entonces llevar a cabo un geoproceto que nos devuelva las diferentes geometrías que unen ambos puntos y permitir la selección de la adecuada.

Otro caso se manifiesta cuando no tenemos estos RailwayLink creados y partimos de puntos en plena vía. Se trata, por ejemplo, de una limitación de velocidad entre dos puntos kilométricos, o una incidencia que afecta a una sección concreta de la infraestructura.

Lo más adecuado es calcular el RailwayNode que corresponde al punto kilométrico seleccionado, y proceder entonces como en caso descrito anterior. Al no cumplir la definición descrita en el Anexo I de INSPIRE, a estos puntos los llamaremos LocationNode.

Por último tenemos la circunstancia adicional c), relacionada con la definición de zonas de influencia. Un tramo se puede definir como la intersección del polígono que engloba una zona y una línea. Se trata de un tramo afectado por una zona con riesgo para la circulación de los trenes, como puede ser una limitación de velocidad, zona de trabajos o directamente una zona donde se encuentra un incendio o inundación.

El tramo resultante permite conocer la influencia de estos fenómenos directamente sobre la infraestructura y actuar preventivamente sobre ella. Para su generación basta con calcular la intersección entre la geometría de la línea y de la zona de influencia

### 6.3. Geometría de líneas

Un elemento de especial interés son las líneas. Las podemos definir como agrupaciones de RailwayLink con una longitud mayor. Su construcción se lleva a cabo usando la misma metodología expuesta en el apartado anterior.

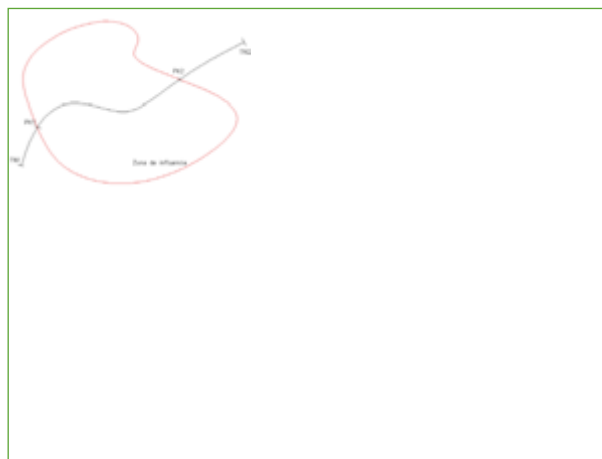


Figura 6. Tipos de tramos (a, b, c).

## 6.4. Geometría de los recorridos y marcha de los trenes

Para almacenar el recorrido del tren partimos de su itinerario previsto. Este se compone de las localizaciones que este recorre y los instantes de paso por cada una de ellas. A partir de los puntos de inicio y fin de su recorrido, es posible crear un fenómeno de tipo Polyline que denominaremos TrainRailwayLink. No existe una definición de esta geometría en INSPIRE, pero podemos asemejarla a un conjunto disjunto de los RailwayLink que atraviesa el tren en su recorrido.

Este tipo de tratamiento es lo suficientemente rápido y ágil como para hacerlo en tiempo real. Esto permite prever la afectación para trenes ya circulando o especiales.

Los resultados los almacenaremos en una base de datos espacial, al objeto de poder realizar análisis geospaciales sobre ellas. Otra fuente de salida de datos es almacenarlos en ficheros shapefile.

## 6.5. Atributos adicionales

Una vez definidas las geometrías estas se complementan con los atributos tradicionalmente utilizados en las operaciones ferroviarias. Para poder asociar cada elemento espacial generado anteriormente al resto de atributos, se crea un identificador único, que es la clave única en el resto de tablas con atributos. En el caso de un RailwayLink será el identificador que se define en el Anexo I de INSPIRE, que hace referencia al par de RailwayNode que une. En el del TrainRailwayLine, será la de la identificación del tren al que representa, con lo que se podrán hacer relaciones entre su dimensión espacial y el resto de atributos alfanuméricos.

## 7. ALGORITMO GENERAL

Una vez definidos los fenómenos, se ha seguido el siguiente esquema:

1. Generación de fenómenos RailwayLink para cada par de RailwayNode a partir de SHP IDEAdif versión 12 -> PostGIS.
2. Creación de los fenómenos TrainRailwayLine para cada recorrido de un a partir de su marcha -> PostGIS.
3. Definición de las zonas de interés y sus límites IncidGeom.
4. Cálculo en tiempo real de la intersección del TrainRailwayLine afectado por una IncidGeom.

Como resultado, se obtiene el conjunto de trenes afectados por una circunstancia en la infraestructura o el conjunto de circunstancias que han afectado a un tren en su marcha

## 8. REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA

El carácter geoespacial de estos objetos añade un nuevo marco de uso, permitiendo la visualización de los resultados (Figura 7). Este se visualiza sobre un mapa, y existe la posibilidad de integrarlo con otras fuentes de información geográfica proporciona una gran ayuda a la hora de toma de decisiones y análisis [Gómez Castaño, J., 2010].

## 9. APLICACIÓN PRÁCTICA

Para ilustrar la metodología empleada y su uso, se ha diseñado un ejemplo que permite conocer la influencia de un tramo afectado por una limitación de velocidad provocada por un trabajo en la infraestructura, sobre los trenes. El objetivo será Se quiere conocer el conjunto de trenes afectados por una limitación de velocidad y una zona de trabajos en la línea 400 de Alcázar de San Juan a Cádiz. Se han generado 3.557 recorridos de trenes por



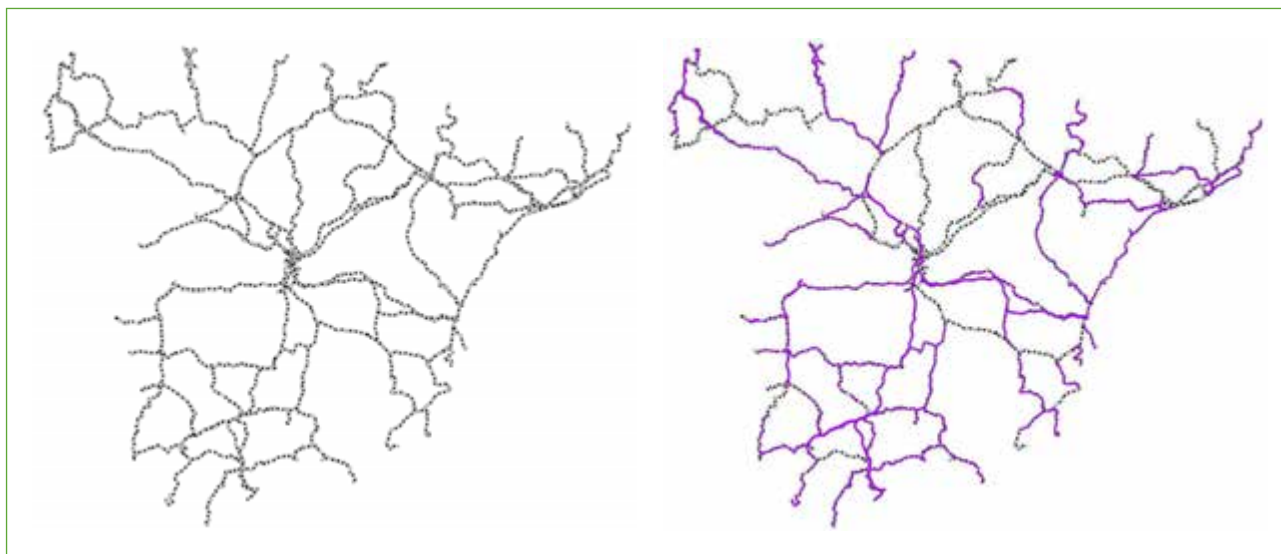


Figura 7. RedGeom, conjunto de RailwayLines generadas (izda.), y 3557 TrainRailwayLines correspondientes a trenes (dcha.).

toda la red, tanto de ancho convencional como de alta velocidad. Su resultado tabular y por supuesto, la representación cartográfica.

El escenario propuesto se presenta en la siguiente figura 8.

## 9.1. Aplicación del proceso

### 9.1.1. Creación de la geometría TrainRailwayLink

Partimos del recorrido planificado de los trenes. Se han tomado para varios trenes, los puntos de origen, intermedios y finales, así como las horas de paso. Esto nos proporciona el TrainRailwayLine de cada uniendo los RailwayLink de pares de RailwayNode de su recorrido. En las consultas se utiliza este campo como geom\_train.

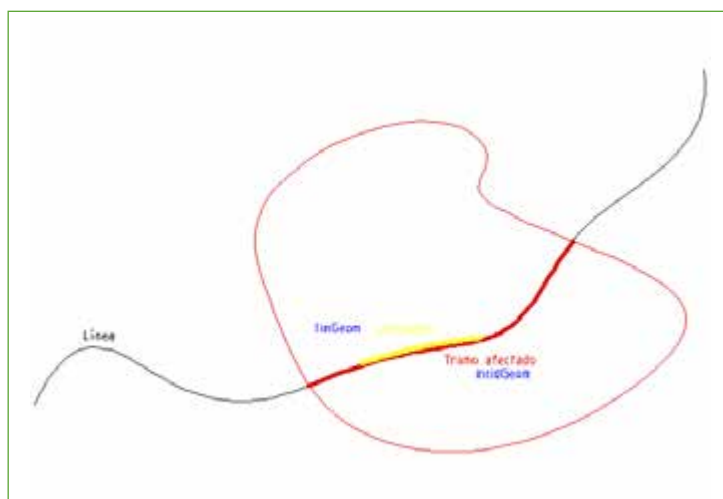


Figura 8. Geometría del ejemplo REDgeom, (trazado real), geom\_afect (polilínea roja de afectación), RailwayLink\_afect (polilínea roja del tramo afectado), RailwayLink\_lim (polilínea amarilla que delimita la limitación).

### 9.1.2. Creación de las geometrías RailwayLink de la zona afectada

Partimos de unos trabajos ficticios que provocan una limitación de velocidad. El ejemplo simula una inundación. En esta se define un tramo con una incidencia y en él, dos limitaciones de velocidad. La zona afectada (geom\_afect), en rojo en la figura anterior, la forma una polilínea. El tramo de vía afectado viene definido por la intersección de esta zona con la REDGeom, el trazo rojo en la figura anterior (RailwayLink\_afect). Si solo parte de este tramo tiene afectación al tráfico real, se puede definir adicionalmente el que impone una limitación de velocidad (RailwayLink\_lim), amarillo en el gráfico, delimitado por los Pks de inicio y final.

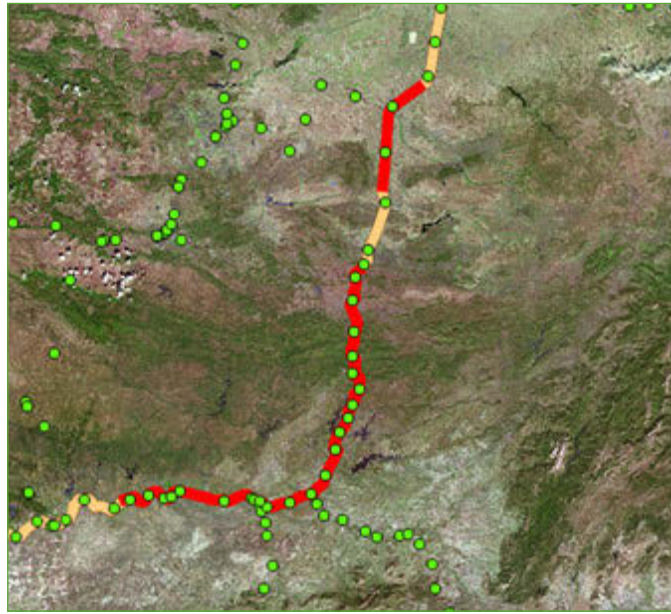


Figura 9. Resultado geométrico de la intersección de la zona de interés con la línea y los tramos afectados, Zona de trabajos.



Figura 10. Definición de la limitación entre dos Pks (trazo rojo) en la línea 400.

### 9.1.3. Consulta para conocer los trenes afectados

Esta consulta se lleva a cabo utilizando SFSQL[OGC] sobre la base de datos PostGIS. Se trata de conocer el conjunto de las geometrías que cumplen que su intersección con la de la zona de influencia o limitación, no es un conjunto vacío.

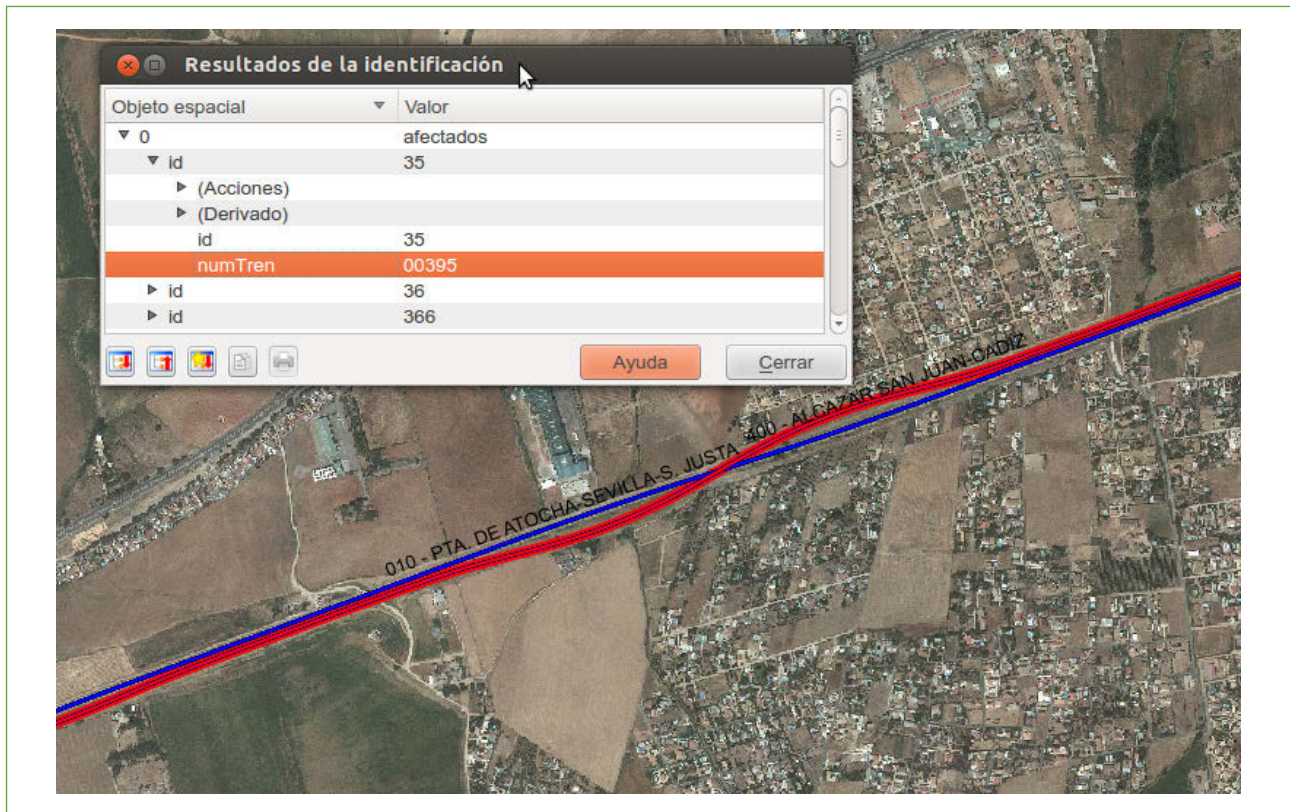


Figura 11. Resultado tabular de la consulta de 3557 TrainRailwayLines con todos los RailwayLines. 35 trenes que atraviesan la zona de trabajos y 92 trenes la de trabajos y la limitación

A partir de los resultados de tiempo perdido en la limitación (TP), Velocidad máxima al paso por la misma (VM), Velocidad al paso (VP), longitud (LP), y número de trenes circulados por ella, se puede cuantificar el impacto de esta. La idea es poder tener valores que permitan conocer el impacto de una limitación en diferentes lugares. El resultado es el producto del número de trenes por TP, utilizando la metodología empleada en Gómez Castaño, J, 2013

#### 9.1.4. Resultados geoespaciales

Además de los resultados tabulares, se devuelven los mapas conteniendo el recorrido de los trenes y en qué zonas se verán afectados por esta circunstancia de la infraestructura.

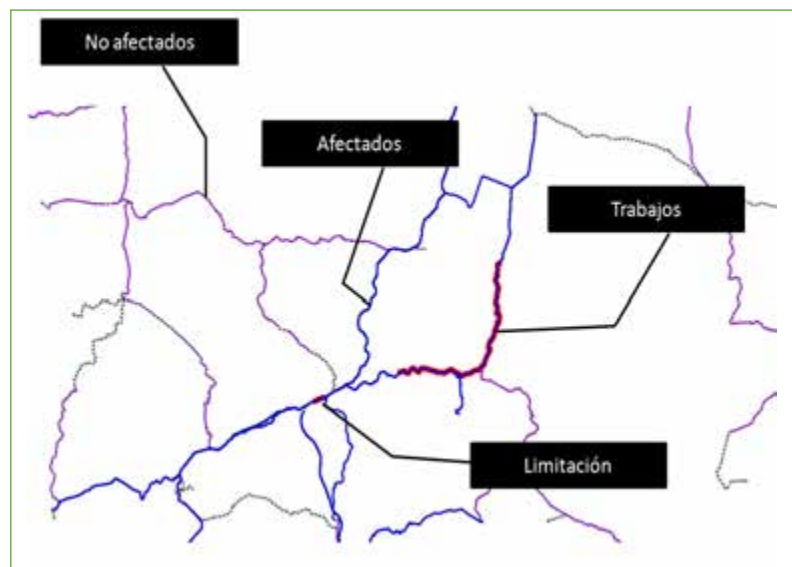


Figura 12. Resultado de la consulta de 3557 TrainRailwayLines con todos los RailwayLines.

## 10. RENDIMIENTO

El equipo utilizado es un portátil HP Probook 4540 con 4 GB de RAM, y procesador Intel i5. El tiempo medio de creación de un objeto espacial de tipo TrainRailwayLine, a partir de sus datos de circulación, es de 69 milisegundos. Esto permite su uso para cálculos en tiempo real y complementar a otros de tipo Batch. El tiempo medio de consulta de un fenómeno sobre la infraestructura contra 3557 TrainRailwayLine de la tabla es de 4.75 segundos

## 11. CONCLUSIÓN

Se ha presentado una metodología para convertir el recorrido de los trenes en elementos geoespaciales, con los que es posible determinar en qué medida son afectados por circunstancias en la infraestructura que pueden influir su marcha. Como resultados de este trabajo se pueden extraer los siguientes:

- Correlación entre PKs nominales y reales.
- Creación de fenómenos propios del recorrido del tren TrainRailwayLine.
- Incorporación de procesos geoespaciales a la Malla del Tren.
- Posibilidad de cruzar información de tráfico con cualquier otra georreferenciada.
- Mejora en la gestión de tráfico.
- Mejora en la gestión de incidencias sobre el tren.
- Detección de impacto de infraestructura en tren.
- Reducción de costes de operación.

La creación de los TrainRailwayLine abre un abanico de posibilidades en los que la componente geoespacial viene a complementar los procesos actualmente en vigor en el resto de aplicaciones de planificación y gestión de tráfico.

## 12. AGRADECIMIENTOS

El autor desearía expresar su agradecimiento al equipo de IDEAdif y del Instituto Geográfico Nacional que han proporcionado las geometrias de la vía.

## 13. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Directives 2001/16/EC and 2008/57/EC. <http://www.uic.org/spip.php?article446>
- Gómez Castaño, J.: «Generación de una Infraestructura de Datos Espaciales para ferrocarriles basada en software libre», Jornadas SIG Libre, Universidad de Girona, 2010.
- Gómez Castaño, J.: «Análisis cinemático del tiempo concedido a los trenes a su paso por limitaciones de velocidad» Vía Libre Técnica, Fundación de los Ferrocarriles Españoles 2013.
- Gómez Castalin, J.: «Análisis de la correlación existente entre los Puntos Kilométricos Nominales y Reales en la geometría de la línea ferroviaria», Vía Libre Técnica, Fundación de los Ferrocarriles Españoles, 2013.
- INSPIRE, 2007: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>
- LISIGE, 2011, <http://www.boe.es/boe/dias/2010/07/06/pdfs/BOE-A-2010-10707.pdf>
- Roanes Lozano, E. et al.: «Unas reflexiones sobre el reconocimiento de rutas en mapas ferroviarios y teoría de grafos», Boletín de la Soc. Puig Adam, num 78, Febrero 2008.
- Roanes Lozano, E. et al.: «Estudio matemático de la evolución de la topología de la red Española de ancho ibérico 1956-2006», Vía libre Técnica, 2009.

# CityGML: modelado urbano 3D

## Creación de modelos urbanos 3D de acuerdo a los requerimientos y directrices del estándar CityGML

(\*) IÑIGO AMELIBIA HERNANDO

---

### Resumen

Hasta hace pocos años los modelos 3D de ámbitos urbanos eran puramente visuales y no presentaban valor añadido alguno más allá de la mera simulación con mayor o menor fortuna de dichos entornos. Sin embargo hoy en día y debido a aplicaciones tan populares como Google Earth/Google Maps que permiten la visualización 3D de distintas ciudades y/o edificios y a la rápida evolución de los Sistemas de Información Geográfica desde entornos de trabajo 2D a 3D, surge la necesidad de disponer de modelos urbanos 3D que cuenten no sólo con un componente geométrico sino que además estén enriquecidos con un amplio componente semántico acorde a las necesidades de información que la sociedad actual demanda. A medida que se han ido incrementado tanto las plataformas tecnológicas que permiten generar, mantener y gestionar geoinformación 3D como el número de modelos 3D que distintos usuarios tanto privados como públicos han venido demandando, se han desarrollado distintos estándares internacionales con el objeto de cubrir la necesidad de contar con un modelo de información común y abierto que permita la representación 3D de objetos urbanos. Uno de ellos es el conocido como CityGML, adoptado por el Open Geospatial Consortium (OGC) como estándar oficial desde el año 2008. Dicho modelo define detalladamente tanto las clases de objetos que participarán en un modelo urbano como las relaciones a establecer entre ellos y que configurarán tanto sus propiedades geométricas como topológicas, semánticas y de apariencia. Además se caracteriza por contemplar cinco niveles de detalle con lo cual es posible recrear un modelo desde un entorno básico 2D a un entorno 3D de gran complejidad. Y dado que se trata de un formato basado en XML, en concreto desarrollado bajo el estándar Geography Markup Language 3 (GML3), es completamente compatible con cualquiera de los servicios web OGC actualmente en uso (WFS, WPS, WVS, W3DS, ...). Por todo ello CityGML se ha convertido en el estándar de referencia en el modelado de entornos urbanos 3D dado su enorme potencial en este campo y el gran número de proyectos y aplicaciones en los que es posible su utilización.

### Palabras clave

CityGML, OGC, GML3.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Estudios GIS es una consultora independiente nacida en 1997 y radicada en el Parque Tecnológico de Álava altamente especializada en Tecnologías de la Información con componente geográfico.

---

(\*) Estudios GIS. Departamento de Geoinformación: iamelibia@estudiosgis.com

Ofrece un servicio integral que cubre todo el ciclo de vida del dato geográfico. Desde la consultoría, captura y tratamiento de datos, hasta el desarrollo e implantación de aplicaciones GIS personalizadas según los requerimientos y necesidades del cliente sin olvidar facetas tan importantes como la formación, el mantenimiento y la asistencia técnica postproyecto.

A lo largo de estos años Estudios GIS ha participado en proyectos nacionales e internacionales en sectores tan diversos como son el Planeamiento Urbanístico y la Ordenación del Territorio, la Gestión de activos de la Vía Pública, Medio Ambiente, Cultura y Turismo, Gestión de Redes de Servicio, Redes de Transporte y Logística, Cartografía y Callejeros, Gestión de inmovilizado, Gestión de espacios de negocio, Agricultura, Software Marino, Eficiencia Energética, Emergencias y Gestión Catastral, ...

No obstante y en su afán por prestar un mejor servicio al cliente y ofrecerle las últimas novedades y soluciones tecnológicas presentes en la actualidad, Estudios GIS viene desarrollando una intensa actividad en aportar un valor añadido a los Sistemas de Información Geográfica tradicionales, incorporando a éstos la tercera dimensión principalmente en aquellos proyectos donde esta componente resulta ser poco menos que imprescindible como es el caso de numerosos estudios y análisis llevados a cabo en ámbitos urbanos.

Sin embargo y hasta fechas muy recientes la creación de modelos urbanos 3D no dejaba de ser un ejercicio puramente visual sin más utilidad que la mera representación más o menos real de estos entornos. Pero la popularización de aplicaciones como Google Earth / Google Maps y similares donde es posible acceder a modelos en tres dimensiones de distintas ciudades y/o edificios, así como la rápida evolución de los Sistemas de Información Geográfica desde entornos de trabajo 2D a 3D han permitido dar un paso más allá dando lugar a la necesidad de disponer de modelos urbanos 3D que cuenten no sólo con un componente geométrico sino que además estén enriquecidos con un amplio componente semántico acorde a las necesidades de información que la sociedad actual demanda y susceptibles de ser incorporados a distintos tipos de análisis geoespaciales.

Por lo tanto el modelado 3D con componente tanto geométrico como semántico se antoja a día de hoy una herramienta de gran utilidad en dichos entornos urbanos tanto para la realización de estudios de planeamiento urbano y de eficiencia energética como para el diseño de nuevas infraestructuras, la ordenación del territorio, ...

En los últimos años y a medida que se han ido incrementado tanto las plataformas tecnológicas que permiten generar, mantener y gestionar geoinformación 3D como el número de modelos 3D que distintos usuarios tanto privados como públicos han venido demandando, se han desarrollado distintos estándares internacionales con el objeto de cubrir la necesidad de contar con un modelo de información común y abierto que permita la representación 3D de objetos urbanos.

Uno de ellos es el conocido como CityGML, adoptado por el Open Geospatial Consortium (OGC) como estándar oficial desde el año 2008. Dicho modelo define detalladamente tanto las clases de objetos que participarán en un modelo urbano como las relaciones a establecer entre ellos y que configurarán tanto sus propiedades geométricas como topológicas, semánticas y de apariencia.

Además se caracteriza por contemplar cinco niveles de detalle con lo cual es posible recrear un modelo desde un entorno básico 2D a un entorno 3D de gran complejidad. Y dado que se trata de un formato basado en XML, en concreto desarrollado bajo el estándar Geography Markup Language 3 (GML3), es completamente compatible con cualquiera de los servicios web OGC actualmente en uso (WFS, WPS, WVS, W3DS, ...).

En base a todo ello CityGML se ha convertido en el estándar de referencia en el modelado de entornos urbanos 3D dado su enorme potencial en este campo y el gran número de proyectos y aplicaciones en los que es posible su utilización.

## 2. ANTECEDENTES

A continuación se detalla la cronología seguida en el desarrollo del estándar CityGML desde sus inicios hasta el día de hoy:



### Año 2002

Comienza el desarrollo del estándar CityGML por parte de los miembros del denominado «Special Interest Group 3D (SIG 3D)» perteneciente a la iniciativa «Geodata Infrastructure North-Rhine Westphalia (GDI NRW)» radicada en Alemania. Dicho grupo SIG 3D es una plataforma libre y de carácter internacional compuesta por más de 70 compañías, administraciones municipales e institutos de investigación que trabajan en el desarrollo y la explotación comercial de modelos 3D interoperables así como en su geovisualización.

### Año 2004

El estándar CityGML pasa a ser debatido en el seno de organismos internacionales como es el caso tanto del «European Spatial Data Research (EuroSDR)» como del grupo de trabajo «3D Information Management (3DIM) Working Group» del «Open Geospatial Consortium (OGC)».

### Año 2006

Se desarrolla la versión beta CityGML 1.0 aprobándose por parte del Comité Técnico del OGC la especificación CityGML como documento de debate. Durante este año se aborda su discusión desde distintos grupos de trabajo del OGC como es el caso por ejemplo del «CAD/GIS Interoperability Working Group».

### Año 2007

CityGML es evaluado y chequeado de forma exhaustiva y con resultados muy positivos por parte del «OGC Web Services Testbed No. 4 (OWS-4)» lo que da lugar a que el Comité Técnico del OGC considere a este estándar por primera vez como miembro oficial del OGC.

### Año 2008

El 20 de agosto los miembros del OGC aprueban la versión 1.0.0 del CityGML como estándar oficial del OGC.

### Año 2009

Se comienza a trabajar en las futuras versiones del estándar CityGML (1.1 y 2.0).

### Año 2010

El OGC pone en marcha de forma oficial la revisión del estándar CityGML con vistas a la aprobación de una futura nueva versión.

### Año 2011

El grupo de trabajo del OGC destinado a promocionar y evaluar el estándar CityGML da a conocer el borrador de la versión 1.1 con el fin de que pueda ser revisado por el público en general y éste pueda aportar las sugerencias que estime oportunas.

### Año 2012

Se decide desechar la versión 1.1 prevista inicialmente y realizar un cambio más significativo que dará lugar a la aparición de la versión 2.0.0, aprobándose ésta el 14 de marzo como estándar oficial del OGC.

## 3. PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

El estándar CityGML es un modelo de información común que permite tanto la representación de conjuntos de objetos urbanos en 3D así como su almacenamiento y exportación. Define de una forma estandarizada tanto las clases de objetos que intervendrán en este modelo así como las relaciones que se establecerán entre ellos

dentro de un entorno urbano, teniendo no sólo en cuenta sus propiedades geométricas sino también sus propiedades topológicas, semánticas y de apariencia. Incluyendo además la generalización de jerarquías entre clases temáticas, agregaciones, relaciones entre objetos y las propiedades espaciales que los caracterizan.

Por lo tanto este modelo de datos abierto, basado en XML e implementado como un esquema de aplicación para el Geography Markup Language 3.1.1 (GML3) no solo permite la representación virtual de escenarios 3D urbanos sino que va más allá de un formato clásico de intercambio gráfico y hace posible integrar dichos escenarios en análisis con componente geográfico como los que son necesario realizar en aplicaciones de planeamiento urbano, diseño de edificios e infraestructuras o gestión de emergencias por poner solo unos ejemplos.

Por otra parte y dada su flexibilidad permite la representación simultanea de un modelo 3D con diferentes niveles de detalle, escalando su visualización desde una perspectiva global o regional partiendo de una representación básica del terreno a una perspectiva de detalle a nivel de edificio.

Además y dado que se trata de un estándar basado en GML3, como se ha citado anteriormente, es plenamente compatible con el resto de estándares definidos y aprobados por el OGC. Por lo que puede hacer uso de cualquiera de los servicios web OGC actualmente en uso (Web Feature Service - WFS, Web Processing Service - WPS, Catalog Service – CS-W, Web 3D Service – W3DS, Web Terrain Service – WTS, ...) para acceder, procesar, identificar o visualizar recursos disponibles en formato CityGML.

#### 4. NIVELES DE DETALLE

CityGML se caracteriza por permitir un modelado 3D multiescala permitiendo en un único modelo la convivencia de hasta 5 niveles de detalle que serían los siguientes:

Nivel de detalle	Descripción
LoD 0	El nivel LoD 0 (Level of Detail 0) se correspondería con una representación 2.5 D del terreno mediante el empleo de un modelo digital de elevaciones que podría estar compuesto por TIN's (Triangulated Irregular Network), mallas reticuladas o cuadrículas, líneas de ruptura y masas de puntos. Se trataría de un nivel de detalle suficiente e idóneo para realizar modelos a escalas globales o regionales.
LoD 1	Nivel de detalle a escala de ciudad en el que los edificios son representados únicamente por bloques.
LoD 2	De nuevo estamos hablando de un modelo a escala de ciudad pero en el que los edificios aparecen definidos con un mayor detalle, adquiriendo sus fachadas diferentes texturas y distinguiendo claramente los tejados y techos del resto de estructuras propias del edificio. También quedarían diferenciadas en este nivel estructuras externas del edificio como es el caso de miradores, escaleras o balcones.
LoD 3	Continuamos a una escala de ciudad pero definiendo el exterior de los edificios (puertas, ventanas, ...) cada vez con mayor lujo de detalles desde un punto de vista arquitectónico.
LoD 4	Completa al nivel anterior centrándose en esta ocasión en el interior de los edificios configurando la distribución de los pisos y habitaciones, las escaleras, puertas, columnas, mobiliario, ... Se trataría de un modelo a escala de edificio muy similar al estándar, basado en el concepto BIM (Building Information Modelling), como es el IFC (Industry Foundation Classes). El nivel LoD 4 de CityGML es asimilable al IFC en cuanto al detalle, aunque el formato sea diferente.





## 5. ESTRUCTURA MODULAR

CityGML se estructura en torno a una serie de módulos que permiten la representación 3D de una amplia gama de objetos propios de ámbitos urbanos. Dichos módulos son los siguientes:

Módulo	Descripción
Apariencia	Define y describe las texturas y materiales a emplear en cualquier superficie que se considere dentro del modelo así como las distintas apariencias que un objeto pueda tomar en función de determinadas variables (p.ej. representación de entornos urbanos en verano o invierno, escenarios diurnos o nocturnos, ...).
Puente	Define y describe para el tipo de objeto puente los atributos tanto temáticos como geométricos a considerar así como las distintas partes que lo componen, la forma en que éstas se interrelacionan y su comportamiento semántico y topológico.
Edificio	Define y describe para el tipo de objeto edificio los atributos tanto temáticos como geométricos a considerar así como las distintas partes que lo componen, la forma en que éstas se interrelacionan y su comportamiento semántico y topológico.
Mobiliario urbano	Define y describe los objetos que componen el mobiliario urbano como es el caso de farolas, semáforos, bancos, ... otorgándoles su correspondiente comportamiento tanto geométrico como semántico y topológico.
Agrupación de objetos urbanos	Permite al usuario realizar agrupaciones arbitrarias de elementos urbanos en base a criterios definidos por éste (por ejemplo, agrupaciones en función de barrios o distritos).
Objeto genérico	Permite al usuario modelar objetos o elementos urbanos que no estén cubiertos explícitamente por el esquema CityGML.
Uso de suelo	Define y describe áreas de la superficie terrestre que presentan un uso determinado.
Relieve	Define y describe los elementos que componen el modelo digital del terreno, sus atributos, referencias externas, comportamiento semántico y topológico, ...
Transporte	Define y describe los elementos que componen las redes de transporte (objetos complejos compuestos por distintos elementos como aceras, calzadas, bicarriles, aparcamientos, ...), sus atributos, referencias externas, comportamiento semántico y topológico, ...
Túnel	Define y describe para el tipo de objeto túnel los atributos tanto temáticos como geométricos a considerar así como las distintas partes que lo componen, la forma en que éstas se interrelacionan y su comportamiento semántico y topológico.
Vegetación	Define y describe para el tipo de objeto vegetación (árboles, arbustos, macizos florales, ...) los atributos tanto temáticos como geométricos a considerar así como las distintas partes que lo componen, la forma en que éstas se interrelacionan y su comportamiento semántico y topológico.
Masa de agua	Define y describe para el tipo de objeto masa de agua (lagos, ríos, balsas, ...) los atributos tanto temáticos como geométricos a considerar así como las distintas partes que lo componen, la forma en que éstas se interrelacionan y su comportamiento semántico y topológico.

## 6. SOFTWARE

Debido a la creciente popularidad del estándar CityGML, hoy en día es posible encontrar un gran número de programas tanto comerciales como gratuitos y open source, con los que gestionar y visualizar datos generados acorde a las especificaciones de dicho estándar. A continuación se citan varios ejemplos de software que soportan CityGML:

Software shareware	Descripción
ArcGIS	Sistema de Información Geográfica líder en el tratamiento, gestión y análisis de datos 2D y 3D (CityEngine) que soporta entre otros formatos aquellos generados siguiendo el estándar CityGML.
Autodesk InfraWorks	Software que permite generar modelos 3D con compatibilidad CityGML (importación / exportación).
Bentley Map	Presenta herramientas avanzadas de edición, análisis y mantenimiento de información geoespacial tanto en entornos de trabajo 2D como 3D, completamente compatible con el estándar CityGML.
CityServer3D	Software para el desarrollo, gestión y visualización de modelos 3D bajo distintos estándares (CityGML, X3D, KML, WFS y W3DS).
Geores	Diseño, visualización, gestión, mantenimiento e importación y exportación de datos 3D mediante la implementación de estándares OGC como CityGML.

Software shareware	Descripción
3D City Database	Base de datos de uso conjunto con cualquier base de datos estándar relacional con componente espacial para el almacenamiento, representación y gestión de modelos urbanos 3D basados en CityGML.
3D City Database Import/Export Tool	Software de importación / exportación entre diferentes formatos 3D de visualización de entornos urbanos (CityGML, KLM, COLLADA, ...).
Aristoteles	Software que permite la visualización, edición y actualización de datos 3D generados siguiendo el estándar GML 3 / CityGML.
Autodesk LandXplorer CityGML Viewer	Visor de datos CityGML.
Citygml4j	Software que facilita la lectura, procesamiento y edición de modelos 3D CityGML.
CityGML-Toolchain	Set de herramientas para la visualización y gestión de modelos CityGML.
FZKViewer	Visor de datos CityGML e IFC (Industry Foundation Classes).
Geores CityGML Spider Viewer	Visor de datos CityGML.



## 7. APLICACIONES

La utilización del estándar CityGML en la creación de modelos urbanos 3D resulta ser de gran ayuda en ámbitos tan diversos como el planeamiento urbano, el diseño de infraestructuras y edificios, la gestión de emergencias, estudios de eficiencia energética o la realización de mapas de ruidos entre otros.

Por este motivo a continuación se indican distintas iniciativas llevadas a cabo por diferentes organismos y administraciones públicas que sirven de ejemplo para ilustrar las múltiples aplicaciones que los modelos urbanos en tres dimensiones son capaces de aportar cuando se construyen desde la perspectiva integradora, como es el caso del estándar CityGML, que aún una representación realista con la capacidad de análisis que le otorga la componente semántica y topológica propia de dicho estándar:

- Análisis de la contaminación por ruido en el estado North Rhine – Westphalia (Alemania):  
[http://www.ikg.uni-bonn.de/uploads/tx\\_ikgpublication/071105\\_ec\\_gi\\_gis\\_fullpaper\\_czerwinski.pdf](http://www.ikg.uni-bonn.de/uploads/tx_ikgpublication/071105_ec_gi_gis_fullpaper_czerwinski.pdf)
- Creación de un modelo 3D de la ciudad de Berlin (Alemania) con información semántica asociada correspondiente tanto a datos catastrales como al potencial solar de los tejados de los edificios modelados (posibilidad de instalar paneles fotovoltaicos, producción de electricidad estimada, reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>, inversión a realizar, ...):  
<http://www.businesslocationcenter.de/en/berlin-economic-atlas>  
<http://www.businesslocationcenter.de/en/berlin-economic-atlas/the-project/project-examples/solar-atlas>
- Modelado 3D acorde a las directrices del estándar CityGML de ciudades como Rotterdam (Holanda), Zurich (Suiza), Ginebra (Suiza), Vancouver (Canadá), Paris (Francia), Marsella (Francia), Estambul (Turquía), Yokohama (Japón), ...  
[http://3d-stadtmodelle.org/3d-stadtmodelle\\_2012/vortraege/15\\_Smit\\_Rotterdam3D\\_und\\_Open\\_Data.pdf](http://3d-stadtmodelle.org/3d-stadtmodelle_2012/vortraege/15_Smit_Rotterdam3D_und_Open_Data.pdf)

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] [www.citygml.org](http://www.citygml.org) (página principal del estándar «CityGML»).
- [2] [www.citygmlwiki.org](http://www.citygmlwiki.org) (página no oficial del estándar «CityGML»).
- [3] [www.igg.tu-berlin.de/courses](http://www.igg.tu-berlin.de/courses) (plataforma E-Learning del Instituto para la Geodesia y Ciencias de la Geoinformación de la Universidad Técnica de Berlín).
- [4] [www.opengeospatial.org](http://www.opengeospatial.org) (página principal del «Open Geospatial Consortium»).
- [5] [www.opengeospatial.org/projects/groups/3dimwg](http://www.opengeospatial.org/projects/groups/3dimwg) (página principal del grupo de trabajo «3D Information Management (3DIM) Working Group» del OGC).
- [6] [www.sig3d.org](http://www.sig3d.org) (página principal del grupo «Special Interest Group 3D (SIG 3D)»).



# Modelo de Información Multiescala Urbana 3D para la gestión integral sostenible de la ciudad

IÑAKI PRIETO, JOSE LUIS IZKARA y AITZIBER EGUSQUIZA

---

## Resumen

Una ciudad es un conjunto de elementos heterogéneos organizados formando un ecosistema urbano. La gestión de la información urbana es clave para el desarrollo de una correcta estrategia de gestión y desarrollo urbano sostenible. Como solución a la gestión de la información de la ciudad proponemos MIMU-3D (Modelo de Información Multiescala Urbana-3D). En este artículo se describe el desarrollo de MIMU 3D para la gestión integral sostenible de la ciudad en la era de las SmartCities. Para ello se realiza una revisión de las características de los modelos de datos para la representación de la información urbana, después se presenta y describe el modelo de datos CityGML, en el cual se basa nuestro MIMU-3D (Modelo de Información Multiescala Urbana-3D). A continuación se presentan las extensiones desarrolladas utilizando las ADE de CityGML. Después se presentan las fuentes de datos utilizadas y la metodología de generación del modelo de información multiescala urbana 3D. Por último se describe el ecosistema de servicios para la gestión integral sostenible de la ciudad.

## Palabras clave

CityGML, Modelo de Información Multiescala Urbana, Ciudad 3D.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Una ciudad es un conjunto de elementos heterogéneos organizados formando un ecosistema urbano. La información asociada a una ciudad está asociada a los diferentes elementos que la componen y las agrupaciones de elementos que definen la ciudad (comunidades, manzanas, distritos, ciudad). El elemento principal de una ciudad es el edificio pero al mismo tiempo la ciudad debe gestionarse como un todo considerando las dependencias entre los elementos de la misma. En este sentido en el ámbito de la ciudad convergen dos mundos que han evolucionado de forma paralela. Se trata de los sistemas de información asociados a la edificación (CAD/BIM) y los sistemas de información geográfica (GIS).

Otro aspecto clave a la hora de representar la información relacionada con una ciudad son las dimensiones. En un entorno urbano la información 2D es clave para posicionar los elementos en el espacio y revisar dimensiones de parcelas y elementos urbanos, pero la tercera dimensión se hace necesaria para representar la distribución de los elementos en altura. Esta diferencia está también asociada a los entornos de edificación y geográficos mencionados previamente.

---

(\*) Tecnalia Research & Innovation Unidad de Construcción: {inaki.prieto, joseluis.izkara, aitziber.egusquiza}@tecnalia.com

Pero la geometría es solo una parte de la información de una ciudad, la otra parte importante es la información semántica, los atributos de los elementos. Un modelo de información que combine ambos tipos de información resulta la solución adecuada para representar la información de una ciudad.

Como solución a la gestión de la información de la ciudad, desde TecNALIA se está desarrollando MIMU-3D (Modelo de Información Multiescala Urbana – 3D). MIMU 3D es una plataforma tecnológica de gestión de la información basada en CityGML [1]. En este artículo se describe el desarrollo de MIMU 3D, basado en un modelo de información multiescala en 3D, para la gestión integral sostenible de la ciudad en la era de las SmartCities.

El artículo se divide en los siguientes apartados. En el primer apartado se presenta una revisión de las características de los modelos de datos para la representación de la información urbana. En el segundo apartado se presenta y describe el modelo de datos CityGML, en el cual se basa nuestro Modelo de Información Multiescala Urbana. Después, en el tercer apartado, se presentan las extensiones desarrolladas utilizando las ADE de CityGML. El cuarto apartado presenta las fuentes de datos utilizadas y la metodología de generación del modelo de información multiescala urbana 3D. En el quinto apartado se describe el ecosistema de servicios para la gestión integral sostenible de la ciudad y por último, se presentan las conclusiones y el trabajo futuro a desarrollar.

## 2. MODELOS DE DATOS PARA LA REPRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN URBANA

Un modelo de ciudad 3D permite representar datos georeferenciados de datos espaciales urbanos y se compone de la elevación del terreno, las edificaciones, el uso de tierras, la vegetación y las carreteras, entre otros. La característica principal de estos modelos es que permite almacenar toda la información de una ciudad en un único modelo de datos, lo que facilita el uso y la interoperabilidad del mismo. Estos modelos permiten presentar, manejar y gestionar los datos urbanos que luego pueden ser utilizados en diferentes aplicaciones como: gestión de desastres, planificación urbana, planificación del tráfico, seguridad, telecomunicaciones, navegación, turismo, etc. Como ejemplo de ello son: Ciudades en 3D de Google, CityEngine o CityGML.

La información urbana genera un gran volumen de información heterogénea: de diferentes escalas, diferente uso, diferente naturaleza, diferentes herramientas y formato y proveniente de diferentes agentes. Además esta información en un futuro cercano crecerá de forma exponencial, por lo que su gestión correcta es un aspecto crucial y estratégico en la gestión y toma de decisiones.

Un modelo de datos para la representación de información urbana debe cumplir con los siguientes criterios:

- Incluir todo el ciclo de vida de la información desde la adquisición de los datos, su estructuración armonización y almacenamiento, hasta su explotación y mantenimiento.
- Involucrar a todos los agentes que intervienen en la toma de decisiones.
- Estructurar la información tanto geométrica como semántica de forma georeferenciada en un único modelo de datos que sea interoperable con otros modelos de datos y otras herramientas para el análisis la gestión y la toma de decisiones. Para ello el modelo tiene que estar basado en estándares internacionales que faciliten la utilización de información pública (open data).
- Interconectar la información a diferentes escalas (ciudad, distrito, edificio, componente) y de diferentes ámbitos
- Garantizar el acceso público a la información y permitir la visualización en 3D que facilita el entendimiento tanto a técnicos como a ciudadanos.
- Posibilitar la generación de herramientas y soluciones en la nube (cloudcomputing) para el análisis, gestión y toma de decisiones.
- Cubrir la necesidad de tener en cuenta la escala ejecutiva en las decisiones estratégicas a través de la conexión entre la escala estratégica (urbana) y la escala ejecutiva (escala edificio-componente). Esto debe permitir la conexión con modelos más específicos de la escala edificio (BIM) y la escala territorial (GIS).



Desde nuestro acercamiento, estos requisitos se traducen en la definición de un modelo de datos común, multiescala, genérico, interoperable y que contiene la información semántica y geométrica necesaria para la gestión, la toma de decisiones para la mejora de la sostenibilidad y su posterior gestión y mantenimiento.

A la hora de establecer este modelo de datos que define la forma de representación y almacenamiento de los datos que describen la ciudad histórica y que faciliten el posterior procesamiento de los mismos es clave basar dicho modelo en estándares o directrices internacionales. La utilización de estándares es la clave para asegurar el impacto a largo plazo de las soluciones planteadas. Algunas referencias internacionales a tener en cuenta para el modelado de datos a nivel urbano pueden ser las siguientes:

- La directiva PSI- Public Sector Information (2003/98/CE- modificada 15 abril 2013) establece el marco legal para la reutilización de la información del sector público por parte del sector privado con propósitos comerciales y no comerciales. Establece el derecho a la reutilización de cuanto documento tenga carácter público y reconoce el valor de la publicación de datos abiertos, no sólo como valor económico, sino también como valor social y como tractor de la transparencia.
- La Directiva INSPIRE [2] (Infrastructure for Spatial Information in Europe) establece las reglas generales para el establecimiento de una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea. Esta directiva exige la armonización de datos y la interoperabilidad del sistema y su objetivo es crear un marco jurídico que permita establecer una infraestructura de información espacial a nivel Europeo. La directiva INSPIRE permitirá disponer de más datos espaciales y que sean más fiables y poner al alcance de todos (administraciones, empresas y ciudadanos) dichos datos. Uno de los objetivos de esta directiva es utilizar y optimizar la explotación de los datos espaciales existentes actualmente.
- IMGeo es el estándar holandés para el intercambio de información geográfica a gran escala. Este estándar incluye la documentación de elementos como carreteras, túneles, ríos, uso de tierras y otros. IMGeo pretende ser un sistema de representación de objetos independiente de la escala que proporciona una cobertura nacional uniforme. Holanda es el primer país que ha hecho de CityGML un estándar nacional de representación de información [3].
- La ciudad de Berlín ha desarrollado el modelo de ciudad virtual en 3D de Berlín, que funciona como un espacio de información geográfica compleja, Este modelo integra y enlaza datos espaciales obtenidos de diferentes fuentes y se basa en el estándar CityGML [4].

Como solución a la gestión de la información de la ciudad, desde Tecnalía se está desarrollando MIMU-3D (Modelo de Información Multiescala Urbana-3D), una plataforma tecnológica de gestión de la información basada en CityGML.

### 3. CITYGML

CityGML es un modelo de datos estándar definido para la representación de modelos de ciudad en 3D que combina información semántica y geométrica. Se trata de un esquema de aplicación del Geography Markup Language (GML3) que permite el intercambio de datos espaciales. Ambos son estándares aprobados por el Open Geospatial Consortium (OGC).

El objetivo del desarrollo de CityGML es llegar a una definición común de las entidades básicas, atributos y relaciones de un modelo de ciudad en 3D. Lo que es especialmente importante, ya que permite la reutilización de los mismos datos en diferentes campos de aplicación. CityGML no sólo representa el aspecto gráfico de los modelos de ciudad, también representa las propiedades semánticas y temáticas, taxonomías y agregaciones.

El modelo temático está dividido en diferentes áreas: modelos digitales del terreno, los edificios, la vegetación, los sistemas de transporte, el mobiliario urbano, etc. Uno de los principios de diseño más importante de CityGML es el modelado coherente de la semántica y las propiedades geométricas/topológicas. A nivel semántico, los objetos del mundo real, como edificios, paredes, ventanas o habitaciones, se describen en términos de

sus atributos, relaciones y jerarquías. De este modo, las relaciones entre características pueden ser obtenidas sin atender a la geometría del objeto. Además, CityGML es capaz de representar tanto la jerarquía semántica como la geométrica.

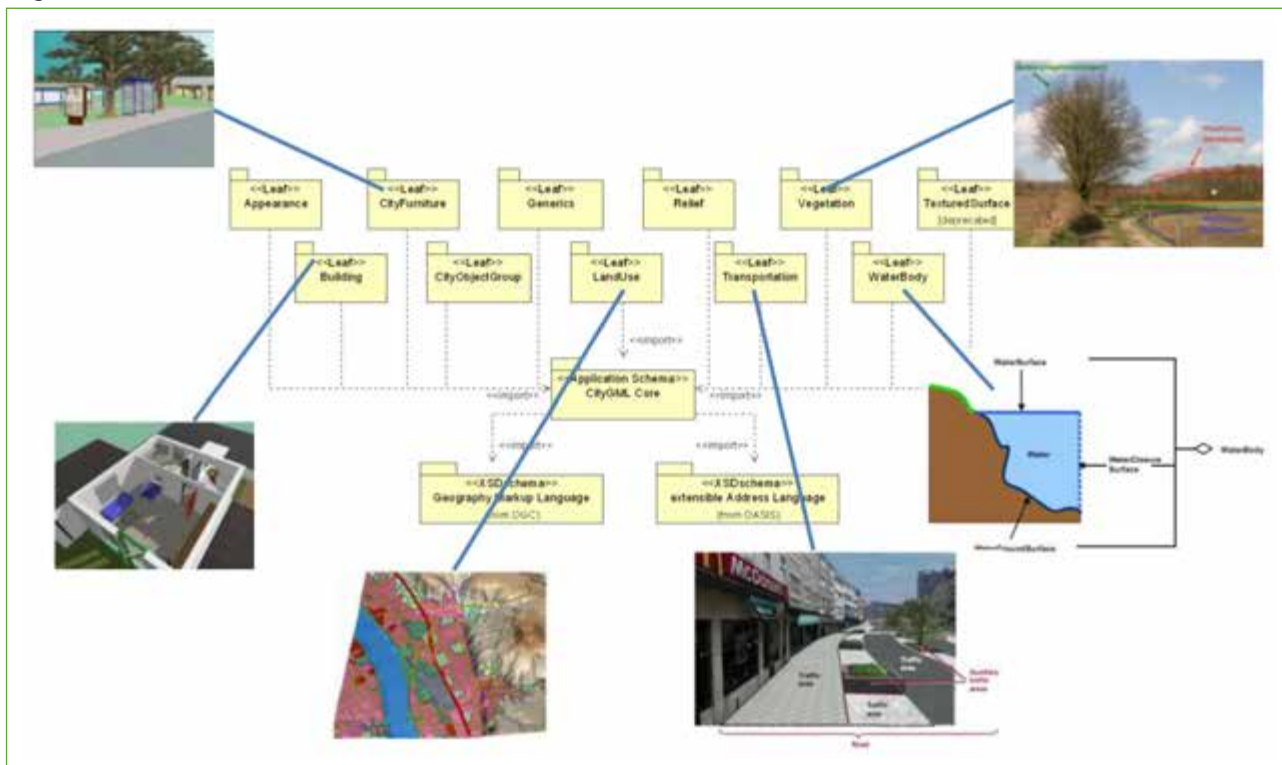


Figura 1. Modelos temáticos de CityGML.

CityGML permite representar la información gráfica a distintos niveles de detalle (Level of Detail-LoD), reutilizando la información semántica. Los diferentes niveles de detalle permiten la visualización y análisis de los datos a diferente resolución y escala, dependiendo de los requisitos de cada área de aplicación. De esta manera se conecta la escala estratégica (urbana) y la escala ejecutiva (escala edificio-componente) dentro del mismo modelo. Además gracias a su interoperabilidad, es posible conectar el ámbito de la ciudad con modelos más detallados a nivel edificio-componente como los modelos BIM (Building Modelling Information) y con sistemas a nivel territorial (GIS-Geographic Information System). Aunque CityGML está pensado para ser un modelo universal independiente del dominio de aplicación, atendiendo a las necesidades de los usuarios es necesario crear nuevas entidades o caracterizar las ya existentes con nuevos atributos. Para facilitar este proceso e incrementar la flexibilidad del estándar, CityGML define las llamadas Application Domain Extension (ADE). Una vez especificada formalmente los documentos pueden validarse conforme a ella manteniendo la compatibilidad del modelo original con las herramientas ya basadas en CityGML.

#### 4. EXTENSIONES DE DOMINIO DE APLICACIÓN

Para poder definir las extensiones necesarias sobre CityGML necesitamos determinar previamente qué información modelar, es decir, las características de la información que, como mínimo, deberá representar el modelo de datos.

A continuación se presentan las tres extensiones que se han diseñado y desarrollado dentro de MIMU-3D:



## — Extensión información catastral

TABLA 1  
Extensión de información catastral

coory	via	numero	numerodup	numsymbol	area
fechaalta	fechabaja	ninterno	vpd	mapa	delegacio
municipio	masa	hoja	tipo	parcela	coorx
refcat	web	fotofachada			

## — Extensión de secciones censales

TABLA 2  
Extensión de secciones censales

cod_seccion	total	t0-4	t5-9	t10-14	t15-19	t20-24	t25-29
t30-34	t35-39	t40-44	t45-49	t50-54	t55-59	t60-64	t65-69
t70-74	t75-79	t80-84	t85-89	t90omas	total	h0-4	h5-9
h10-14	h15-19	h20-24	h25-29	h30-34	h35-39	h40-44	h45-49
h50-54	h55-59	h60-64	h65-69	h70-74	h75-79	h80-84	h85-89
h90 o más	mtotal	m0-4	m5-9	m10-14	m15-19	m20-24	m25-29
m30-34	m35-39	m40-44	m45-49	m50-54	m55-59	m60-64	m65-69
m70-74	m75-79	m80-84	m85-89	m90 o más	pr_ruidos_ext	pr_contaminación	pr_poca_limpieza_en_las_calles
pr_malas_comunicaciones	pr_pocas_zonas_verdes_en_la_zona	pr_delincuencia_o_vandalismo_en_la_zona	pr_falta_de_servicio	vivotot	ediftot	edif_a1900	edif1900_1920
edif1921_1940	edif1941_1950	edif1951_1960	edif1961_1970	edif1971_1980	edif1981_1990	edif1991_2001	totpers

## — Extensión de puntos de interés

TABLA 3  
Extensión de puntos de interés

x	y	z
name	description	refcat

## 5. GENERACIÓN DEL MODELO DE INFORMACION MULTIESCALA URBANA 3D

La generación de modelos de ciudades en 3D con un elevado nivel de detalle requiere una inversión de horas y costes muy altos [5]. Existen múltiples tecnologías de adquisición de información para la creación de ciudades en 3D como el escaneado láser, fotogrametría terrestre y aérea, herramientas de modelado y CAD, etc. como se explica en [6]. Asimismo, se hace necesario dotar al modelo 3D de información alfanumérica adicional que aporte a dicho modelo cierta inteligencia, más allá de una representación tridimensional de elementos geométri-

cos. Generar ciudades en 3D realistas en varias resoluciones es uno de los retos hoy en día. Dependiendo del nivel de detalle y de la técnica de generación los costes pueden dispararse.

El proceso completo de generar un modelo de información multiescala para la ciudad tiene que tener en cuenta todo el ciclo de vida de la información y se puede resumir en tres grandes tareas: Generación, Almacenamiento y Utilización de información:

- La Generación consiste en capturar la información tridimensional de los edificios y entornos urbanos mediante distintos métodos de digitalización 3D (escáner, fotogrametría, CAD, datos espaciales libres, etc.) y añadir la semántica propia de los elementos estructurales de forma semiautomática.
- En el Almacenamiento, hay que almacenar la información semántica y 3D en el modelo de datos, de forma extensible e interoperable y a diferentes detalles (información a escala urbana y de edificio).
- La Utilización consiste en explotar la información del modelo único de datos desde diferentes aplicaciones para diferentes usuarios con diferentes necesidades.

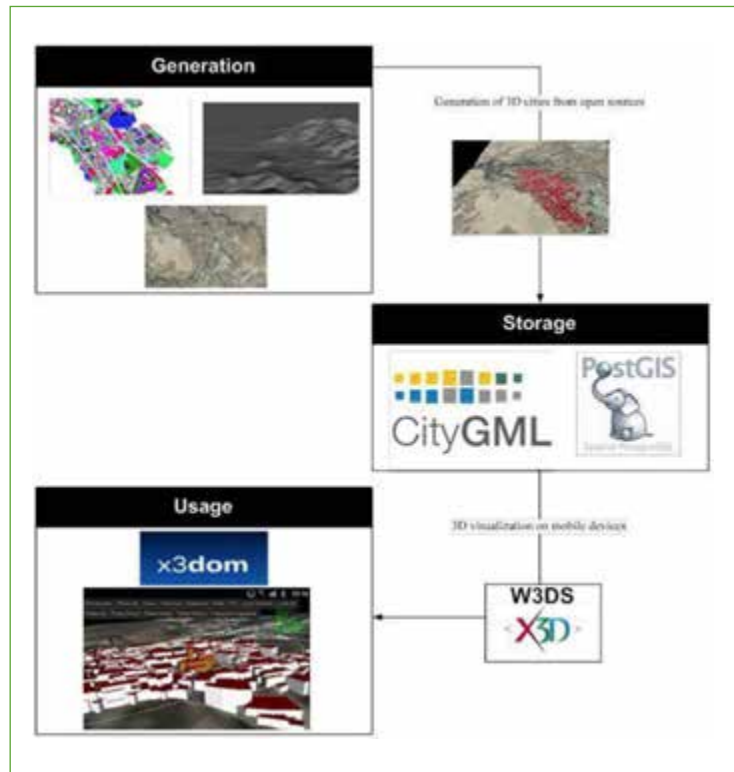


Figura 2. Ciclo de vida de la información.

En [7] se presentó una metodología de generación de modelos de ciudades en 3D de bajo coste a partir de fuentes de datos libres que permite generar un modelo realista y con múltiples resoluciones.

La metodología para crear modelos de ciudades en 3D a partir de fuentes de datos libres se presenta en la Figura 3. En esta metodología primero se identifica qué información se quiere almacenar y se accede a la misma, después se realiza un preprocesado para hacer una primera limpieza de los datos. El siguiente paso es adaptar el modelo de datos para poder almacenar la información no representada en CityGML. Por último se procesa la información y se crea el fichero CityGML.

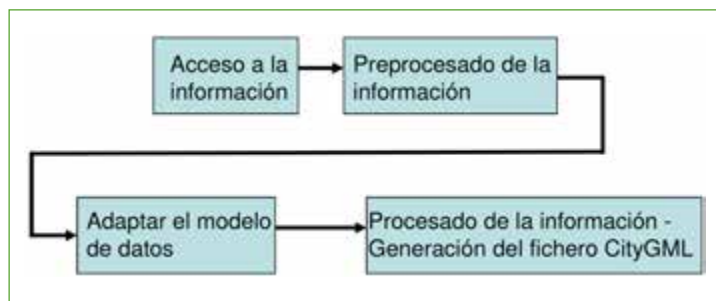


Figura 3. Metodología para crear modelos de ciudades en 3D a partir de fuentes de datos libres.

Un modelo de datos de ciudades en 3D debe almacenar, además de información 3D, información semántica. Mediante la información tridimensional se puede representar la geometría de los objetos urbanos de una ciudad en 3D y aporta la información visual. Con la información semántica, es posible enriquecer el modelo de datos añadiendo información sobre los objetos urbanos. La información semántica de un edificio permite indicar datos como: número de plantas del edificio, materiales utilizados, la función del edificio, quién es el propietario, etc. No todas las fuentes de datos libres proporcionan los dos tipos de información.

En la Figura 4 se presentan las fuentes de datos utilizadas y se muestra cual de cada una de ellas proporciona información geométrica, semántica o las dos a la vez.

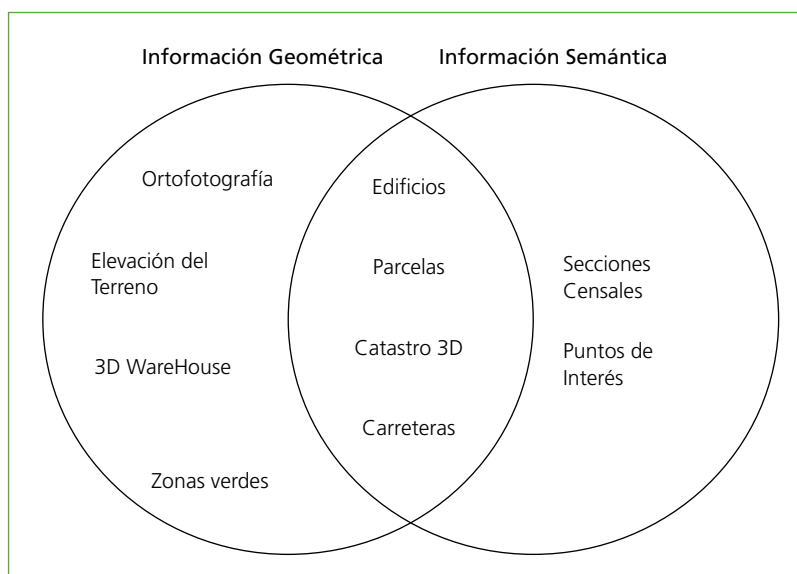


Figura 4. Clasificación de las fuentes de datos según si proporciona información geométrica o semántica.

La metodología de generación de ciudades en 3D se ha utilizado para generar los modelos de Segovia, Santiago de Compostela, Donostia-San Sebastián (véase Figura 5 y Figura 6).

## 6. ECOSISTEMA DE SERVICIOS PARA LA GESTIÓN INTEGRAL SOSTENIBLE DE LA CIUDAD

Para aprovechar el verdadero potencial de una ciudad, la ciudad debe convertirse en un facilitador para la creatividad y la innovación a través de los servicios y las aplicaciones en el que la administración, las empresas y los ciudadanos tienen su papel. Esto puede conseguirse a través de la creación de un ecosistema de servicios para la gestión integral sostenible de la ciudad basado en un modelo único de información multiescala (ver Figura 7). Estas soluciones deben considerar y usar diversos estándares para ayudar a definir y aprovechar un modelo de datos común. Estas aplicaciones o servicios pueden abarcar todas las necesidades de la ciudad. Algunos ejemplos:

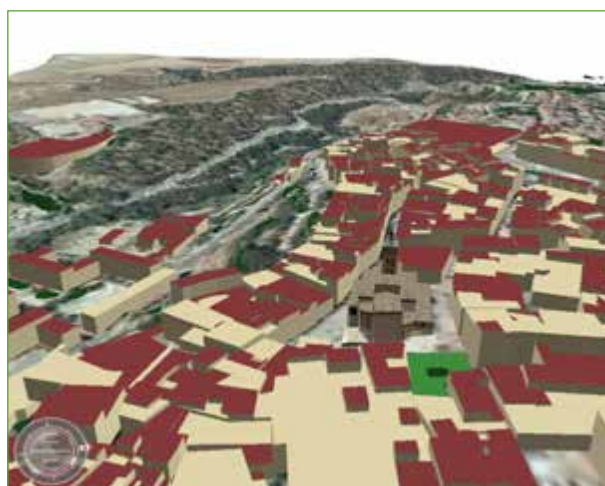


Figura 5 Modelo completo de Segovia en 3D I.

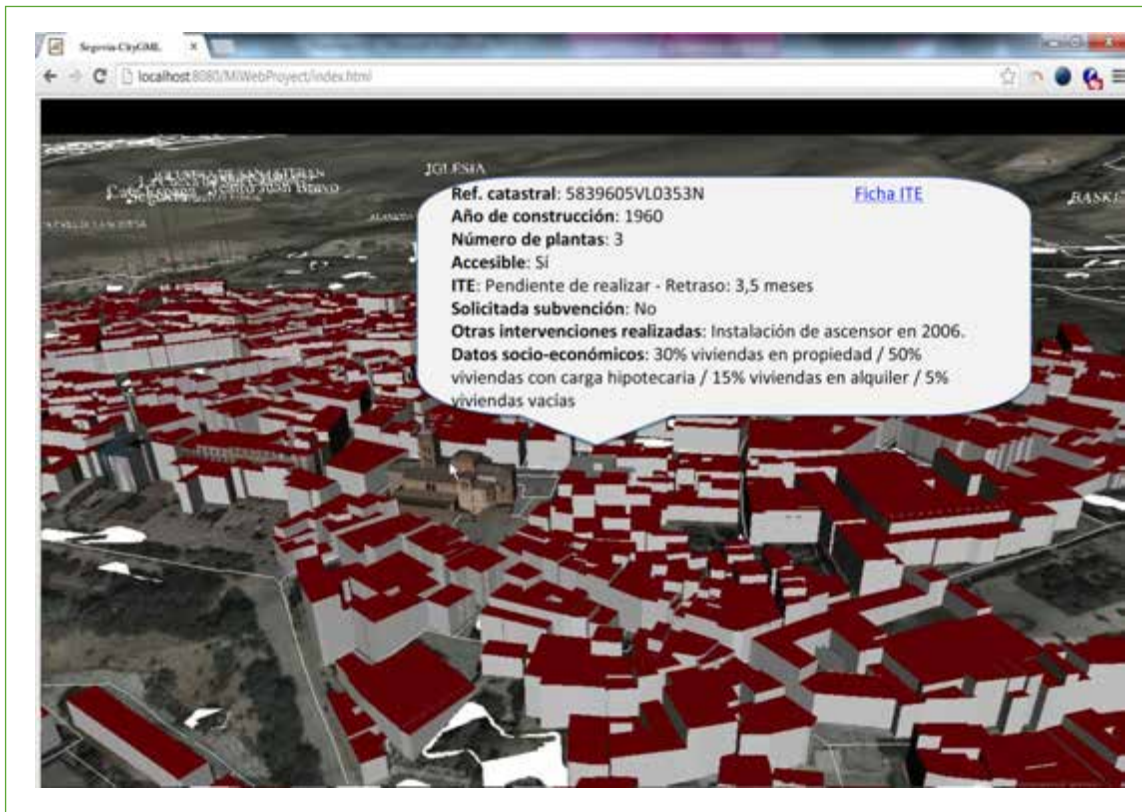


Figura 6. Modelo completo de Segovia en 3D II.



Figura 7. Plataforma MIMU-3D.

- Servicios para la Rehabilitación Sostenible. Se trata de servicios que permitan a la administración la gestión y el mantenimiento de las intervenciones en el entorno urbano. Estas intervenciones estarán encaminadas a la mejora de la sostenibilidad y ahorro energético del entorno urbano en su conjunto.
- Servicios para la gestión eficiente de recursos energéticos. A través de una visión holística de la ciudad es posible priorizar los puntos y factores clave para la optimización de consumos, uso de renovables y gestión de la demanda.
- Servicios para la gestión y optimización de la movilidad urbana. Como soporte a la toma de decisiones y planificación de actuaciones en la ciudad. Dentro de estos servicios se consideran aspectos de transporte, seguridad y accesibilidad.
- Servicios de información turística y cultural. Provisión de servicios y aplicaciones que proporcionan información de la ciudad relacionada con información turística y/o eventos culturales. Estos servicios explotarán, entre otras, la componente 3D del modelo de información.
- Servicios de Visualización 4D. Presentación de la información basada en la información 3D del modelo incluyendo la componente temporal (pasado o futuro). Se trata de ofrecer una herramienta de visualización para facilitar la gestión y presentación de la información asociada al modelo de información 3D.
- Servicios que favorezcan el e-government y la participación ciudadana, facilitando la interacción y comunicación entre administración y ciudadanos. Estos servicios permitirán definir políticas y tomar decisiones sobre la base de la inclusión, sostenibilidad y participación.
- Servicios para la gestión eficiente de servicios públicos e infraestructuras urbanas.
- Servicios de alerta temprana e Identificación y gestión de problemas futuros.
- Servicios para análisis temáticos urbanos (energéticos, corrientes de aire, ruidos, visibilidad...).

Para establecer la sostenibilidad del modelo es necesario definir los diferentes roles de cada agente dentro de la estrategia global:

- Administración: Debe ser la propietaria del modelo de información y la plataforma tecnológica. Adquiere la plataforma y puede asumir el mantenimiento de la misma o externalizar dicho servicio. Algunos de los servicios y aplicaciones que se desarrollen por parte de terceros sobre dicha plataforma pueden ser también de interés para la administración y pagar por ellos, generalmente basada en esquemas de colaboración público-privada donde se comparten riesgos y beneficios.



Figura 8. Servicios para la gestión integral sostenible de la ciudad.

- Empresas desarrolladoras de servicios: El desarrollo de servicios basados en el modelo de información puede requerir el pago a la administración por el uso de la plataforma por parte de la empresa desarrolladora.
- Inversores: Algunos de los servicios a desarrollar sobre la plataforma estarán encaminados a identificar oportunidades de negocio en la ciudad. Estos agentes están dispuestos a realizar inversiones económicas pero requieren de herramientas que les ayuden a minimizar los riesgos de sus decisiones.
- Agencias de desarrollo: Tienen como objetivo favorecer el desarrollo de una ciudad o región, para ello promueven iniciativas y proporcionan incentivos. Son los encargados de hacer atractivas las oportunidades de negocio a los inversores. Al igual que los inversores necesitan herramientas, servicios, aplicaciones que les ayuden a tomar las decisiones sobre el destino de sus incentivos.
- Ciudadanía: En algunos casos el ciudadano estará dispuesto a pagar por alguno de los servicios proporcionados. En otras ocasiones los costes de los servicios que generan beneficios para la sociedad los asume la administración. Para asumir los costes de servicios que tienen como destinatarios los usuarios finales se suele recurrir a modelos de negocio basados en la publicidad.

## 7. CONCLUSIONES

MIMU-3D (Modelo de Información Multiescala Urbana-3D) es una plataforma tecnológica de gestión de la información basada en CityGML que estructura toda la información referente a la ciudad, tanto la geométrica como la semántica, en un único modelo de datos interoperable que integra la información de diferentes ámbitos y a diferentes niveles de detalle.

El modelo está basado en estándares internacionales, por lo que es interoperable con otros modelos de datos y otras herramientas (análisis, gestión, toma de decisiones...), característica que permite desarrollar un ecosistema de servicios que faciliten la gestión y planificación urbana, a través de la generación de herramientas y soluciones en la nube (cloud computing).

Gracias a CityGML es posible almacenar información semántica y 3D en el mismo modelo de datos. La interoperabilidad entre las diferentes aplicaciones y herramientas software que utilizan información relacionada con ciudades en 3D es un problema que actualmente puede ser reducido gracias al uso de estándares internacionales como CityGML.

Se consigue, además, generar un modelo de una ciudad en 3D realista que representa de forma fiel la realidad ya que todos los datos utilizados son de organismos oficiales que ofrecen altas precisiones en sus datos (Sede Electrónica del Catastro, Cartociudad, Instituto Geográfico Nacional, Plan Nacional de Ortofotografía Aérea e Instituto Nacional de Estadística).

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] OGC City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard. Version: 2.0.0. OGC 12-019.
- [2] INSPIRE. Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community. <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>
- [3] Stoter, J, L. Brink, G. Vosselman, J. Goos, S. Zlatanova, E. Verbree, R. Klooster, L. van Berlo, G. Vestjens, M. Reuvers and S. Thorn, A generic approach for 3D SDI in the Netherlands, In: Proceedings of the Joint ISPRS Workshop on 3D City Modelling&Applications and the 6th 3D GeoInfo Conference Wuhan, China, 26-28 June, 2011.
- [4] <http://www.businesslocationcenter.de/en/3d/seite0.jsp?closed=1>
- [5] J. Döllner, T. H. Kolbe, F. Liecke, T. Sgouros and K. Teichmann, «The virtual 3D city model of Berlin-managing, integrating and communicating complex urban information», 25th International Symposium on Urban Data Management UDMS. 2006.



- [6] W.F. Limp, A. Payne, S. Winters, A. Barnes and J. Cothren, «Approaching 3D Digital Heritage Data from a Multi-technology, Lifecycle Perspective», Proceedings of the 38th Annual International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA), Granada, Spain, April 6-9, 2010.
- [7] Prieto, I; Izkara, J.L.; Usobiaga, E. Generación semiautomática de ciudades 3D en CityGML a partir de fuentes de datos libres. I Congreso Iberoamericano de Geomática y Ciencias de la Tierra. TopCart 2012.





# Trabajos de seguimiento e informe de la Directiva INSPIRE en España

(\*) JOAN CAPDEVILA y JENNY MUÑOZ

---

## Resumen

En 2010 se pusieron en marcha las actividades de seguimiento e informe establecidas en los artículos 4 y 21 de la Directiva INSPIRE, desarrolladas posteriormente mediante la Decisión de la Comisión de 2009 sobre seguimiento e informe. Ese año se llevó a cabo la compilación de datos correspondiente a 2009 y se confeccionó el informe INSPIRE para el trienio 2007-2009. En 2011 y 2012 se llevaron a cabo las campañas de seguimiento correspondientes y en 2013, además, se elaboró el segundo informe INSPIRE, que ha abarcado el periodo 2010-2012.

A lo largo de los cuatro años citados la forma de llevar a cabo el seguimiento ha evolucionado de forma paralela a la mejora de la coordinación de la respuesta española a INSPIRE. En 2011 se crea el CODIIGE y, con él, los diferentes Grupos Técnicos de Trabajo (GTT) que deben ayudar en la implementación de la Directiva. En 2012, el GTT Seguimiento e Informe (GTT S&I) asume esta actividad y en 2013 el resto de GTT ya participan plenamente en ella.

En esta presentación se explica la evolución del seguimiento e informe de la Directiva INSPIRE en España, los resultados actuales y su planteamiento para el futuro. Palabras-chave

## Palabras clave

INSPIRE, Seguimiento, Informe, España, Implementación.

---

---

(\*) Instituto Geográfico Nacional de España, Servicio Regional en Cataluña: {joan.capdevila, enny.munoz}@seap.minhap.es



## **Public Policies and Geographic Information: Basis for a strategy for next generation SDI**

(\*) RUI PEDRO JULIÃO

---

### **Resumen**

Territory has always been important for Man. It is the Society spatial support, giving it part of its identity, providing resources and opportunities.

Human interventions around the world, at different scales and with distinctive objectives – but mainly due to technological development – have registered since the second half of last century an increased severity, either by its pace and intensity, either by means its territorial extent. The spatial transformations took place, in many cases, at a speed higher than the capacity for analysis and correction by the man himself, creating a series of crises. We all well know, among others, the problems of big cities and their metropolitan areas, of rural areas, coastal areas and also of large areas of natural and/or semi-natural landscape.

All stakeholders involved in processes of territorial management and decision, in its many aspects (physical, human, socioeconomic, etc.), do face increasing difficulties when trying to combine the multiple perspectives necessary for a coherent and integrated territorial approach. This combination is, however, an essential step for coordination of the various activities in order to minimize the negative effects of isolated interventions or the lack of awareness of the potential impacts of territorial decisions.

That is, to act in the field of land management, necessarily implies to consider and articulate the multiple perspectives and interests present. In the current context, shaped by a lack of resources, it becomes even more crucial to consider these perspectives and interests in an integrated way. I.e, strengthening the concept and practice of integrated territorial management, where information is the basis of situation knowledge, planning and programming support, and grounding of decisions that every moment should be taken.

Thus, when speaking of Integrated Territorial Management, there is fusion of two key concepts.

«Management» can be seen as a set of tasks that seek to ensure the efficient allocation of all resources available in order to meet the pre-determined objectives. That is, the optimization of the operation, in this case of a given territory by making rational decisions, based on the collection and processing of data and relevant information and, thereby, contribute to its development and to meet the interests and needs of its stakeholders in general or of a particular group.

But this is not an ad-hoc management, but «Integrated», meaning the articulation of its various components and of different perspectives that stakeholders do have over the territory.

In short, when it comes to Integrated Territorial Management, we are actually talking about a set of articulated public policies that should create the basic conditions so that, through their instrumental components, it is possible to enable the promotion of society's sustainable development.

---

(\*) e-GEO/FCSH, Rui Pedro Julião: rpj@fcs.unl.pt

In this field, there was, with regard to Spatial Planning set of policies, the concern for creating an organized base that is embodied in PNPOT - National Programme of Spatial Planning Policy, approved by Law n.º 58/2007, 4 September, establishes a guiding framework for the different instruments of territorial management, as well as claims for the need of them to be supported by relevant spatial data sets.

Returning to Management definition, it is important to stress that it is given particular emphasis to the need for this to be a set of rational decision making acts, based on the collection and processing of data and relevant information. In other words, good management requires good information!

This is the point to think about. How is it possible to implement a good Integrated Territorial Management without first having a thorough knowledge of it through Integrated Territorial Information?

Instead of the field of public policy for planning and land management, not always revealing a spirit of integration in the field of information territorial basis, there is a heartbreaking situation of absence of consolidated public policy for both spatial data and their instruments.

This is almost outrages in the actual context of INSPIRE and PSI Directive.

In this paper a look will be taken upon the political and public interventions regarding Geographic Information in Portugal in order to foresee the possible role of different actors and outline the major guidelines for the development of an integrated geographic information policy to be pursued as a model for the development of next generation SDI.

#### **PALABRAS CLAVE**

SDI, Public Policy, Geographic Information, Portugal.

---

# La participación de la Dirección General del Catastro en el proyecto Europeo E.L.F (European location Framework)

FRANCISCO JAVIER QUINTANA, AMALIA VELASCO, JOSÉ MIGUEL OLIVARES, LUIS IGNACIO VIRGÓS, MARTA CALLEJÓN.

---

## Resumen

El Proyecto ELF «Marco Europeo de Localización » tiene como objetivo crear un sistema y una plataforma para que los datos cartográficos de referencia, transformados a un formato estándar y combinados con otros datos del territorio, puedan ser consultados, accedidos y utilizados por las instituciones públicas y privadas europeas.

Los beneficios que se esperan de este proyecto son muchos, tanto para los usuarios (consistencia entre temas y resoluciones, niveles de calidad, metadatos etc...) como para los productores y proveedores de datos: ahorro en la producción y en los procesos de mantenimiento de datos europeos; ayuda en la implementación de la Directiva INSPIRE, servicios para garantizar la consistencia transfronteriza, evaluación de la calidad y prueba de conformidad, generalización y transformación servicios..., beneficios que llevarán a un aumento en el uso de los datos y servicios nacionales a nivel europeo y mundial.

La Dirección General del Catastro (DGC) participa en varios de los grupos de trabajo en que se estructura este proyecto. En concreto en estos meses ha participado en el grupo de trabajo de especificaciones de datos para definir el contenido de los datos de los socios del proyecto, pensando además en la posibilidad de que en el futuro terceras partes se animen a poner su información a disposición de la comunidad y para demostrar la usabilidad de los datos INSPIRE de Parcela Catastral, Direcciones y edificios a través de la plataforma ELF. También se ha participado en el grupo de trabajo que se ocupa de los aspectos legales, política de datos y licencias de la plataforma, con el objetivo de asegurar la sustentabilidad (especialmente económica) de la misma, teniendo en cuenta que cada vez más datos geográficos están disponibles gratuitamente en Europa.

## Palabras clave

INSPIRE, interoperabilidad, parcela catastral, datos de referencia, servicios.

---

## 1. EL PROYECTO E.L.F. (MARCO EUROPEO DE LOCALIZACIÓN): DE LOS DATOS A LOS SERVICIOS

El proyecto E.L.F. tiene como objetivo crear la infraestructura técnica que permita poner a disposición de los usuarios la información geográfica de referencia oficial de cada país de forma interoperable y transfronteriza.

Con ello el proyecto E.L.F. persigue hacer posible, en la práctica, la infraestructura europea de datos espaciales (INSPIRE), haciendo interoperables los datos de referencia europeos con otros datos y facilitando el acceso a los mismos. Para ello proporcionará los recursos necesarios para crear aplicaciones transfronterizas, creará las condiciones para desarrollar aplicaciones en tiempo real y permitirá acceder a datos que hasta ahora solo eran accesibles a nivel nacional.

El Proyecto comenzó el 1 de marzo de 2013, tiene una duración de 36 meses y está dividido en seis etapas. ¿Cuáles son las 6 etapas, abajo hablamos de 3 fases?

La Comisión Europea a través de los programas de ayuda ICT Policy Support Programme subvenciona hasta 6,5 millones de Euros, lo que representa el 50% del coste del proyecto, que cuenta con 30 socios que invertirán más de 1.000 meses de trabajo si se suman las horas/persona asignadas por cada socio.

Los 30 socios participantes son:

- La organización internacional EuroGeographics.
- 15 agencias cartográficas o catastrales Europeas, proveedoras de datos de referencia nacionales o regionales.
- 3 integradores de servicios.
- 6 desarrolladores de aplicaciones.
- 2 universidades.
- 3 representantes de la comunidad de usuarios, públicos y privados.

El proyecto tendrá en cuenta las necesidades de los datos de referencia y ofrecerá procesos de soporte para: transformación, ajuste de límites, calidad, generalización, identificadores, actualizaciones, seguridad, licencias y políticas de datos, multilingüismo etc...

El proyecto tiene 3 fases importantes:

En la primera fase se harán disponibles para uso y reutilización los productos de EuroGeographics ya existentes EuroBoundaryMap (EBM) mapa de límites administrativos europeo a escala 1:100.000, EuroRegionalMap (ERM) a escala 1:250.000 y EuroGlobalMap (EGM) a escalas 1:1.000.000.

En la segunda fase los países indicados en las tres áreas señaladas en este mapa ofrecerán sus datos nacionales a los otros países del grupo. Y en la última fase se intentará ampliar la cobertura disponible para otros países.



Figura 1.

La estructura del proyecto se refleja en el siguiente gráfico.

Una parte clave del proyecto es el desarrollo de las especificaciones compatibles con INSPIRE, para diferentes niveles de detalle, desde los productos de EuroGeographics (con especificaciones a nivel global y regional) hasta especificaciones a nivel de detalle para niveles nacional o máster.

El proyecto también se ocupa del mantenimiento de los datos y de los procesos así como de los futuros productos y servicios de EuroGeographics.

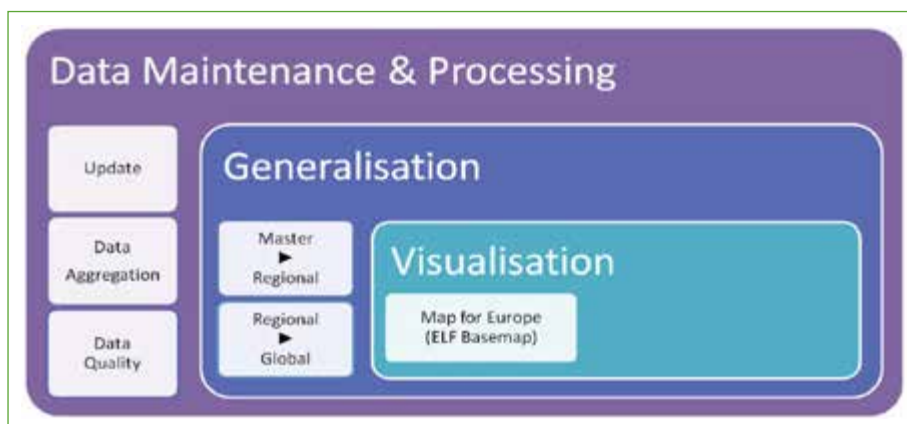


Figura 2.

E.L.F proporcionará varias herramientas (Geo-tools) para los datos de la referencia, cómo son el casado de bordes, la generalización, la transformación, la visualización, la detección de cambios, el análisis y la mejora de la calidad de los datos y el servicio de test.

Contará por tanto con un proceso semiautomático de evaluación de calidad que comprende un modelo de calidad (que debe ser descrito por los productores de datos) y un servicio web de evaluación de la calidad para los usuarios que reporta los resultados cómo metadatos.

Utilizando este sistema las agencias geográficas y catastrales podrán alcanzar calidad adecuada rápidamente.

Por otro lado los usuarios confiarán en que los datos son fiables y disponibles y dispondrán de elementos para juzgar si los datos son adecuados al uso que quieran.

En proyecto de E.L.F. la evaluación de calidad será implementada usando servicios comerciales disponibles en la nube. El objetivo es también estandarizar la manera en la cual los modelos de calidad se conviertan en reglas que se puedan utilizar por múltiples software.

La visualización de la información geográfica es muy importante para los usuarios. Es el interfaz entre los datos disponibles y el usuario. En E.L.F. se utilizará Styled Layer Descriptor (SLD) para representar la simbología de las capas del mapa. Esto permitirá a la plataforma del E.L.F. las visualizaciones de los datos de apoyo basadas en exigencias de los usuarios, que pueden ser muy variadas. Por ejemplo los análisis estadísticos pueden necesitar visualizaciones diferentes que las de los mapas de emergencia.

Los ciudadanos tienen dificultades para encontrar la geo-información que desean. El sistema previsto «GeoProduct Finder» combina recursos legales y técnicos para proporcionar los «eslabones perdidos» en el descubrimiento y utilización de los datos y servicios sin necesidad de cambiar lo que ya está funcionando bien. E.L.F. pondrá en práctica este servicio «GeoProduct Finder».

E.L.F dispondrá también de la plataforma «Oskari». Oskari, que es una abreviatura de las palabras



Figura 3.

finlandesas para «open source map window», es una plataforma desarrollada y usada actualmente para la puesta en práctica de los servicios de visualización de la infraestructura espacial de datos finlandesa.

Oskari permite la conexión en cascada, la arquitectura de la nube, el GeoLocator y el GeoProductFinder, que serán utilizados para la plataforma del E.L.F con el fin de proporcionar un portal de demostración.

Los datos y los servicios de las agencias geográficas y catastrales (NMCAs) proporcionados por el E.L.F. se proporcionarán también en el ampliamente utilizado ArcGIS en línea.

Las plataformas de servicio en la nube son la base de la infraestructura del E.L.F., integrando los datos y los servicios de muchos NMCAs y capaces de proporcionar datos y servicios para muchos usos y a un número muy grande de usuarios.

E.L.F. desea ser la ventana futura a los usuarios europeos y posiblemente incluso a los usuarios nacionales que entrelazarán los distintos usos y aplicaciones, principalmente del sector público, pero también, cada vez en mayor medida, del sector privado.

Los países miembros podrán utilizar esta infraestructura para afrontar el tratamiento de algunas de las exigencias establecidas en las directivas Europeas, en materia de ruido, contaminación, inundaciones, eficiencia energética, espacios protegidos, etc... así como para proporcionar el acceso armonizado a los distintos programas/proyectos paneuropeos para los que la Comisión Europea necesita acceder de forma conjunta a los datos de toda Europa: Copérnicus, Corine, Urban Atlas, etc.

La filosofía de ELF está en línea , no solo con lo establecido en INSPIRE, sino con otras importantes iniciativas Europeas como la PSI (reutilización de datos del sector público), la Agenda Digital Europea o eGovernment.

Los beneficios que se esperan de este proyecto son muchos, tanto para los usuarios (consistencia entre temas y resoluciones, niveles de calidad, metadatos etc...) como para los productores y proveedores de datos: ahorro en la producción y en los procesos de mantenimiento de datos europeos; ayuda en la implementación de la Directiva INSPIRE, servicios para garantizar la consistencia transfronteriza, evaluación de la calidad y prueba de conformidad, generalización y transformación servicios..., beneficios que llevarán a un aumento en el uso de los datos y servicios nacionales a nivel europeo y mundial.

## 2. LA PARTICIPACIÓN DE LA DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

La Dirección General del Catastro de España (DGC) es responsable de los datos de tres de los temas incluidos en INSPIRE: Parcela Catastral, Direcciones y Edificios y por ello juega, junto con el Instituto Geográfico Nacional, un papel fundamental en la Infraestructura de Datos Espaciales Española, aportando la información de referencia base de esta infraestructura.

Por todo ello la DGC ha considerado importante participar en este proyecto por el que se dará acceso desde Europa a los datos catastrales españoles y que ayudará a la organización en la implementación de las normas de INSPIRE para datos y servicios.

La Dirección General del Catastro (DGC) participa en varios de los grupos de trabajo en que se estructura este proyecto. En concreto en estos meses ha participado en el grupo de trabajo de especificaciones de datos, WP2, para definir el contenido de los datos de los socios del proyecto, pensando además en la posibilidad de que en el futuro terceras partes se animen a poner su información a disposición de la comunidad y para demostrar la usabilidad de los datos INSPIRE de Parcela Catastral, Direcciones y Edificios a través de la plataforma ELF, en relación con el grupo de trabajo WP6 en el que también participamos. También se participa en el grupo de trabajo WP9 que se ocupa de los aspectos legales, política de datos y licencias de la plataforma, con el objetivo de asegurar la sustentabilidad (especialmente económica) de la misma, teniendo en cuenta que cada vez más datos geográficos están disponibles gratuitamente en Europa.



El trabajo en los grupos WP2 y WP6 está bastante avanzado, mientras que el WP9 únicamente ha celebrado la reunión de puesta en marcha.

Describiremos a continuación el punto en el que se encuentran cada uno de estos grupos de trabajo. El WP2 y el WP6 se ocupan de dos de los aspectos más importantes del proyecto, cómo son la definición de las especificaciones de los datos y la implicación de terceros en el desarrollo del proyecto. En ambos grupos, la Dirección General del Catastro de España está liderando el desarrollo de los trabajos en relación con la Parcela catastral.

### 3. DEFINICIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES DE E.L.F (WP2)

Dentro de los 9 grupos de trabajo en los que se divide el proyecto E.L.F el grupo 2 que define las especificaciones de los datos es sin duda el más importante en el comienzo del proyecto.

Como se ha indicado anteriormente, E.L.F. pretende llevar a la práctica las especificaciones de INSPIRE. Por ello se han considerado los siguientes temas a los distintos niveles:

TABLA 1

Master	Regional	Global
Administrative Units (AU)	Administrative Units (AU)	Administrative Units (AU)
Hydrography (HY)	Hydrography (HY)	Hydrography (HY)
Transport Networks (TN)	Transport Networks (TN)	Transport Networks (TN)
Geographical Names (GN)	Geographical Names (GN)	Geographical Names (GN)
Elevation (EL)	Elevation (EL)	Elevation (EL)
Buildings (BD)	Settlements (POP)	Settlements (POP)
Governmental (US) services	Miscellaneous (MISC)	—
—	Vegetation and Soil (VEG)	—
Addresses (AD)	—	—
Cadastral Parcels (CP)	—	—

Las especificaciones se referirán tanto a las entidades como a sus atributos; los criterios de conformidad de la calidad de los datos; los criterios para la captura de datos; los metadatos; visualización.

Para todos los temas, el trabajo se ha iniciado definiendo las «mapping tables» tablas que permiten relacionar los datos y sus posibles peculiaridades a nivel nacional que van a proporcionar las distintas agencias nacionales al proyecto E.L.F y el modelo definido en INSPIRE.

En el caso de la Parcela Catastral, el modelo de datos de INSPIRE es muy sencillo, ya que dada la heterogeneidad de los datos catastrales europeos se buscó el mínimo común que permitiera hacer interoperables solamente los elementos gráficos básicos (geometría, referencia catastral nacional, identificador de inspire, etiqueta), con la idea de poder ampliarlo mas adelante y permitir, con este mínimo, el acceso al resto de los datos de cada país a través de la información gráfica, respetando de esta forma la diversidad de modelos y las particularidades legales de cada sistema nacional.

Repasando el modelo de INSPIRE para la parcela catastral encontramos 4 entidades: La parcela catastral, la zona, el límite (para aquellos casos en que la calidad u otros atributos solo se ofrecen en los límites de la parcela) y la unidad básica de propiedad (para los sistemas de los países Nórdicos).

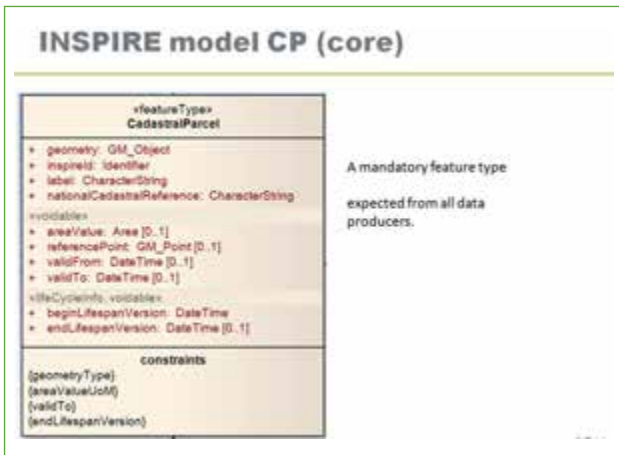


Figura 4.

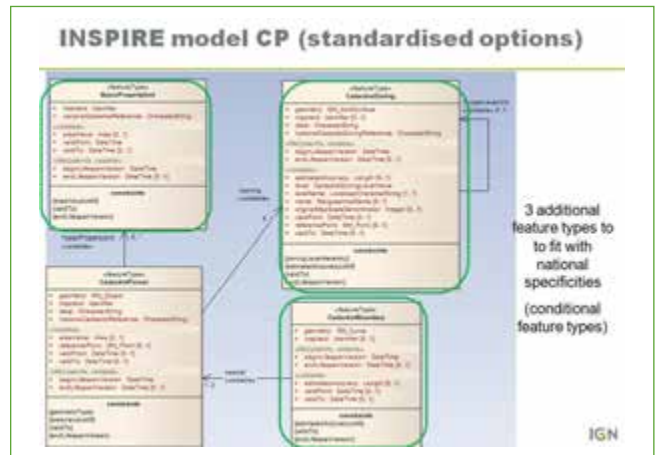


Figura 5.

Los 10 países que van a aportar en principio los datos catastrales a E.L.F son Chequia, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Holanda, Noruega, Polonia, Suecia, y Eslovenia (tres de los principales países que participan en el proyecto, Reino Unido, Alemania y Bélgica, no aportan datos sobre Parcela Catastral).

Analizando la información aportada por estos 10 países nos encontramos que todos ellos ofrecen la parcela catastral. La existencia de las otras entidades: zona, límite y unidad básica de propiedad varía entre los distintos países.

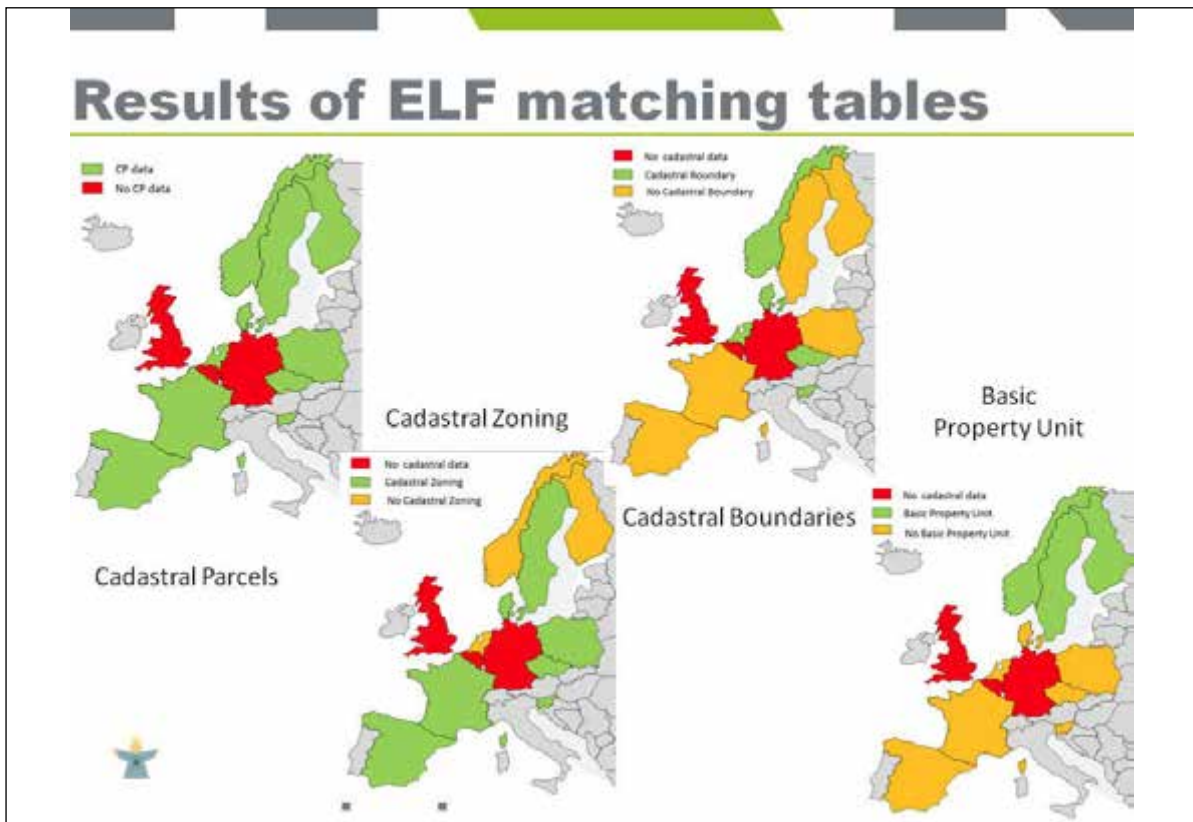


Figura 6.

No obstante la principal conclusión es que todos los países son capaces de aportar, en principio sin grandes problemas, los atributos obligatorios para la parcela catastral (geometría, referencia catastral nacional, identificador de inspire, etiqueta). Sin embargo para el resto de los atributos existe más heterogeneidad.

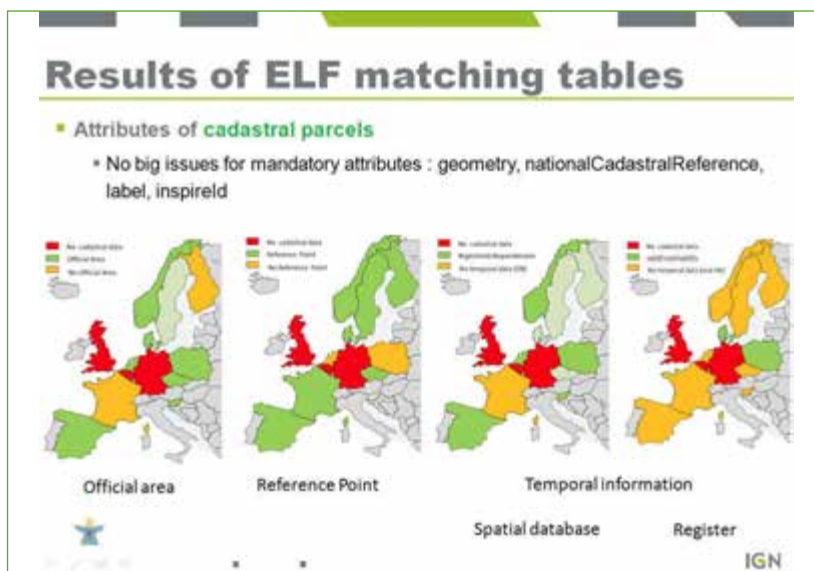


Figura 7.

La mayoría de los atributos definidos en las especificaciones de INSPIRE están cubiertos por algún socio, solo el atributo validTo –este atributo contiene el dato: desde cuando y hasta cuando es válida una entidad- de la entidad BasicPropertyUnit no se proporciona por ningún socio.

Para el caso de parcela catastral E.L.F proporcionará datos catastrales de referencia a nivel Máster (o en escalas que pueden variar de 1:500 a 1:20.000 dependiendo de la NMCA proveedora de los datos.) Por tanto, como en otras características, la heterogeneidad es grande y el rango de escalas muy amplio:

- BasicPropertyUnit from 1:500 to 1:10.000.
- CadastralBoundary from 1:500 to 1:20.000.
- CadastralParcel from 1:500 to 1:20.000.
- CadastralZoning 1:500 to 1:100.000.

La parcela catastral está frecuentemente relacionada con las direcciones y los edificios. Para estos temas, el volumen de datos que se va a manejar a nivel europeo es muy grande y por tanto no permitirá la creación de productos del tipo de EuroGlobalmap y otros, para los que se crea un repositorio donde todos los proveedores de datos abastecen los datos en un formato armonizado. Por el contrario, E.L.F proporcionará servicios de acceso a los datos que se almacenarán a nivel nacional, y no en un repositorio común.

Se plantea por tanto un servicio de visualización utilizando los servicios en cascada que permite la plataforma OSKARI, haciendo zoom a partir de productos como EuroGlobalmap o Euroregional map para llegar a información más detallada de parcela catastral, direcciones o edificios. Además, se facilitará también un servicio de descarga a través del GeoProductFinder que permitirá acceder a los datos de cada país siguiendo la legislación nacional que regula el acceso a los datos en cada caso.

En todo ello se seguirán las especificaciones de INSPIRE para los servicios de visualización y descarga.

E.L.F. va a implementar otra herramienta denominada GeoLocator que proporcionará una interfaz que puede incluir la información catastral como información más detallada.

Un usuario que introduzca los datos de una dirección puede obtener las coordenadas de ésta y su localización en el mapa. Esas coordenadas pueden mostrar también en el mapa la referencia catastral que le permite acceder a los datos catastrales.

Las especificaciones de INSPIRE para la parcela catastral se definieron tratando de establecer un marco con el mínimo común entre todos los sistemas catastrales existentes para usar los datos gráficos sólo como localizadores de información geográfica, de modo que se armonizaron los mínimos datos para permitir la visualización: el identificador único, la zona, los límites catastrales, la georreferenciación y el origen y la historia.

Estos atributos se encuentran en la mayoría de los casos, pero no es suficiente para cubrir las necesidades de la mayor parte de los potenciales usuarios de la información catastral. Los datos catastrales nacionales por lo general contienen mucha más información que los usuarios también demandan. Conocer las necesidades de otros usuarios y otras terceras partes nos permitirá ofrecer a través de ELF servicios de valor añadido: datos estadísticos, el uso oficial de las tierras, el valor administrativo de la parcela catastral, etc...)

El haber incluido la referencia catastral nacional como un atributo del modelo de «INSPIRE Cadastral Parcel», permite que se pueda acceder a los datos catastrales nacionales más completos. Este sistema respeta plenamente las legislaciones nacionales sobre privacidad y acceso.

Con todo ello podemos concluir que, a través de ELF, estudiando los datos existentes en los países que participen, y conociendo las necesidades de los usuarios y utilizando las herramientas que ELF nos proporciona, seremos capaces de crear una aplicación y plataforma que permita acceder a los datos catastrales armonizados de una forma global para toda Europa.

#### 4. INCORPORACIÓN DE USUARIOS Y DE DATOS DE TERCEROS A LA PLATAFORMA E.L.F (WP6)

Otro de los grupos en los que trabaja la DGC trata implicar como terceras partes a otros productores de datos y servicios que, utilizando los datos de referencia oficiales, proporcionen un importante valor añadido a los productos y servicios europeos que se van a crear con ELF. De esta manera se podrá enriquecer el contenido de E.L.F atrayendo también a la plataforma a usuarios y desarrolladores de aplicaciones.

Los principales objetivos de esta incorporación de otros actores son:

- Hacer disponible datos temáticos y otros datos de diferentes fuentes para agregar valor para el usuario.
- Aumentar el uso de datos oficiales, por la fiabilidad que estos ofrecen al usuario.
- Aumentar la integración con servicios de terceros y cooperaciones transfronterizas existentes de la frontera cruzada existente cooperaciones.

Para ello, se han identificado una serie de sub-tareas a llevar a cabo por el grupo de trabajo, como son:

- Identificación de los servicios necesarios.
- Conexión de servicios públicos a la plataforma E.L.F.
- Proporcionar E.L.F. plataforma para servicios agregados y contenidos.

Y, por último, se han definido los documentos que deberá entregar este grupo de trabajo como resultado de las sub-tareas descritas:

- Inventario de los conjuntos de datos de terceros basado en las necesidades del usuario.
- Informe sobre la ampliación de la plataforma ELF para su uso por otros servicios públicos.
- Informe sobre la correcta agregación de los datos de terceros con la plataforma ELF de datos y servicios.

El primer paso que ha realizado este grupo ha sido estudiar las mejores prácticas nacionales que combinan los datos de referencia con otros datos para satisfacer a nivel nacional las necesidades de los usuarios y analizar así los posibles usuarios europeos reales y potenciales de esta información.

En el caso de la DGC se describieron ejemplos de:

1. Mercado Inmobiliario.
2. Agricultura (políticas de subvenciones agrarias).
3. Vigilancia medioambiental.
4. Planeamiento territorial (urbano y rural) y restricciones en el uso del suelo (espacios protegidos).
5. Gestión de Infraestructuras.
6. Administración Pública.
7. Protección Civil.
8. Análisis socioeconómico.

También se han analizado, para cada uno de los temas de referencia, que socios aportan datos y cuáles son las instituciones que cómo terceros habría que animar a participar en el proyecto como posibles asociados.

En el caso de «Parcela Catastral» (CP) cómo se indicó anteriormente, solo 10 países ofrecen sus datos catastrales. En el caso de las «direcciones» (address data), solo ocho socios ofrecen sus datos de direcciones: República Checa, Francia, Países Bajos, Noruega, Polonia, Eslovenia, España y Suecia.

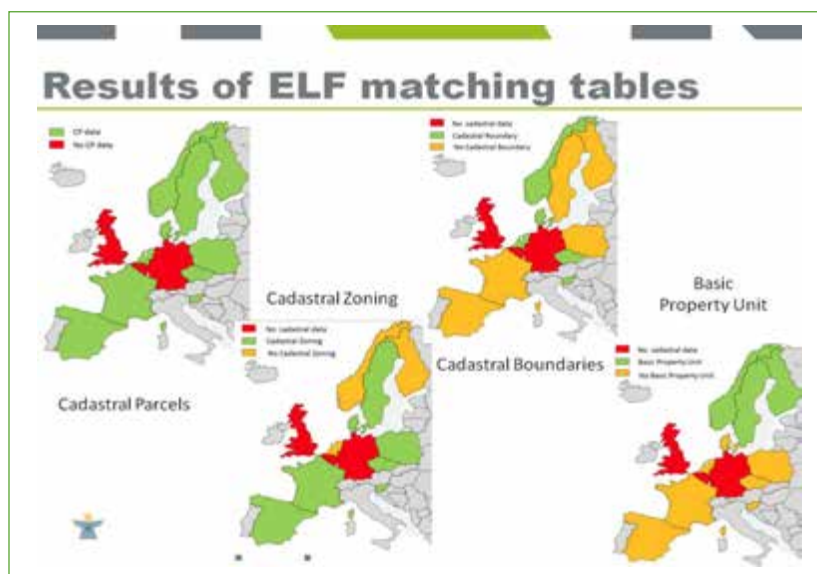


Figura 8.

Otro aspecto analizado es la participación, cómo socios del proyecto, de empresas desarrolladoras de aplicaciones que ya están utilizando la información de referencia en concreto:

- Emergency Mapping (Ithaca).
- Insurance and reinsurance (Europa).
- Health statistics (Geonovum & Geodetic Institute of Slovenia).
- Real Estate Business (WirelessInfo).

En este contexto, se ha acordado en que temas buscará ELF la implicación a terceros: mercado inmobiliario europeo, políticas medioambientales, infraestructuras, servicios, seguridad, etc. Y, a partir de ahí, se ha decidido la estrategia a seguir, dividido los temas y asignado responsables. Como se indica en la tabla adjunta, a la DGC le

corresponderá coordinar las acciones para vincular ELF con el proyecto EULIS (European Land Information System) de Registros de la Propiedad y Catastros Europeos, así como coordinar la participación de los Sistemas de Direcciones de los países Europeos.

TABLA 2

Task	Leader
Link reference data web-services from non-partners NMCAs	EGHO
Make Digital Elevation Model 25m or more accurate being available	BKG
Make Topographic Raster basemap at the scale 1:50 000 being available	BKG
Arrange Census and socio-economic and demographic statistics according to requirements of WP7 being available in E.L.F.	GINST
Arrange Health statistics according to requirements of WP7 being available in E.L.F.	GINST
Arrange Hazards (flood models, ground instability, etc) according to requirements of WP7 being available in E.L.F.	EUROPA
Arrange Addresses being available in E.L.F.	SDGC
Arrange Postal Codes being available in E.L.F.	OSGB, MAC
Assure links between E.L.F. and EULIS	SDGC
Arrange necessary data and information for prototyping E.L.F. being useful for filling the EU reporting obligations in relation to land cover/ land use, noise, pollution, water	NLS-S, MAC
Consider and arrange links to «open data» depots	GST
Arrange links to the services successfully operated at NSDIs (national geoportals)	EGHO, MAC
Explore and arrange links of spatial planning data and regional data	PIEM
Assure links of useful webservices in EU geoportals to E.L.F.	CUZK

En la DGC por tanto, además de colaborar en todas las acciones relacionadas con la parcela catastral, somos responsables de dos tareas específicas:

- a) Conseguir interrelacionar ELF y EULIS (European Land Information System)

El usuario de información catastral potencialmente más importante es el portal EULIS (European Land Information Service). Es una ONG de tipo agrupación económica de interés y de ámbito europeo.

EULIS pretende ser el primer punto de acceso a información sobre la propiedad y el territorio en Europa. El objetivo a largo plazo es contribuir a crear un entorno que, de manera transfronteriza:

- Facilite los préstamos.
- Facilite la transmisión de títulos.
- Suministre información jurídica.

La participación de la Dirección General del Catastro en el proyecto Europeo E.L.F. (European location Framework)

En este sentido, lo que EULIS requiere de ELF es:

- Que se le ayude a dar acceso a sus clientes a la información sobre la propiedad y el territorio mediante la búsqueda de una propiedad por dirección o en un mapa, en todos los países conectados.
- Estructurar estas búsquedas en una manera uniforme para todos los países. En otras palabras, ser capaces de ofrecer un interfaz con las propiedades y direcciones catastrales y servicios que permitan la búsqueda y acceso a la información.

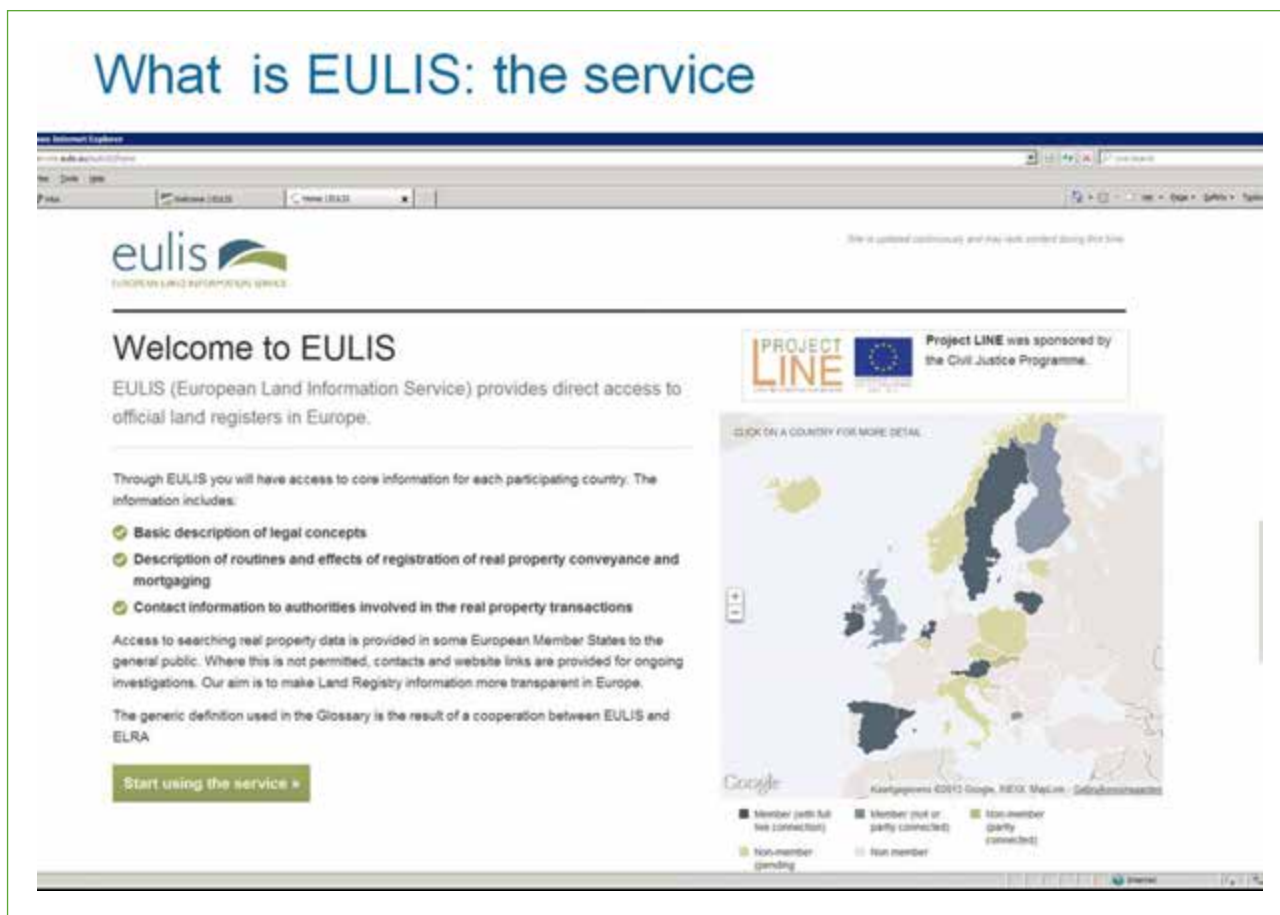


Figura 9.

b) Conseguir implicar a los proveedores de «Direcciones» que no participan en el proyecto.

En primer lugar tendremos que recoger información sobre los servicios web disponibles (y previstos sobre direcciones y los conjuntos de datos existentes, implementación de INSPIRE, escala, complejidad, condiciones de uso de la información).

Para ello nos pondremos en contacto como primer paso con el Foro Europeo de la Dirección y con los socios EURADIN. Prepararemos un cuestionario para recoger la información. También vamos a recopilar toda la información disponible en la plataforma de INSPIRE (que se produjo durante el desarrollo de las especificaciones de INSPIRE para direcciones).

Con el resultado de esta investigación intentaremos implicar a cada participante individualmente en el proyecto que hace posible el eslogan de INSPIRE: «el total es mucho mas que la suma de las partes».

## 5. POLÍTICA DE DATOS Y LICENCIA PARA LA PLATAFORMA E.L.F (WP9)

El grupo de trabajo WP9 se ocupa de buscar fórmulas que aseguren la sustentabilidad (especialmente económica) de la plataforma, teniendo en cuenta que cada vez más y más datos estarán disponibles gratuitamente en Europa. Por tanto, los ingresos por licencias no garantizarán la sustentabilidad por sí mismos.

El objetivo es encontrar otros mecanismos y fuentes de financiación, y, a su vez, garantizar un acceso continuado a los datos a los que aún se debe acceder con licencia y previo pago. El «modelo de negocio» de la plataforma tiene que partir de una definición precisa de cuales serán los servicios y datos finalmente disponibles (en coordinación con lo que se trabaja en el grupo WP6). Se pretende analizar casos reales de difusión de información territorial que ya estén funcionando a nivel internacional para poner de manifiesto el valor de los datos que se pueden ofrecer.

Los datos abiertos pueden ser gratuitos para el usuario final, pero aún cuesta dinero crearlos y mantenerlos. Los gobiernos los financian porque entienden que de esta forma se impulsa la economía. Esto podría ser el motor también de la plataforma ELF. Se barajan varias opciones: subvención de la Comisión Europea, otro proyecto co-financiado, patrocinio de los socios, etc....

También se ha debatido sobre el tipo de licencia a emplear, como combinar todos los modelos de licencia y precios existentes en cada NMCA, si se debe repartir la tasa o debe ir directamente al país objeto de consulta, etc.... Todo ello, respetando las políticas de seguridad y derechos de acceso a los datos en cada país.

Una vez celebrada la reunión de puesta en marcha de este grupo de trabajo, queda pendiente definir calendarios y entregas de los próximos meses, si bien, de manera prioritaria, ya se han definido algunas tareas. La DGC, apoyada por participantes de Bélgica y Polonia en el WP9, se ocupará de recopilar información de los actuales modelos de licencia y precios de cada NMCA, incluyendo un cuestionario sobre satisfacción con el modelo actual y previsión de futuro.



## **INSPIRE «Facilities» themes: low complexity, high impact**

A. GIACOMELLI (1), A. LOPEZ (2), A. NAVARRETTA (3) (4) y H. GEERLING (3)

---

### **Abstract**

«Facility» is an abstract term covering a wide range of physical infrastructures designed, built or installed to serve for a use. Preventive and integrated approaches in environmental governance finds a challenging field of application in «Facilities» which because of its emplacement, social and economic dimension and the nature of inputs and outputs related with its functioning, are referred as passive or active subjects in different thematic domain regulations across Europe. Explicitly included in the descriptive name of some INSPIRE themes and implicitly covered by the scope of many others, Facilities are a core dimension in many public and private data sets linked to environmental administrative procedures and reporting obligations (e.g. Seveso, IPPC/IED; EIA, SEA Directives...).

Heterogeneous physical and legal approaches to refer «Facilities» under cross-cutting thematic regulations became an additional issue to be solved during the Data Specifications process when establishing the scope borders between thematic areas. In that sense, large cross-them discussions took place among concerned thematic working groups, giving as result a generic data model so called «Activity Complex» which allows to describe Facilities at a common level of abstraction across different thematic data models, bringing in addition the potential advantage for linking thematic data sets through a common geographical representation. This level of abstraction was tested also against other interoperability data models as ISA – Core Vocabularies (EC ISA Program, 2010), facilitating efficient and effective cross-border electronic collaboration between European public administrations in further domains.

Production and Industrial Facilities (PF) data theme (Annex.III-8), one of the main sponsors of the «Activity Complex» generic data model, represents a clear example of this «Facilities» heterogeneity and data fragmentation under different legal acts and reporting obligations. Scenarios and Use Cases considered during the Data Specification process for this theme were mostly based on information exchange among public bodies, private organizations and individuals under legal reporting obligations, administrative procedures and public consultations. The implementation of INSPIRE Data Specifications in this field of applicability could trigger a wide set of «win-win» scenarios for the enhancement of participation of different actors on the co-definition of sustainable measures, effective environmental policies, efficient administrative procedures and related data flows, aims shared in addition with other trending initiatives as e-government or Smart Solutions.

This article compiles additional material, viewpoints and outputs (diagrams, templates and procedures) coming up during the Data Specifications process around «Facilities» and «Activity Complex». Should this material be of especial interest for those communities in charge for the INSPIRE implementation in the concerned areas, even further to others, as guidelines and methodological approach to facilitate the criteria for match-

---

(1) Facilitator.

(2) EC Contact Point.

(3) Expert on the INSPIRE PF Data Theme (Annex III-8).

(4) CSI-Piemonte, Consortium for Information Systems, Italy.

ing entities described under existing data sets with those described under the INSPIRE Data Models. Core material is based on a template in which Legal Acts, Geographical terms and INSPIRE Entities were matched for most of the Environmental Regulations analysed as reference material.

**key words**

Facility, Activity Complex, PF Data Specifications, INSPIRE Implementation.

---

## Incidental Crowd-Sourcing

JOAQUÍN HUERTA (\*), JESÚS CASTELLOTE (\*), LAURA DÍAZ (\*) y MICHAEL BROWN (\*\*)

---

### Resumen

En el modelo tradicional de crowdsourcing en el ámbito geoespacial, se le pide a la gente el utilizar su tiempo libre en la recolección de datos sin que obtengan ninguna recompensa obvia. Este modelo ha resultado ser funcional en proyectos como OpenStreetMap, pero viene con algunas desventajas, como la dependencia de las pequeñas comunidades de «Neo-geógrafos». Este proyecto tiene el objetivo de hacer frente a estos problemas solicitando la recogida de información en forma de juego para dispositivos móviles. Se pretenden obtener nombres geográficos, ya que son un tipo de dato complicado de recoger a gran escala pero fácil de recolectar a nivel local, por lo tanto perfectos para el uso de técnicas de crowdsourcing. La información desde la que se parte, consiste en una base de datos de topónimos proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

### Palabras Clave

Jornadas, IDE, Portugal, España, crowdsourcing, app, topónimos, IGN, smartphone.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Este proyecto pretende resolver el problema del Instituto Geográfico Nacional (IGN) con su base de datos, la inexactitud de muchos topónimos.

Para ello se ha desarrollado una aplicación para Android utilizando técnicas de Crowdsourcing. De este modo se obtendrá la mejor solución porque la información será recogida a bajo coste por personas que conocen su entorno. Para atraer a la gente, la aplicación se presenta en forma de juego, donde los usuarios pueden obtener reconocimiento, premios y un modo de practicar la geografía como hobby.

La información geográfica obtenida ayudará a que muchos Sistemas de Información Geográfica que dependen del IGN funcionen correctamente.

## 2. BASES PREVIAS

La palabra topónimo viene de la palabra griega «topos» (lugar) y «onoma» (nombre). En general es sinónimo de Nombre Geográfico. Los lugares o nombres geográficos, son nombres que designan e identifican los lugares de nuestro alrededor: calles, pueblos, ciudades, ríos, montañas, paisajes,... Los nombres de los lugares

---

(\*) Universidad Jaume I, Castellón, España: {huerta, al052270, diaz}@uji.es

(\*\*) Universidad de Nottingham: Michael.Brown@nottingham.ac.uk

son una parte fundamental de nuestra cultura heredada y una fuente de información incalculable para muchas áreas de desarrollo.

El uso correcto y uniforme de los nombres es un elemento esencial en la cartografía. El primer paso en obtener una consistencia en los nombres de los lugares es la normalización, establecer formas correctas por una autoridad competente.

El proceso de validar topónimos es tedioso y arduo. A España le ha llevado más de 10 años en implementar un modelo para estandarizar la nomenclatura de los municipios, todavía hoy en día hay conflictos con los nombres de muchos lugares, especialmente en regiones con dos lenguas oficiales.

Este proyecto consiste en una manera diferente e innovadora de recoger información geográfica, se basa en la participación voluntaria de la ciudadanía, también conocido como crowdsourcing. En el crowdsourcing es esencial la participación masiva y persistente del público, para así conseguir un repositorio de información de topónimos los cuales se puedan analizar e investigar. Por supuesto, a primera vista recoger información geográfica no es una tarea agradable, por lo que se deberá dar a los usuarios una motivación adicional.

Aquí se pretende desarrollar una aplicación que aplique técnicas para persuadir a los usuarios en utilizar su tiempo libre para contribuir en la colecta de información. El punto clave es que los usuarios recojan información mientras juegan a un juego. Esto proporciona a los usuarios un modo de realizar una tarea tediosa y repetitiva de forma amena y divertida. Desde el punto de vista de los usuarios estarán jugando a un juego, mientras que en realidad estarán contribuyendo con información para el repositorio de topónimos, información que luego puede ser usada por la administración y para propósitos científicos.

## 2.1. Crowdsourcing y Trabajos Anteriores

Es muy importante tener una base de datos sin errores y exacta. En un Sistema de Información Geográfica [1], no tenerla puede alterar los análisis desarrollados. En este caso se intentará utilizar «crowdsourcing» para obtener información geográfica y así corregir los errores de la base de datos del IGN.

En los pasados años las técnicas de crowdsourcing han sido usadas para recopilar información en varios proyectos. En el libro «The Rise of Crowdsourcing» Jeff Howe [2] explica que la evolución de la tecnología (Web 2.0) permite exponer un problema a un grupo de personas y obtener una solución satisfactoria, en muchos casos mejor que si se hubiera obtenido a través de una empresa contratada.

Tanto OpenStreetMap [3] como Wikimapia [4] son ejemplos claros del uso del crowdsourcing para obtener información geográfica.

## 2.2. Gamificación

Para el desarrollo se utilizan conceptos de Goodchild, los ciudadanos como sensores («Citizens as sensors: the world of volunteered geography») [5], es una manera sencilla de conseguir una gran cantidad de información a bajo coste. Sin embargo los usuarios necesitan algún tipo de incentivo, y ahí es donde entran en juego las técnicas de «Gamificación». Convertir en un juego tareas repetitivas o complejas rompe el muro que separa a la ciudadanía y los problemas científicos y permite a los ciudadanos contribuir inconscientemente a la ciencia, como por ejemplo usando juegos de móvil.

## 3. ANÁLISIS PREVIOS

Para el análisis de este proyecto se han tenido en cuenta varios factores, tanto para la implementación del proyecto como para el impacto del mismo sobre los usuarios.



El proyecto, como ya se ha mencionado, se basa en el crowdsourcing, y para ello hay que motivar a los usuarios.

- Se han buscado técnicas de crowdsourcing para motivar a los usuarios a participar y para que la recopilación de datos se haga en forma de juego.
- Se ha realizado un estudio del funcionamiento de la base de datos proporcionada por el IGN.
- Se han analizado varias tecnologías para comprobar cuáles eran más apropiadas para el desarrollo del proyecto.
- Se ha realizado una búsqueda sobre cómo funcionan los algoritmos para conectar una aplicación Android a una base de datos MySQL.
- Se ha realizado un análisis sobre las características principales que debería tener la aplicación.

### 3.1. Técnicas de Crowdsourcing y Gamificación

El objetivo de la gamificación es el compromiso. Comprometer a los usuarios es crucial para fomentar a la población a colaborar con un proyecto. En este caso, el objetivo es revisar los topónimos de la base de datos del IGN y permitir posteriores estudios sobre nombres de topónimos conflictivos. El compromiso es importante por lo que hay que crear una aplicación bonita y fácil de usar que fomente a la gente el usarla.

En «Citizen Noise Pollution Monitoring» [6] se discute como se puede motivar a participar al público en general destacando la importancia que tiene animar a los usuarios.

Según la obra «Gamification by Design. Implementing Game Mechanics in Web and Mobile» [7], para hacer un buen proceso de gamificación tenemos que motivar y comprometer al usuario con la aplicación.

Para ello tenemos que tener en cuenta cuatro puntos clave: Estado, Acceso, Poder y Recompensas.

- *Estado*: Recomienda dividir el progreso del juego en etapas o niveles y que los usuarios puedan comparar sus logros con otros usuarios.
- *Acceso*: Permite a los usuarios desbloquear nuevas características en función de su contribución al juego.
- *Poder*: Transferir poder a los usuarios según su colaboración y permitirles realizar acciones que no se permiten a todos fomenta la competición.
- *Recompensas*: Se recomienda proporcionar una serie de recompensas e incentivos para seguir jugando.

En cuanto a los tipos de usuario que podemos encontrar, fijándonos en «Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suits MUDs» (Richard Bartle), el autor los divide en 4 tipos diferenciados: asesinos, buscadores de logros, sociables y exploradores.

### 3.2. Estudio de la Base de Datos del IGN

Antes de iniciar el proyecto como tal, se ha realizado un estudio de la Base de Datos [8] proporcionada por el Instituto Geográfico Nacional, para ver a qué atenerse y cómo afrontar el proyecto.

Esta contiene la información correspondiente a los municipios y entidades de poblaciones españolas.

La BBDD está formada por 12 tablas, donde las coordenadas asignadas a todas las unidades poblacionales (municipios o entidades de población) han sido dadas a centroides (punto que se encuentra lo más centrado posible del núcleo poblacional).

Una vez analizada se han encontrado una serie de problemas:

- Entidades sin clasificación concreta.
- Entidades con coordenadas erróneas.
- Entidades duplicadas.

Estos problemas se han tenido en cuenta al desarrollar la aplicación.

Debido a la gran cantidad de topónimos a validar que encontramos en esta BBDD, se ha decidido implementar la aplicación por niveles, empezando por los municipios y avanzando hacia entidades cada vez más pequeñas.

#### 4. ARQUITECTURA

La arquitectura del proyecto se divide en tres niveles:

- Primer Nivel o Interfaz de usuario: Los usuarios pueden acceder a la aplicación a través de un dispositivo móvil con Android, desde el cual podrán corroborar o corregir nombres de topónimos.
- Segundo nivel o Servicios Web: segunda capa encargada de procesar los datos de usuarios y los recogidos. Es la encargada de comunicarse con la Base de Datos.
- Tercer nivel. Aquí se diferencian dos apartados.
  - El Servidor de Mapas, que provee de los mapas base, y demás capas necesarias para el funcionamiento de la aplicación.  
Se ha realizado también una copia de la BBDD proporcionada por el IGN para obtener la situación geográfica actual de los topónimos y el nombre actualmente guardado.  
Se está utilizando para ello un servidor ArcGIS que se encuentra en la Universidad Jaime I y que gestiona el INIT (Institute of New Imaging Technologies).
  - El Servidor de Datos en el que se almacenan los datos de la aplicación, es decir, datos geográficos recogidos, información de los usuarios, puntuaciones, ...  
Los datos recogidos en este servidor serán los que a posteriori se mandarán al IGN para que sean evaluados e integrados en la BBDD oficial.

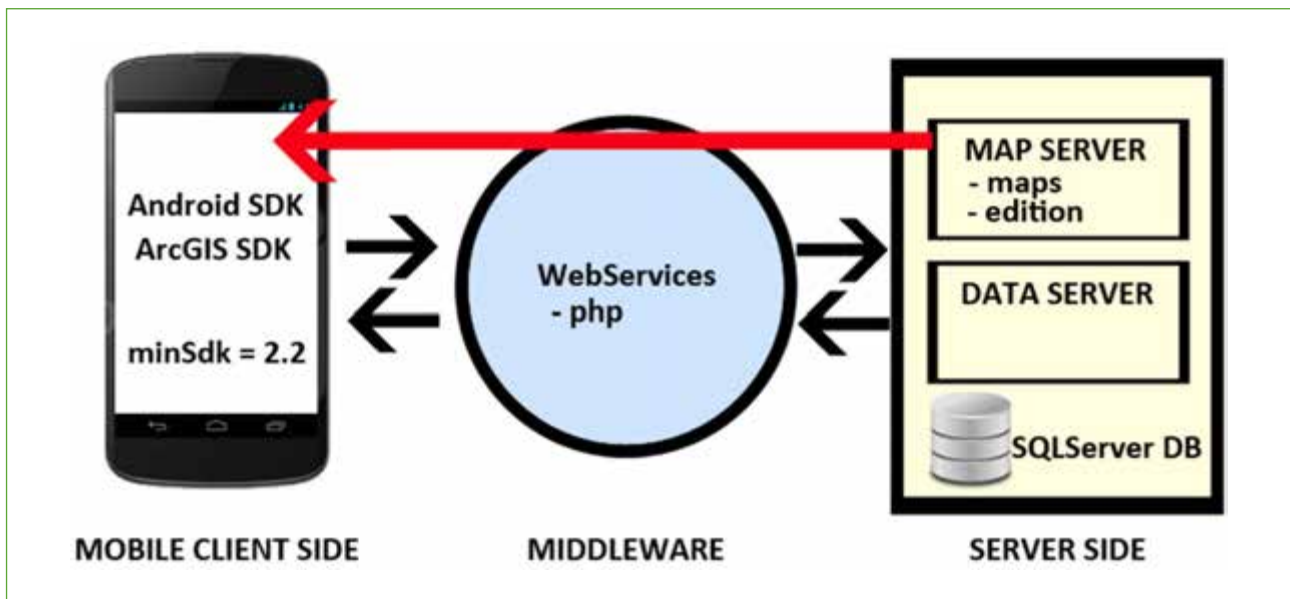


Figura 1. Arquitectura.

## 5. CAPTURAS DE LA APLICACIÓN

A continuación se muestran las diferentes pantallas de esta aplicación. Su diseño está en continuo proceso de cambio a medida que avanza el desarrollo.

### 5.1. Pantalla de Inicio

Esta pantalla es muy sencilla ya que sólo se trata de una pantalla de bienvenida. El usuario tan sólo debe pulsar en cualquier parte para pasar a la siguiente.



Figura 2. Pantalla de Inicio.

### 5.2. Pantalla de Identificación Usuarios

En esta pantalla el usuario debe introducir su «Nombre de Usuario» y su «Contraseña» y pulsar el botón «Entrar».

En caso de no estar registrado, puede pulsar el botón «Nuevo Usuario» para acceder a la pantalla de Registro de Usuario.

### 5.3. Pantalla de Registro de Usuario

Aquí el usuario debe rellenar los campos requeridos, y una vez hecho pulsar el botón de «Registrar». Si los datos son correctos volverá a la pantalla de Identificación. En caso de haber algún error, la aplicación lo indicará y no pasará de pantalla.



Figura 3. Pantalla de Identificación.

### 5.4. Pantalla de Selección de Provincia

Lo primero que se observa en esta pantalla es un mapa de España dividido por provincias, una bienvenida al usuario y dos botones. Un «Seleccionar» y un botón «Clasificación».

El usuario debe pulsar sobre la provincia en la que desea entrar. Al hacerlo cambiará de color a rojo, para indicar que está seleccionada. En caso de pulsar sobre otra provincia, la seleccionada volverá a su color original y cambiará de color la pulsada.

Una vez seleccionada, debe pulsar sobre el botón «Seleccionar» para entrar en la provincia seleccionada

Otra opción es que pulse sobre el botón «Clasificación», para consultar los puntos de cada usuario.



Figura 4. Pantalla de Registro.



Figura 5. Pantalla de Selección de Provincia.



### 5.5. Pantalla de Consulta de la Clasificación

En esta pantalla se puede consultar un listado de los usuarios y los puntos que tienen.

Los usuarios aparecen en orden descendente por puntos.

### 5.6. Pantalla de Selección de Validación de Topónimo

En esta pantalla aparece un zoom a la provincia seleccionada, pero utilizando como mapa base

La provincia está dividida por municipios, señalados cada uno de ellos con un punto.

Además está implementada la opción de realizar zoom sobre el mapa para que el usuario pueda verificar los lugares más fácilmente.

También está implementada la opción de mostrar una capa con las carreteras al pulsar el botón «Help» para ayudar al usuario a identificar la zona visualizada.



USUARIO	PUNTOS
admin	9
fedo	2
zrog	0
huerta	0

Figura 6. Pantalla de Clasificación.

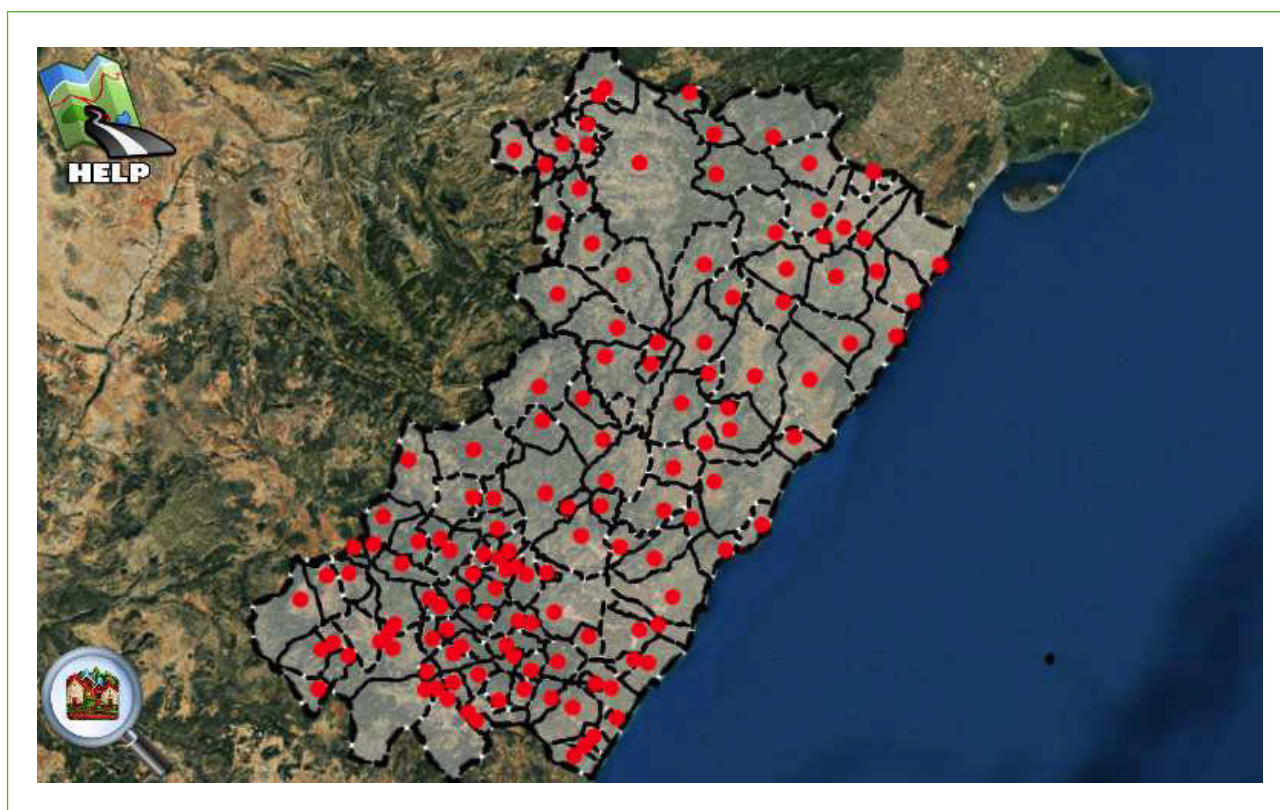


Figura 7. Pantalla de Provincia.

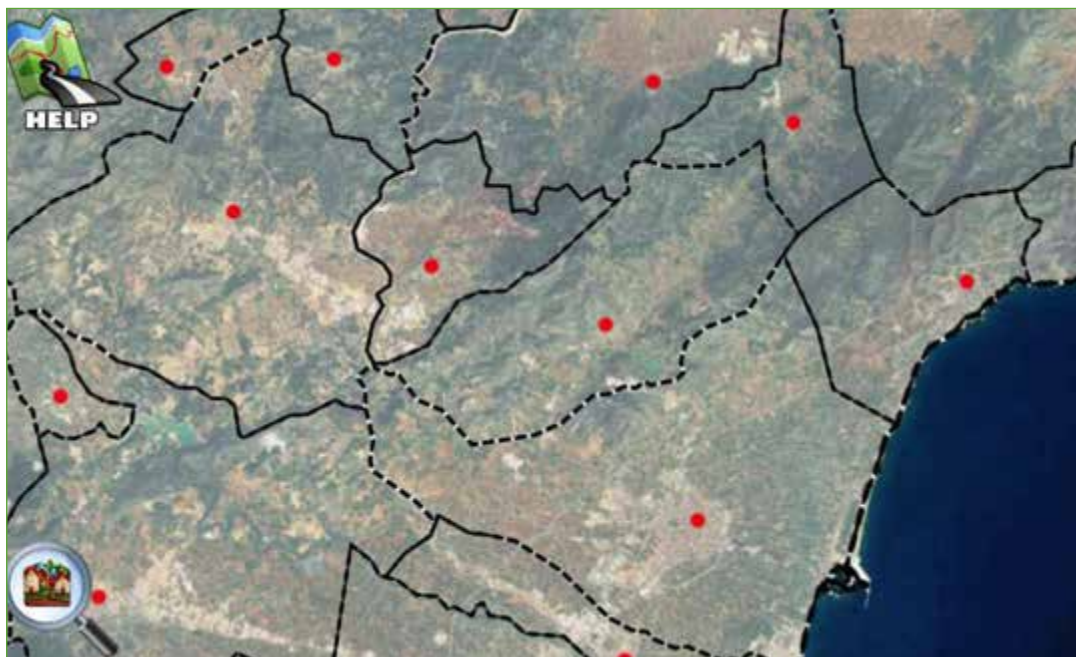


Figura 8. Zoom sobre el topónimo.

### 5.7. Pantalla de Verificación de Datos

Esta pantalla aparece cuando el usuario pulsa sobre alguno de los municipios. Recoge la información de la BBDD y la muestra. El usuario debe seleccionar la opción que desea validar y pulsar el botón de validación.



Figura 9: Pantalla de Verificación.



## 6. CONCLUSIONES

Estamos desarrollando una aplicación cuyo objetivo es resolver la inexactitud de muchos topónimos de la base de datos del IGN. Usando crowdsourcing lograremos la mejor solución ya que la información será recogida a bajo coste por personas que conocen su entorno.

Para involucrar a la gente hemos presentado la aplicación en forma de juego donde los usuarios podrán obtener: reconocimiento por la comunidad online, premios y una manera de practicar la geografía como afición.

Los datos geográficos obtenidos ayudaran a un correcto funcionamiento de muchos de los Sistemas de Información Geográfica que dependen del IGN.

En un futuro el proyecto podría extenderse a otros países para validar otras entidades geográficas.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Geographical Information System: A Guide to the Technology. John Antenucci, Kay Broen, Peter, 1991.
- [2] Jeff Howe, «The Rise of Crowdsourcing», 2006.
- [3] OpenStreetMap <http://www.openstreetmap.org/>
- [4] WikiMapia <http://wikimapia.org>
- [5] Goodchild, M.F. «Citizens as sensors: the world of volunteered geography». *GeoJournal* 69 (4): 211–221, 2007.
- [6] Nicolas Maisonneuve, Matthias Stevens, Maria E. Niessen, Peter Hanappe and Luc Steels. Citizen Noise Pollution Monitoring. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Digital Government Research Conference, Puebla, 2009.
- [7] Gabe Zichermann and Christopher Cunningham. Gamification by Design. Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Applications. O'Reilly Media, Sebastopol, 2011.
- [8] «Nomenclator\_Municipios\_EntidadesDePoblacion». Formato Access 2003.



## **Get INSPIREd to become really SMART!**

### **How the integration of Spatial Data Infrastructures with Smart Solutions might trigger new capabilities**

VANDA LIMA (\*), ANGEL LÓPEZ ALÓS (\*\*\*) y CARLOS GRANELL CANUT (\*)

---

#### **Abstract**

«Smart» is a fashion term used by a wide range of initiatives based on the application of new information technologies to improve processes and operations in different contexts of use, usually of general or public scope as cities (Smart Cities), Utilities (Smart Grids), or agriculture (Smart Agriculture). In general, (1) various actors are involved to whom are assigned specific roles (individuals, public and private bodies), (2) different instruments (Smart Devices) and technologies are used to allow generate, process and/or consume in an ubiquitous manner large volumes of data, thus controlling real-time decisions to make them more efficient, and (3) they are implanted on a restricted area which is modelizable covering entities (physical and logical), operational capabilities (smart things, smart citizens), data flows and potentially external factors that have influence over them. These solutions can also co-exist and interact with third systems, potentially sharing actors, entities, data and/or functionality.

Although usually linked to concepts like Big Data, Internet of Things, Citizens as Sensors or Web 2.0, by its definition and scope «Smartization» raises obvious synergies with those principles and objectives from the SDIs, which leads us to the following question: Might a solution become really «smart» without exploiting the geospatial component and without interoperability with other operational infrastructures as SDIs? Seeing from another perspective: Would it be really 'smart' duplicate efforts and resources developing data infrastructures on domain specific silos without interoperability among components having so many factors in common? Answer to both questions is clearly not, and its is justified listing the potential mutual benefits that would arise from the integration of both initiatives under a common architecture framework, highlighting: resource optimization, scalability of functionalities, quality and quantity of data available and the increment of user community.

Sustainability within an economic development and quality of life improvement framework (decoupling), is a recurrent aim for «Smart» initiatives which is mentioned several times also in those use cases described by the INSPIRE data specifications. On the basis of these common scenarios, Data Specifications are intended as reference material and starting point for discussion about integration of models and platforms. Special mention is done for «Facilities» and «Utilities» scopes (Annex III Themes: AF, PF, US) where the «Smart» issue was raised openly during the process and even pilot projects were outlined (i.e SGDI Project for SmartGrids - CIM). In this context Smart Solutions could play a very interesting role also for the INSPIRE Maintenance and Implementation Framework (MIF).

In order to effectively manage such integration, ensuring their consistency and scalability following a long term strategy at different levels of Government (local,

---

(\*) European Commission, Joint Research Centre.

(\*\*\*) EC Contact Point PF, AF, US INSPIRE Themes.

regional, State, European), this article proposes in addition to put in place Architecture Methodologies (i.e ISO/IEC/42010, TOGAF) (1) a global vision based on the identification and re-usability of components, and (2) a common terminology to facilitate the dialogue among different communities and stakeholders.

**key words**

SDIs, Smart Solutions, Smart Cities, Smart Grids, INSPIRE Data Specifications, Data Architecture.

---

# Restricciones al trabajo con información geográfica online en China

## Mapas en China

CARLOS S. RABAZA BERGUA (\*), JUAN LÓPEZ-DE-LARRINZAR GALDÁMEZ (\*), IVÁN SALVADOR SUÁREZ (\*\*), MIGUEL USÓN MONTESINO (\*) y PEDRO R. MURO MEDRANO (\*\*)

---

### Resumen

En China existe una legislación bastante restrictiva en algunos aspectos en lo relativo a los mapas y a su creación. Esas normativas son las responsables de algunos problemas existentes a la hora de integrar diferentes proveedores de información geográfica de Internet en un único servicio. En este artículo se busca analizar esa problemática y mostrar los problemas encontrados entre la información de diferentes servicios.

### PALABRAS-CLAVE

Mapas en China, encriptación geográfica en China, Baidu, Google China, Bing China, OpenStreetMap China.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Aunque en los últimos años la República Popular de China ha experimentado una notable apertura al exterior, en otras áreas, sigue manteniendo importantes restricciones. Una de éstas, es la topografía y cartografía. Estas restricciones son limitaciones artificiales impuestas por el gobierno chino para salvaguardar su seguridad nacional.

No es, sin embargo, un caso único en el mundo. Otros gobiernos han mostrado cierta preocupación respecto a los servicios de mapas online. Sobre todo en lo referente a instalaciones consideradas sensibles que puedan aparecer en la cartografía o imágenes de satélite de servicios como Google Maps. De hecho en ocasiones, algunos gobiernos solicitan a este tipo de servicios la ocultación de algunas zonas que puedan contener alguna de estas instalaciones [1].

El gobierno chino va un paso más allá, en lugar de recurrir únicamente a la ocultación de ciertas zonas, obligan a que todos los proveedores de mapas apliquen una transformación a sus mapas (también llamada encriptación geográfica). De esta manera, las coordenadas usadas por proveedores de mapas chinos en Internet sólo utilizan sistemas de coordenadas autorizados por las autoridades chinas. En la actualidad, estas autoridades no autorizan el uso de sistemas de coordenadas como el EPSG:4326 o el EPSG:3857 que son los utilizados por los proveedores de mapas mas populares. Esto genera toda una problemática de por sí, sobre todo a la hora de relacionar información de unos proveedores con otros, ya que incluso hay algunos que aplican una segunda trans-

---

(\*) GeospatiumLab S.L.: {carlosrb, juanlg, muson}@geoslab.com

(\*\*) Universidad de Zaragoza, Departamento de Informática e Ingeniería de sistemas: {prmuro, ivans}@unizar.es

formación como es el caso de Baidu uno de los mayores proveedores de mapas online en China y competencia directa de Google en ese territorio.

Este documento presenta un breve análisis de las limitaciones técnicas impuestas por el gobierno chino a los servicios de mapas por Internet al amparo de su legislación altamente restrictiva.

## 2. RESTRICCIONES LEGALES EN CHINA

En esta sección se presenta un análisis de las leyes chinas [2] que puedan afectar directamente a la creación de información topográfica o cartográfica.

Toda actividad relacionada con la topografía o cartografía en China entra en el ámbito de un organismo especial llamado National Administration of Surveying, Mapping and Geoinformation también conocido como State Bureau of Survey and Mapping (SBSM) [3]. Además existen ciertos aspectos especificados en la legislación China que implican también la participación del Ejército Popular de Liberación (también conocido como People's Liberation Army o PLA [4]), ya que los mapas son considerados un asunto de seguridad nacional, dado que la divulgación secretos en los mapas de cualquier clase que pongan en peligro la soberanía o la seguridad del estado puede constituir un crimen y derivarse responsabilidades criminales dependiendo de la gravedad de la información. Si las circunstancias no son serias podría quedar en un multa entre 10.000 y 100.000 yuanes (entre 1.239,38309 y 12.393,8309 euros), de lo contrario la multa podría ser de 100.000 a 500.000 yuanes (entre 12.393,8309 y 61.969,1546 euros) y además la expulsión del país.

Toda organización, o persona de origen extranjero, que desee llevar cabo análisis geológicos o actividades relacionadas con los mapas en cualquier parte del territorio chino bajo la jurisdicción de la República Popular de China, debe en primer lugar solicitar una autorización al SBSM además de al departamento correspondiente del PLA. Además una vez obtenida la autorización, se debe realizar el proyecto en conjunto con los departamentos relevantes o unidades de la República Popular de China trabajando en conjunto con igualdad de condiciones o bien se les puede subcontratar el trabajo. La legislación China establece la restricción de que la información topográfica o cartográfica no puede contener secretos de estado o comprometer la seguridad del mismo.

El gobierno chino define un sistema de referencia geodésico propio para todo su territorio que cuenta con la aprobación de seguridad del PLA. En caso de que sea realmente necesario usar un sistema de coordenadas no definido por las autoridades Chinas se debe autorizar su uso por parte del SBSM y por parte del departamento competente de topografía y cartografía del PLA.

Una vez se ha completado un proyecto de topografía y cartografía se debe remitir la información recogida al SBSM. Este organismo en conjunto con el departamento correspondiente del PLA procederá a examinar la información referente a posiciones, elevaciones, profundidades, áreas y longitudes. Una vez se le dé el visto bueno a la información esta pasa al SBSM para su aprobación final. Adoptar un sistema de coordenadas sin autorización cuando se realizan las actividades de topografía y cartografía así como publicar información geográfica y datos relacionados con cualquier área bajo la jurisdicción de la República Popular de China puede suponer una multa de 100.000 yuan (12.393,8309 euros).

## 3. RESTRICCIONES DE LOS MAPAS EN CHINA

Como ya se ha mencionado, el gobierno chino obliga a los proveedores de mapas a que apliquen una transformación a la información cartográfica de modo que no coincidan las coordenadas de sus mapas con los sistemas de coordenadas usados por otros servicios. Esta transformación o encriptación geográfica que están obligados a aplicar los proveedores de mapas recibe el nombre de GCJ-02. Se da el caso también de que algunos proveedores de mapas aplican un segundo desplazamiento como el de Baidu que, según informa en su página web [5], aplica otro nivel más de desplazamiento llamado BD-09 para incrementar la privacidad de sus usuarios.



Esta encriptación geográfica, no es reversible, es decir, existen por ejemplo formas para transformar coordenadas desde EPSG:4326 a BD-09 o a GCJ-02 pero no existe función inversa que permita recuperar las coordenadas originales. A este respecto se preguntó directamente via correo electrónico al servicio de atención al cliente de Baidu y su respuesta fue que no es posible aplicar una transformación inversa.

Esta situación en China genera problemas a los usuarios de servicios online que desean usar las coordenadas de un punto en un servicio e intentan pasarlas a otro servicio o en general al intentar combinar información de diferentes servicios. Aunque este problema existe también en proveedores de mapas online internacionales por el uso de diferentes sistemas coordenadas, en el caso de China, la situación se agrava debido a que como ya se ha mencionado en el apartado «RESTRICCIONES LEGALES EN CHINA» el gobierno chino tiene su propio sistema de referencio geodésico que cuenta con la aprobación del PLA. Ese sistema de referencia propio, es el que se tiene que usar allí a menos que se justifique la necesidad de usar un sistema de coordenadas distinto a los habitualmente autorizados y se apruebe su uso, tal y como consta en la legislación china.

A continuación, para ilustrar la problemática de uso de información entre diferentes proveedores de mapas por Internet, se van a analizar varios de ellos y las diferentes coordenadas que se muestran en cada uno de ellos para una misma posición geográfica. Los servicios que se van a comparar se listan a continuación, así como el sistema de coordenadas usado en las coordenadas obtenidas en cada uno:

TABLA 1  
Resumen de proveedores analizados

Proveedor:	Sistema de referencia:	Unidad de medida:
Google Maps	EPSG:4326	Grados
Bing Maps	EPSG:4326	Grados
OpenStreetMap	EPSG:4326	Grados
Baidu Maps	GCJ-02 y BD-09	Grados

En primer lugar se van a mostrar las diferentes coordenadas obtenidas para un mismo punto geográfico ubicado en China para los servicios de la Tabla 1. Para comparar la información mostrada se va a usar como punto geográfico de referencia la esquina inferior derecha de la ciudad prohibida ya que resulta fácil de localizar visualmente en un mapa (véase Figura 1).



Figura 1. El punto rojo muestra la esquina usada como referencia geográfica.



Figura 2: Punto de referencia marcado en la capa de satélite de Google.

Comenzamos el análisis con Google Maps (<http://maps.google.es/>), que habitualmente es considerado como un referente en información cartográfica en Internet. La figura 2 muestra las coordenadas que tiene el punto usado como referencia en la capa satélite de Google, sus coordenadas son (39.912331°, 116.395608°) y la figura 3 muestra esas coordenadas sobre la capa del mapa. Como se puede ver el punto no está en la misma zona en ambas imágenes.

Cómo se puede ver en las figuras 2 y 3 aunque las coordenadas son las mismas en ambas imágenes, el marcador no está situado en la misma

posición visual en ambas capas. En la figura 4 se muestra la posición del punto de referencia en la capa mapa de Google, las coordenadas son: (39.913767°, 116.401876°). La diferencia entre las coordenadas de la capa satélite y la capa mapa es de: (Ø.001436°, Ø.006268°)

Sin embargo, Google ha resuelto esta diferencia para su servicio de mapas en China (<http://ditu.google.cn/>). Al contrario de lo que ocurre en los servicios de mapas de Google usados en el resto del mundo, la versión de mapas de Google en China hace coincidir el desplazamiento de la capa del mapa con la capa de satélite, haciendo que ambas capas trabajen en el mismo sistema de coordenadas. Este comportamiento se puede ver en las figuras 5 y 6 (las coordenadas usadas en ambas son 39.913767°, 116.401876°) en las que el error entre la posición en la capa mapa y la satélite es mucho menor al error presente en el servicio normal de Google, aunque sigue existiendo una desviación entre ambas capas.

A continuación se va a ver el caso de Bing Maps. Bing Maps no dibuja en la capa mapa la ciudad prohibida, por lo que no se puede usar para comparar con el punto de referencia que estábamos usando. Por ello, se muestran a continuación las coordenadas del punto de referencia de la ciudad prohibida en la capa satélite de Bing (figura 7) para seguidamente realizar la comparación en Bing con otro punto de referencia geográfico.

El nuevo punto de referencia elegido para Bing se encuentra en la avenida justo delante de la ciudad prohibida. La figura 8 muestra el nuevo punto de referencia abajo a la izquierda en color verde y el punto de referencia del resto de proveedores en rojo en la parte superior derecha.

El siguiente proveedor a valorar es OpenStreetMap. OSM es diferente de otros proveedores dado que son los usuarios los que construyen el mapa de forma colaborativa. Esta forma de proceder les da cierto grado de independencia, en este caso, del gobierno chino, por lo que sus mapas no contienen el desplazamiento obligado por la legislación de China. La figura 12 muestra la posición del punto de referencia en los mapas de OpenStreetMap. Las coordenadas de ese punto en OpenStreetMap son (39.912331°, 116.395608°).

Por último se va a analizar la posición del punto de referencia en Baidu. Este caso tiene el añadido de que además de la encriptación geográfica GJ-02 se aplica un segundo nivel propio de Baidu llamado BD-09 por lo



Figura 3. Coordenadas del punto de referencia en la capa de satélite sobre la capa del mapa de Google.

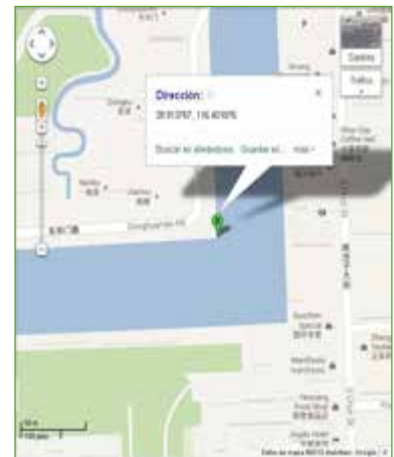


Figura 4. Coordenadas del punto de referencia en la capa de mapa de Google.



Figura 5. Coordenadas del punto de referencia en la capa de mapa de Google China.

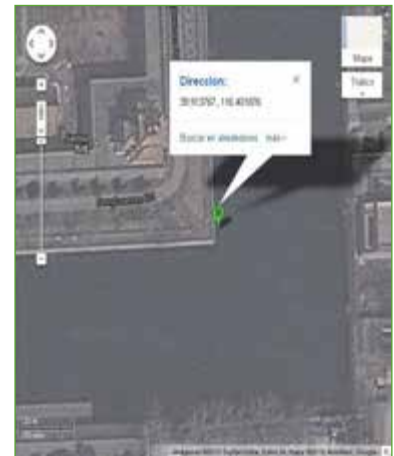


Figura 6. Coordenadas del punto de referencia en la capa de mapa de Google China sobre la capa de Satélite de Google China.

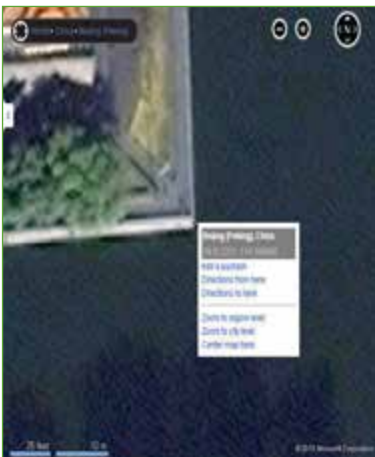


Figura 7. Coordenadas del punto de referencia (39.912331°, 116.395680°) en la capa de satélite de Bing.

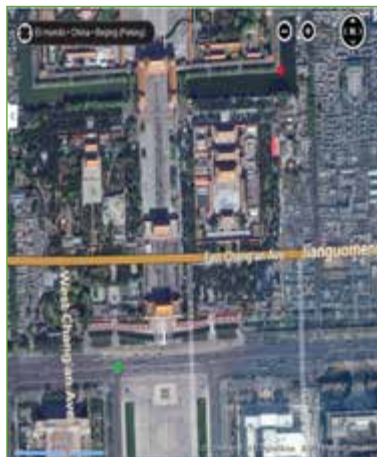


Figura 8. Nuevo punto de referencia para Bing Maps.

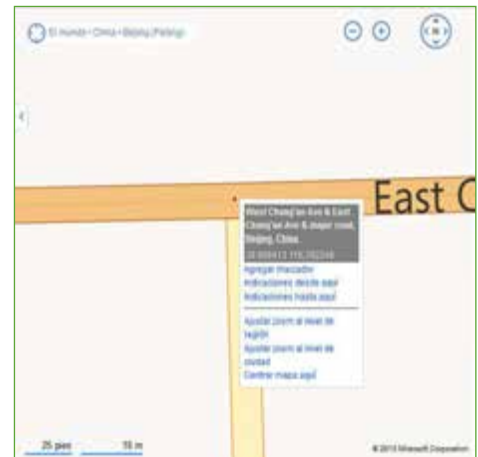


Figura 9: Coordenadas del punto de referencia de Bing (39.908413°, 116.392248°) en la capa de calles de Bing.



Figura 10. Coordenadas del punto de referencia de Bing (39.906124°, 116.389478°) en la capa de satélite de Bing.



Figura 11. Desplazamiento entre capa de calles y satélite de Bing marcado con las flechas rojas.



Figura 12. El marcador muestra la posición de 39.912331°, 116.395608° en OSM (<http://www.openstreetmap.org/?mlat=39.912331&mlon=116.395608&zoom=18>).

que los desplazamientos pueden variar más. En este caso sólo se van a mostrar las coordenadas en la capa de satélite de Baidu (Figura 13) ya que coincide perfectamente con la capa de calles de Baidu.

A modo de resumen, se incluyen a continuación tres tablas que recogen la información mostrada hasta este punto. La Tabla 2 contiene un resumen de las coordenadas correspondientes a la posición usada como referencia para cada uno de los proveedores y capas analizadas. Con la información de la Tabla 2 se han construido las Tablas 3 y 4 que muestran las desviaciones existentes entre cada uno de los casos analizados medidas en grados y expresadas en valores absolutos. La Tabla 3 muestra las desviaciones para los valores de latitud, y la Tabla 4 para longitud. Todos los datos recogidos a continuación son datos obtenidos en los interfaces web de cada proveedor, de forma manual, de modo que se puede dar un pequeño margen de error por error humano al hacer los clics en cada uno de ellos (margen de pocos pixels).



Figura 13. El marcador 1 muestra la posición del punto en Baidu 39.92015°, 116.408269°.

TABLA 2  
Resumen de coordenadas del punto de referencia para los diferentes proveedores analizados

Proveedor	Capa	Abreviación	Latitud	Longitud	Sistema ref:
Google	Calles	GCal	39.913767°	116.401876°	EPSG:4326
Google	Satélite	GSat	39.912331°	116.395608°	EPSG:4326
Google China	Calles	GCnC	39.913767°	116.401876°	EPSG:4326
Google China	Satélite	GCnS	39.913738°	116.401855°	EPSG:4326
Bing	Satélite	BingS	39.912331°	116.395680°	EPSG:4326
Bing	Calles punto ref2	BingC2	39.908413°	116.392248°	EPSG:4326
Bing	Satélite punto ref2	BingS2	39.906124°	116.389478°	EPSG:4326
OSM	Calles	OSM	39.912331°	116.395608°	EPSG:4326
Baidu	Calles y Satélite	BaiH	39.92015°	116.408269°	G CJ-02 y BD-09

TABLA 3

Diferencias de latitud entre los diferentes servicios (valores absolutos y expresados en grados), las celdas marcadas con «-» no se comparan por haberse usado otro punto de referencia para las coordenadas

	GCal	GSat	GCnC	GCnS	BingS	BingC2	BingS2	OSM	BaiH
GCal	0	0,001436	0	0,000029	0,001436	—	—	0,001436	0,006383
GSat		0	0,001436	0,001407	0	—	—	0	0,007819
GCnC			0	0,000029	0,001436	—	—	0,001436	0,006383
GCnS				0	0,001407	—	—	0,001407	0,006412
BingS					0	—	—	0	0,007819
BingC2						0	0,002289	—	—
BingS2							0	—	—
OSM								0	0,007819
BaiH									0

TABLA 4

Diferencias de longitud entre los diferentes servicios (valores absolutos y expresados en grados), las celdas marcadas con «-» no se comparan por haberse usado otro punto de referencia para las coordenadas

	GCal	GSat	GCnC	GCnS	BingS	BingC2	BingS2	OSM	BaiH
GCal	0	0,006268	0	0,000021	0,006196	—	—	0,006268	0,006393
GSat		0	0,006268	0,006247	0,000072	—	—	0	0,012661
GCnC			0	0,000021	0,006196	—	—	0,006268	0,006393
GCnS				0	0,006175	—	—	0,006247	0,006414
BingS					0	—	—	0,000072	0,012589
BingC2						0	0,002770	—	—
BingS2							0	—	—
OSM								0	0,012661
BaiH									0

Para concluir, se van a analizar los desplazamientos que ocurren en los diferentes proveedores para 4 ubicaciones diferentes de China: Beijing, Lhasa, Xi'an y Guangzhou ubicadas donde se puede ver en la Figura 14.

La tabla 5 muestra la información recogida para la 4 ubicaciones. Para cada una de ellas se han tomado las coordenadas de una misma posición geográfica tomada como referencia en los diferentes servicios (columna proveedor) y sus respectivas capas (columna capa). Las columnas «Latitud», «Longitud» muestran las coordenadas obtenidas para esa



Figura 14. Muestra las ubicaciones de las ciudades analizadas.

ubicación utilizando la API del proveedor indicado. La columna «Sistema ref» Indicia el sistema de referencia en el que están las coordenadas de latitud y longitud. Para realizar la valoración de los posibles desplazamientos, se comparan las coordenadas de cada capa de cada proveedor con la capa satélite de Google. Esta comparación se realiza obteniendo el valor absoluto de la diferencia entre las coordenadas de ambas capas y se muestra en las columnas «OffsetLat» (diferencia de latitud) y «OffsetLong» (diferencia de longitud).

TABLA 5  
Coordenadas y desplazamientos respecto a la capa de satélite de Google para las cuatro ubicaciones analizadas

	Proveedor	Capa	Latitud	Longitud	Sistema ref	OffsetLat	OffsetLong
Beijing	Google	Calles	39,90759	116,395728	EPSG:4326	0,001506	0,006281
	Google	Satélite	39,906084	116,389447	EPSG:4326	0,000000	0,000000
	Google China	Calles	39,907586	116,395726	EPSG:4326	0,001502	0,006279
	Google China	Satélite	39,907586	116,395726	EPSG:4326	0,001502	0,006279
	Bing	Calles	39,908412	116,392246	EPSG:4326	0,002328	0,002799
	Bing	Satélite	39,906102	116,389536	EPSG:4326	0,000018	0,000089
	OSM	Calles	39,906084	116,389447	EPSG:4326	0,000000	0,000000
	Baidu	Calles y Satélite	39,913809	116,402091	G CJ-02 y BD-09	0,007725	0,012644
Lhasa	Google	Calles	29,652491	91,121445	EPSG:4326	0,002657	0,001588
	Google	Satélite	29,655148	91,119857	EPSG:4326	0,000000	0,000000
	Google China	Calles	29,652447	91,121445	EPSG:4326	0,002701	0,001588
	Google China	Satélite	29,652447	91,121445	EPSG:4326	0,002701	0,001588
	Bing	Calles	29,65249	91,121445	EPSG:4326	0,002658	0,001588
	Bing	Satélite	29,655158	91,119862	EPSG:4326	0,000010	0,000005
	OSM	Calles	29,655148	91,119857	EPSG:4326	0,000000	0,000000
	Baidu	Calles y Satélite	29,65832	91,128054	G CJ-02 y BD-09	0,003172	0,008197
Xi'an	Google	Calles	34,259427	108,947033	EPSG:4326	0,001529	0,004651
	Google	Satélite	34,260956	108,942382	EPSG:4326	0,000000	0,000000
	Google China	Calles	34,259418	108,94703	EPSG:4326	0,001538	0,004648
	Google China	Satélite	34,259418	108,94703	EPSG:4326	0,001538	0,004648
	Bing	Calles	34,259459	108,94703	EPSG:4326	0,001497	0,004648
	Bing	Satélite	34,260945	108,942434	EPSG:4326	0,000011	0,000052
	OSM	Calles	34,260956	108,942382	EPSG:4326	0,000000	0,000000
	Baidu	Calles y Satélite	34,265687	108,953517	G CJ-02 y BD-09	0,004731	0,011135
Guangzhou	Google	Calles	23,098866	113,252909	EPSG:4326	0,002692	0,005348
	Google	Satélite	23,101558	113,247561	EPSG:4326	0,000000	0,000000
	Google China	Calles	23,098851	113,252914	EPSG:4326	0,002707	0,005353
	Google China	Satélite	23,098851	113,252914	EPSG:4326	0,002707	0,005353
	Bing	Calles	23,09885	113,252911	EPSG:4326	0,002708	0,005350
	Bing	Satélite	23,101609	113,24758	EPSG:4326	0,000051	0,000019
	OSM	Calles	23,101558	113,247561	EPSG:4326	0,000000	0,000000
	Baidu	Calles y Satélite	23,104904	113,25941	G CJ-02 y BD-09	0,003346	0,011849

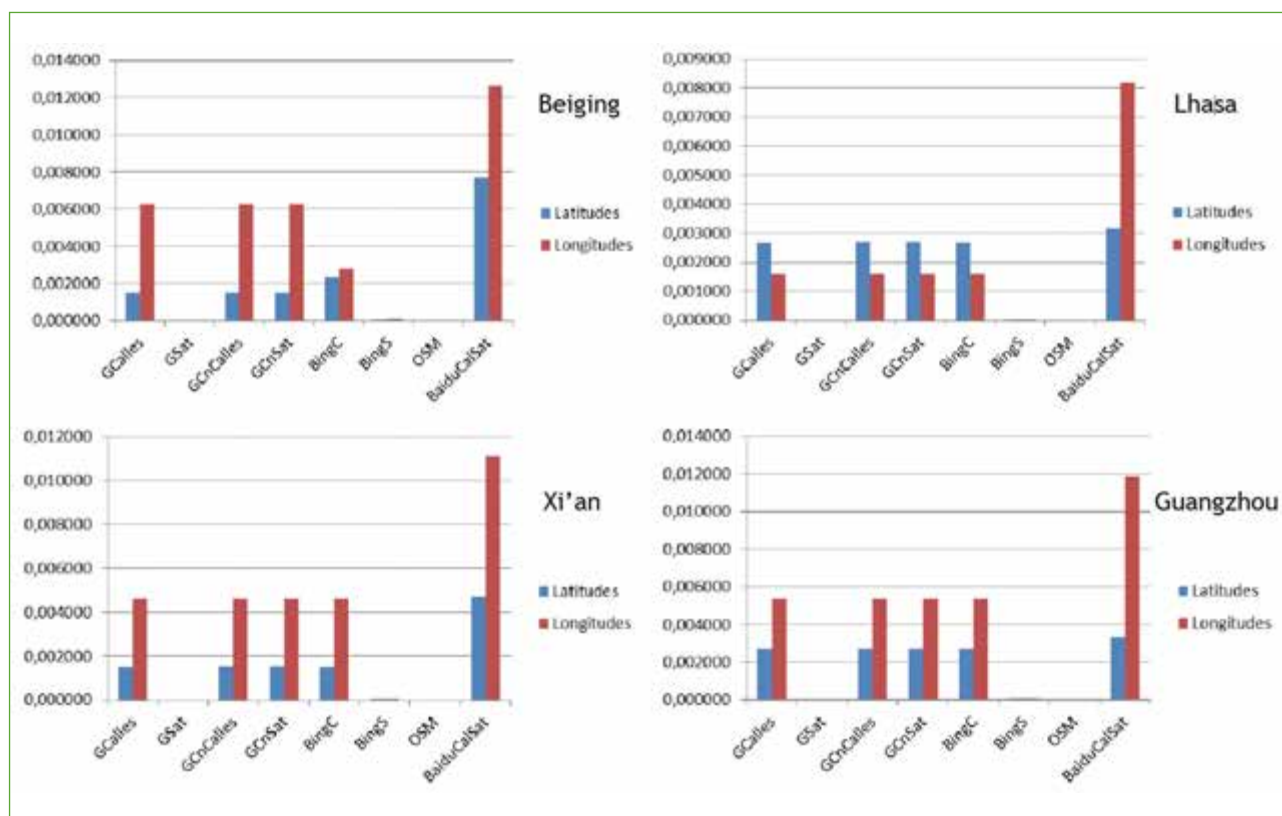


Figura 15. Gráficas de los desplazamientos en las cuatro ubicaciones respecto a la capa de satélite de Google.

#### 4. CONCLUSIONES

Después del análisis realizado de diferentes proveedores de mapas en China, se puede afirmar que en aquellos que tienen presencia internacional las capas que contienen información de las calles se encuentran desplazadas en mayor o menor medida en relación a sus capas de satélite (dado que las imágenes de satélite no dependen del gobierno chino y la información de calles sí). Se ha apreciado que los servicios proveedores de mapas con cobertura internacional y que dan servicio en China suelen adoptar la estrategia de ofrecer un servicio paralelo destinado al mercado chino, como puede ser el caso de Google o Microsoft, en el que corrigen este desplazamiento para que ambas capas coincidan (calles y satélite). El citado desplazamiento se debe a la encriptación geográfica que los proveedores de mapas chinos, como es el caso de Baidu, están obligados a aplicar. Además, como se puede apreciar en la Figura 15 el desplazamiento que se aplica con la encriptación geográfica GCJ-02 no es constante para todo el territorio chino, ya que varía para cada una de las regiones analizadas.

Del estudio se concluye que, según la legislación china y salvo permiso expreso, en su territorio los proveedores de mapas deben utilizar el sistema de referencia autorizado. Lo cuál obliga a adoptar la encriptación geográfica citada anteriormente. Esta encriptación no dispone de función inversa, de modo que la información geográfica producida allí no puede compararse con información geográfica en sistemas de referencia utilizados internacionalmente. Sólo aquellos mapas que se sometan a las anteriores restricciones podrán compararse entre sí, con la limitación que ello supone (por ejemplo a la hora de superponer distintas capas en un visualizador de mapas).

Por último, cabe destacar la excepción de OpenStreetMap que, al tratarse de un proyecto colaborativo en el que cualquier ciudadano puede participar, no aplica a sus mapas la transformación a la que obliga el gobierno

chino, como se puede ver en la Figura 15. Iniciativas como las de OpenStreetMap garantizan la generación y la utilización de la información geográfica con carácter abierto.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Gobierno de España a través del proyecto TIN2012-37826-C02-01. El trabajo de Juan López ha sido cofinanciado por el Gobierno de España a través de la Ayuda INNCORPORA INC-TU-2011-1528.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Zonas con imágenes de satélite alteradas recogidas en la Wikipedia, enlace: [http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite\\_map\\_images\\_with\\_missing\\_or\\_unclear\\_data](http://en.wikipedia.org/wiki/Satellite_map_images_with_missing_or_unclear_data)
- [2] Versión en Inglés de la legislación China referente a los mapas: <http://en.sbsm.gov.cn/article/LawsandRules/Laws/200710/20071000003241.shtml>
- [3] Página Web del National Administration of Surveying, Mapping and Geoinformation, también conocido como State Bureau of Survey and Mapping (SBSM): <http://en.sbsm.gov.cn/>
- [4] Página Web del People's Liberation Army: <http://eng.mod.gov.cn/>
- [5] Información referente a coordenadas y offset usado por el proveedor de mapas chino Baidu que es competencia directa de Google en China: <http://developer.baidu.com/map/question.htm#qa004>



## La distribución espacial de la población en Andalucía

IRIA ENRIQUE REGUEIRA (\*), JOSE E. MOLINA TRAPERO (\*), SERAFÍN OJEDA CASARES (\*\*),  
MARÍA ESCUDERO TENA (\*) y GERMÁN PÉREZ MORALES (\*\*)

---

### Resumen

El Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA) ha acometido un proyecto de investigación orientado a la geolocalización de la población, cuyos resultados han dado lugar a la presentación del producto estadístico-cartográfico denominado. «*La distribución espacial de la población en Andalucía. Año 2013.*» En este proyecto, nuestra región ha sido dividida en una malla de celdas de 250 m de lado. Como fuente principal de información para la localización de la población se han usado datos de carácter administrativo recogido en el Registro de Población de Andalucía (RPA), actualizado a fecha de 1 de enero de 2013. En este registro figuran todas las personas empadronadas en algún municipio de Andalucía, añadiéndose información relativa a la dirección postal, así como ciertas características demográficas relativas al sexo, la edad y la nacionalidad de cada una de las personas registradas.

Esta información ha sido georreferenciada asignando las coordenadas geográficas correspondientes a las personas residentes en cualquier vivienda situada en Andalucía. La información georreferenciada proveniente del RPA se ha agregado a la malla regular de celdas de 250 m con el fin de proteger la confidencialidad de la información estadística. Esta aproximación bottom-up ha permitido la georreferenciación del 87,4% de la población registrada en el RPA. El 12,6 % de la población restante ha sido asignado a las celdas correspondientes usando técnicas estadísticas. Para ello se utiliza información auxiliar proveniente del RPA y del Catastro (aproximación top-down).

Para la difusión de los resultados en internet<sup>1</sup> se ha desarrollado una capa de información geográfica descargable, un servicio WMS y un visualizador cartográfico. En éste se puede consultar la información en tres mapas: «Población total», «Población por nacionalidad» y «Población por grupos de edad».

### Palabras clave

Grid, celda, mapa dasimétrico, población, catastro, georreferenciación, método híbrido.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos generales del Plan Estadístico y Cartográfico de Andalucía 2013-2017 es aprovechar el potencial que genera la integración de la información estadística y cartográfica para contribuir al desarrollo de la sociedad del conocimiento y difundir los datos estadísticos y cartográficos como información útil y reutilizable

---

(\*) Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Servicio de Estudios, Síntesis y Métodos Estadísticos: {iria.enrique, maria.escudero.tena, josee.molina}@juntadeandalucia.es

(\*\*) Indra Sistemas, S. A.: {serafin.ojeda.ext, german.perez.morales.ext}@juntadeandalucia.es

<sup>1</sup> <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/distribucionpob>

para la toma de decisiones por la sociedad andaluza. Para la consecución de sus objetivos, el Plan fija una serie de estrategias de desarrollo, entre las que resulta pertinente destacar la orientada a la elaboración de productos de difusión que realicen un tratamiento conjunto e integrado de todos los tipos de información utilizada, interrelacionando la de carácter estadístico con la de naturaleza cartográfica, y documentando mediante metadatos sus características técnicas. Asimismo, para facilitar la estandarización, el intercambio, la integración y la accesibilidad a la información, el Plan da prioridad a los medios de difusión que favorezcan la interoperabilidad de los datos, e identifica la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía (IDEAndalucía) como una de las infraestructuras destinadas a facilitar el acceso a los datos.

La distribución espacial de la población a nivel de detalle, pese a ser una información trascendental para la gestión de múltiples políticas públicas y para actividades privadas, constituye, hasta el momento, una de las grandes deficiencias en materia de disponibilidad de datos. En la actualidad, y con carácter general para el conjunto de España, todas las actividades de planificación y gestión que demanden este tipo de información sólo cuentan con mapas del comportamiento espacial de la población a lo sumo a nivel de sección censal, lo cual limita enormemente la capacidad de realizar análisis a nivel de detalle (¿Cuántas personas viven a más de 500 metros de una parada de transporte público? ¿Cuántas personas se ven afectadas por el tráfico de una calle? ¿Cuántos niños en edad escolar viven en las proximidades de un centro educativo?).

La disponibilidad de una fuente de información a mayor nivel de resolución (en grid de 250 metros, en el caso del trabajo que aquí se presenta) abre la posibilidad de realizar aplicaciones y estudios en ámbitos hasta ahora inexistentes, dada la insuficiencia de representatividad territorial de los datos: emplazamientos de servicios e infraestructuras públicas y determinación de las áreas de influencia (colegios, centros de salud, transportes, oficinas de empleo, etc.), estudios vinculados a salud ambiental (personas afectadas por la pluma de contaminación o por ruido), evaluación de riesgos (personas mayores de 65 años que viven en una zona con riesgo de inundación), geomarketing (lugares de concentración de sectores de población objetivo para un negocio, en función de edades y/o nacionalidades), etc.

## 2. ÁMBITO DE APLICACIÓN Y ANÁLISIS

- Población objetivo: Población residente en Andalucía registrada en el RPA (Registro de Población de Andalucía).
- Unidad de análisis: Hogares.
- Unidad de difusión: Habitantes.
- Máxima desagregación territorial: celdas de 250 × 250 m de lado.

## 3. SISTEMA DE CODIFICACIÓN

Se ha generado una capa de celdas regulares. Se ha utilizado para ello la herramienta de generación de mallas desarrollada por Eurostat<sup>2</sup> incorporada a *ArcGIS 10*.

Esta malla regular se ha generado siguiendo las recomendaciones del proyecto ESSnet GEOSTAT 1A<sup>3</sup>. Su construcción inicial tuvo lugar bajo el sistema de referencia ETRS89LAEA, adaptándola posteriormente al ETRS89-UTM Zona 30N, por ser el sistema de referencia estándar para la cartografía en España y Andalucía.

Como resultado, se obtuvo una capa en formato shape con un total de 1.416.093 celdas (250 × 250 m cada una de ellas).

<sup>2</sup> <http://www.efgs.info/data/eurogrid/eurostat-grid-generation-tool-for-arcgis/view>

<sup>3</sup> <http://www.efgs.info/geostat/1A>

## 4. FUENTES DE INFORMACIÓN

- *Registro de Población de Andalucía (RPA)*: recoge todos los hogares y todas las personas con residencia en Andalucía. Además proporciona información acerca de su dirección postal y características demográficas básicas, tales como el sexo, la edad y la nacionalidad de cada uno de los miembros del hogar. Los datos de este registro, creado y mantenido por el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía (IECA), proceden de fuentes administrativas. Los datos utilizados en este trabajo corresponden a la población andaluza con fecha de 1 de enero de 2013.
- *Callejero Digital de Andalucía (CDA)*: directorio creado y mantenido por el IECA en colaboración con ayuntamientos y diputaciones provinciales. Este directorio contiene información sobre vías y portales proveniente de archivos elaborados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), Catastro y otros.
- *Catastro de Urbana*: archivo administrativo gestionado por la Dirección General de Catastro del Ministerio de Hacienda y Administración Pública, que contiene información catastral relativa a áreas residenciales, características de los edificios, características de las vías de comunicación, etc. En particular se ha utilizado para este trabajo la siguiente información:
  - Bienes inmuebles según tipo (industrial, comercial, residencial, etc.).
  - Bienes inmuebles según tipo de vía donde se localizan (avenida, calle, plaza, carril, etc.).
  - Bienes inmuebles según año de construcción.
  - Área urbana y área urbana con bienes inmuebles residenciales (datos auxiliares usados para delimitar las áreas donde potencialmente puede residir la población).

## 5. GEORREFERENCIACIÓN DE LA POBLACIÓN

### 5.1. Enfoque bottom-up

El RPA proporciona una dirección postal para cada individuo y grupo de individuos (hogares). En el CDA cada uno de los portales tiene su dirección postal y sus coordenadas geográficas correspondientes. A través de complejas técnicas de enlace de registros, las direcciones postales de los hogares contenidos en el RPA se vinculan con el portal correspondiente del CDA, asignándole a cada uno de ellos una coordenada geográfica.

La georreferenciación de los portales y de la población que vive en ellos es posible a través de tecnología de sistemas de información geográfica (SIG) una vez que se han asignado las coordenadas. El referido proceso de enlace de registros ofrece también información sobre el grado de coincidencia entre la dirección postal de RPA y la de CDA (lo cual informa de la fiabilidad del enlace y, por lo tanto, de la coordenada asignada).

En esta fase se genera una capa de puntos, como muestra la figura 1. Cada punto representa un portal al que se le asocia el número de habitantes que residen en él y las características demográficas de éstos.

El paso siguiente consiste en la agregación de esa información a cada celda, añadiendo los datos de todos los puntos (portales y su población) localizados en cada celda. Esto se realiza mediante una operación de unión espacial. Cada portal se añade a su celda en función de su localización es-

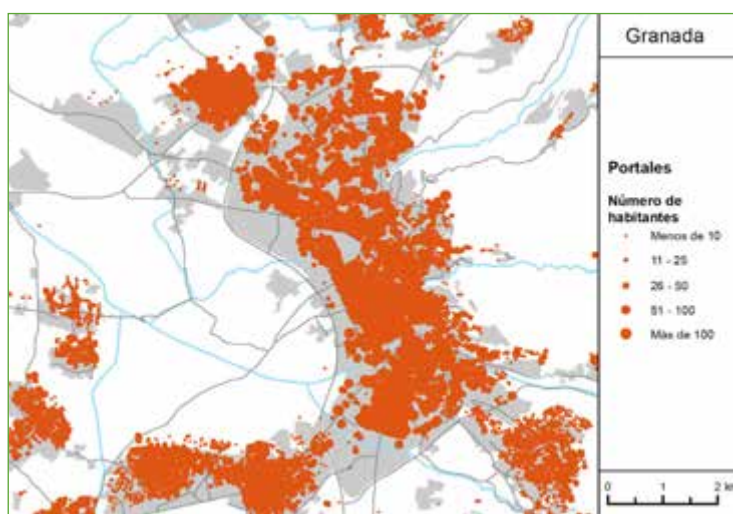


Figura 1. Portales y población.

pacial. Como se muestra en la figura 2, cada celda contiene el número total de habitantes y de portales pertenecientes a la misma según la localización de los puntos (portales). Con este procedimiento se han localizado 7.453.107 de habitantes (87,4 % de la población registrada en el RPA), distribuidos en un total de 28.806 celdas que contienen información de población residente.

## 5.2. Enfoque top-down

Un 12,6 % de la población residente en hogares no ha podido ser georreferenciada a través de la aproximación bottom-up. Para solventar esta circunstancia se ha diseñado un procedimiento top-down de asignación de cada uno de estos hogares no georreferenciados a una celda. Una vez descartada la aproximación postal, la sección censal es el nivel máximo de desagregación territorial disponible en la información relativa a la geolocalización de estos hogares. La sección censal es una división administrativa del territorio inferior al municipio con un tamaño máximo de 2.000 votantes. Así pues, para cada sección censal se dispone del número de hogares y de personas no georreferenciados. A partir de técnicas estadísticas y del uso de información auxiliar, el enfoque top-down permite asignar cada uno de esos hogares a una de las celdas que componen la correspondiente sección censal.

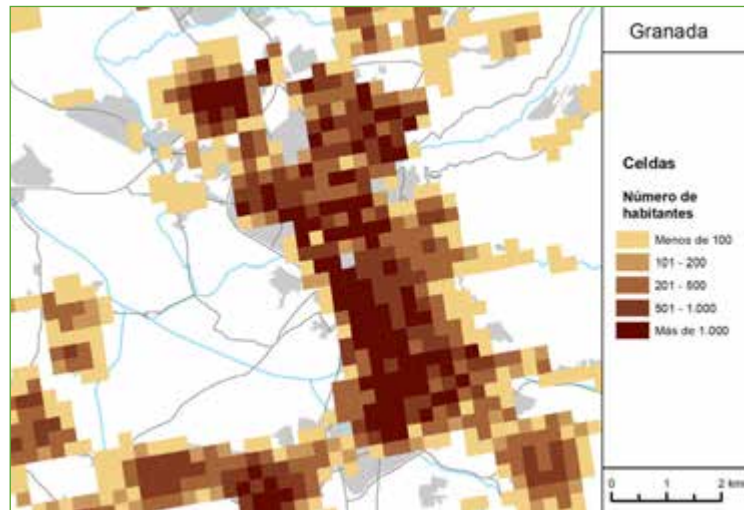


Figura 2. Número de habitantes por celda.

Antes de elaborar el modelo de localización de hogares se llevó a cabo un importante trabajo de procesamiento de la información geográfica. Éste se realiza fundamentalmente con la información proveniente de dos capas muy útiles para la construcción del modelo de localización: la capa de secciones censales elaborada por el INE y la capa del parcelario del Catastro de Urbana, elaborada por la Dirección General de Catastro.

### 5.2.1. Información del seccionado censal

La localización de los hogares no georreferenciados está disponible a nivel de sección censal. El objetivo principal de esta fase del proyecto es transferir esos datos (hogares no georreferenciados) desde la sección censal a la celda que le corresponde dentro de esa sección censal (transferencia de datos entre sistemas zonales).

Con este fin se genera una capa por la intersección de la capa de secciones censales con la de la malla de celdas regulares. Esta nueva capa establece la división en entidades de secciones y celdas, mostrando qué celdas quedan total o parcialmente dentro de cada una de las secciones censales en Andalucía. Las entidades espaciales generadas en esta capa de intersección no son ni secciones ni celdas, sino la intersección de ambas, la *sección/celda* (ver figura 3). Ésta es la unidad espacial de referencia para la realización del análisis, de tal modo que el modelo de localización asigna población desde la sección censal a la entidad sección/celda y cada celda se reconstruye posteriormente por la suma de todas las sección/celdas que la componen.

### 5.2.2. Información catastral

El Catastro de Urbana proporciona información correspondiente a la ocupación del territorio, identificando y localizando, entre otros usos, parcelas con uso residencial.

Las parcelas con uso residencial son la clave del proyecto, de ahí que la información de la que se dispone en Catastro relativa a sus atributos y sus características haya sido analizada en detalle.

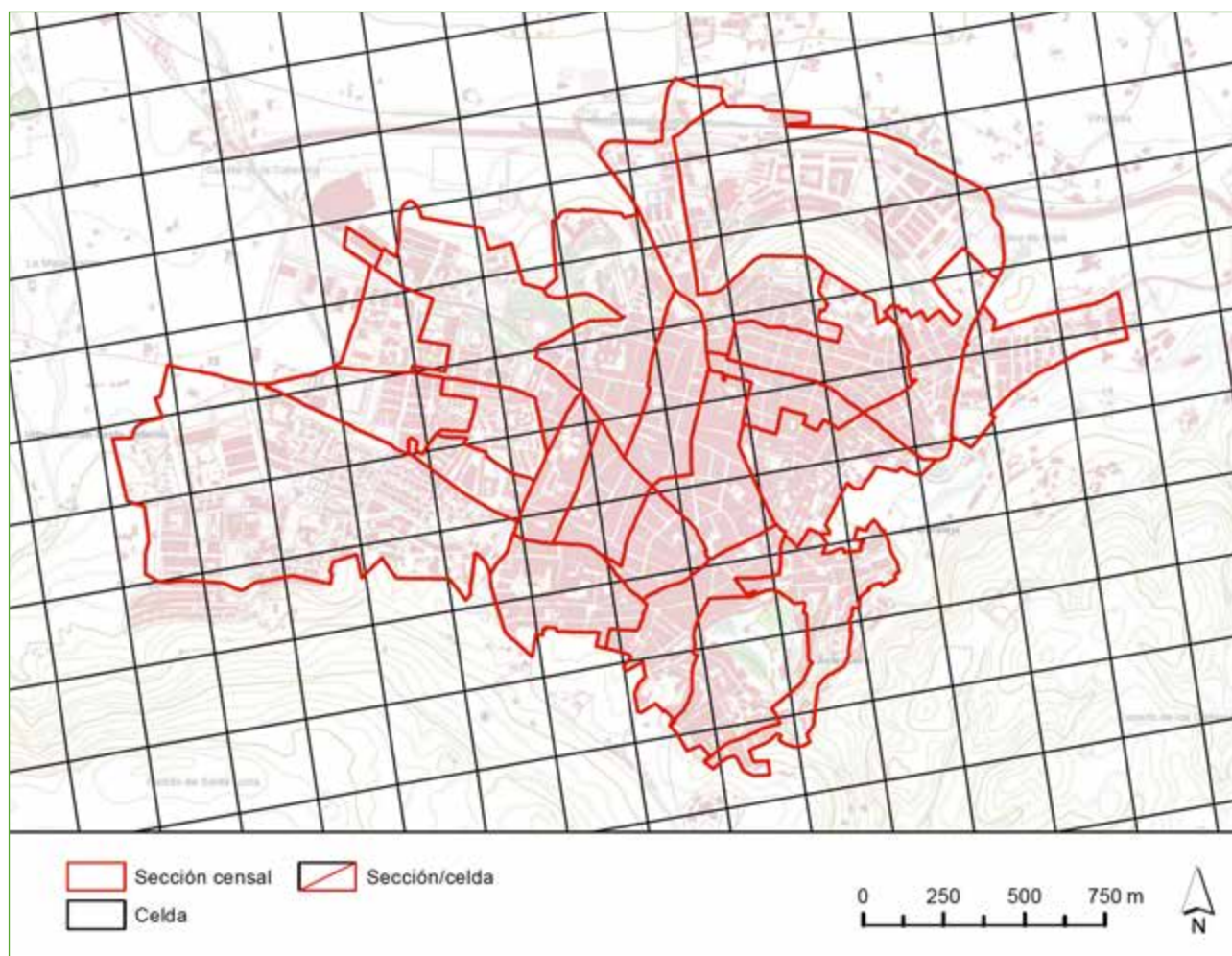


Figura 3. Unidades espaciales: secciones censales, celdas y sección/celdas.

El procesamiento de la información catastral comienza con las operaciones de fusión de todas las capas municipales del catastro de urbana. Se generan ocho capas provinciales conteniendo la información del catastro de urbana. En algunos casos, antes de la fusión, las capas municipales han tenido que ser transformadas desde el sistema de coordenadas ED50-UTM Zona 30N al sistema ETRS89-UTM Zona 30N.

La unidad de delimitación territorial del Catastro es la parcela, mientras que la unidad de análisis en el proyecto es la sección/celda. Por ello la intersección entre la capa de parcelas con la de sección/celda establece la división de cada parcela por sección/celda. Así, se genera una capa nueva con las parcelas que contiene cada una de las sección/celdas. Una parcela puede estar total o parcialmente dentro de una sección/celda. La unidad espacial de información en esta capa de intersección es la *sección/celda/parcela* (véase figura 4).

Consecuentemente la porción de cada parcela contenida en una sección/celda se calcula a partir de la superficie de cada polígono (sección/celda/parcela). Esas porciones son utilizadas para transferir los atributos y características de una parcela a sus sección/celda/parcelas integrantes.

El análisis del Catastro se centra en las capas de parcelas urbanas que contienen información de usos, tanto residenciales como cualesquiera otros. Este análisis permite identificar las áreas que potencialmente pueden acoger población residente (por ejemplo, las áreas residenciales, comerciales y recreativas, frente a las áreas industriales o en construcción).

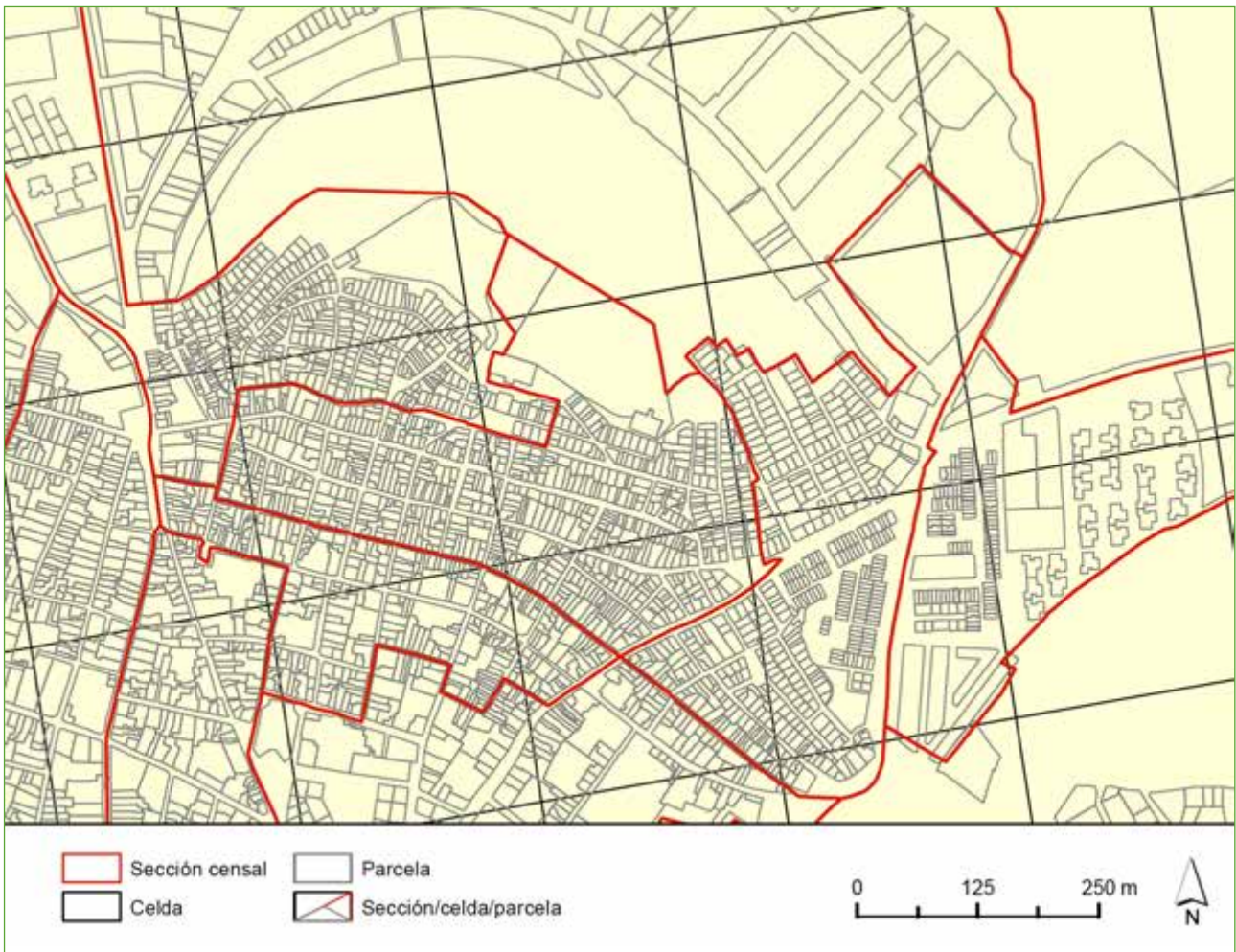


Figura 4. Unidades espaciales: secciones censales, celdas, parcelas y sección/celda/parcelas.

El Catastro de Urbana aporta también información de los bienes inmuebles relativa a la edad de éstos, tipo de vía donde se localiza el bien inmueble, etc. Esta información resulta relevante para el proyecto porque la no georreferenciación de los hogares se debe fundamentalmente a desajustes en el algoritmo de enlace de registros. De este modo la información referida al grado de consolidación urbana (áreas urbanas de construcción reciente, áreas con alto porcentaje de tipos de vías poco habituales, áreas con alto porcentaje de edificios de almacén, etc.) podría arrojar luz sobre los factores que dificultaron el proceso de enlace entre los registros de las dos bases de datos (CDA y RPA).

La información sobre bienes inmuebles se ha agregado por parcela; en otras palabras, todos los atributos de los bienes inmuebles que están dentro de cada parcela han sido sumados o se les ha calculado la media aritmética, dependiendo de los casos.

Como se ha mencionado anteriormente, la unidad de análisis espacial de este proyecto es la sección/celda, de tal modo que los atributos de cada parcela han sido transferidos a la unidad sección/celda/parcela. La sección/celda/parcela es la unidad de transferencia. Los atributos de cada parcela han sido distribuidos entre las sección/celda/parcelas que la componen y, entonces, dichos atributos se agregan a nivel de sección/celda para obtener el número total de bienes inmuebles, año medio de construcción, porcentaje de bienes inmuebles registrados en avenidas, etc., por sección/celda.

### 5.2.3. Modelos de desagregación espacial

Una vez que toda la información alfanumérica y espacial disponible del RPA y del Catastro ha sido procesada, se desarrolla un proceso de análisis descriptivo. La población no georreferenciada no se distribuye uniformemente a través del territorio por lo que hay que llevar a cabo un análisis de la información disponible de RPA y Catastro a nivel de sección censal. Las secciones censales que contienen población no georreferenciada presentaron determinados patrones de carácter sociodemográfico, aunque la no georreferenciación no pudo ser asociada exclusivamente a las características de la población, como se ha mencionado anteriormente.

Basándose en este análisis descriptivo y en las correlaciones observadas, se han definido cuatro modelos de regresión de los hogares no georreferenciados, dependiendo de la tasa de incidencia de no georreferenciación en cada sección censal:

- *Modelo 1.* Secciones censales con *intensidad alta de no georreferenciación* ( $X > 40,22\%$ ).
- *Modelo 2.* Secciones censales con *intensidad media-alta de no georreferenciación* ( $20,11\% < X \leq 40,22\%$ ).
- *Modelo 3.* Secciones censales con *intensidad media-baja de no georreferenciación* ( $10,62\% < X \leq 20,11\%$ ).
- *Modelo 4.* Secciones censales con *intensidad baja de no georreferenciación* ( $X \leq 10,62\%$ ).

Todos los modelos dieron lugar a coeficientes de ajuste satisfactorios para la regresión de los hogares no georreferenciados.

A partir de los modelos estimados a nivel de sección censal se ha obtenido una primera proyección de hogares no georreferenciados a nivel de sección/celda, iniciando así un proceso iterativo de desagregación espacial, tal y como se muestra en la figura 5.

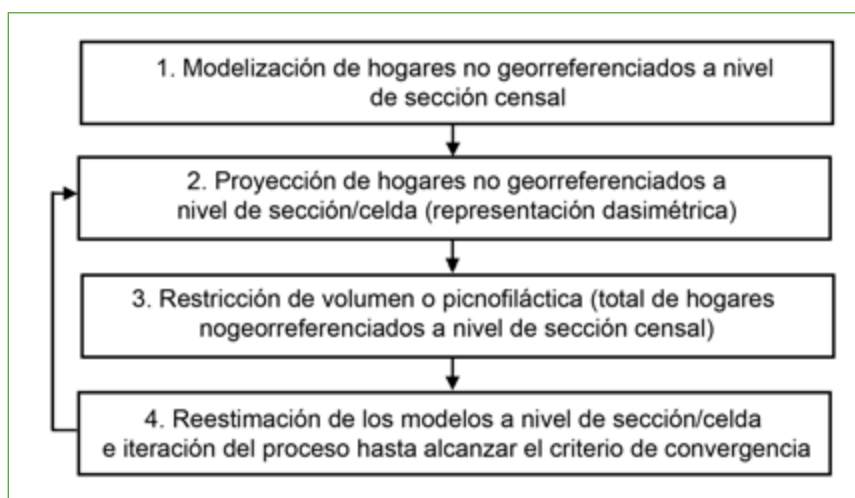


Figura 5. Proceso iterativo de desagregación espacial.

El proceso se detiene una vez que se alcanza el criterio de convergencia, esto es, cuando la discrepancia entre los parámetros estimados en las últimas dos iteraciones es menor que  $10^{-3}$ .

Los modelos estimados distribuyen los hogares no georreferenciados de cada sección censal entre las sección/celdas que la componen. Asignan un número determinado de hogares a una sección/celda, no a unas coordenadas  $X$ ,  $Y$ . La selección de qué hogares del conjunto de hogares no georreferenciados de una sección censal son asignados a cada sección/celda se realiza de forma aleatoria.

Finalmente todos los hogares asignados (y sus miembros) en cada sección/celda son agregados por celda. Los hogares e individuos localizados en este proceso top-down se suman a los datos de hogares e individuos

georreferenciados (enfoque bottom-up) para obtener el número total de hogares e individuos que hay en cada celda, completando así un *método híbrido* para desarrollar la malla regular de población. Los resultados para el conjunto de Andalucía se pueden ver en la figura 6. Al finalizar este proceso se obtiene un total de 40.419 celdas que albergan población.

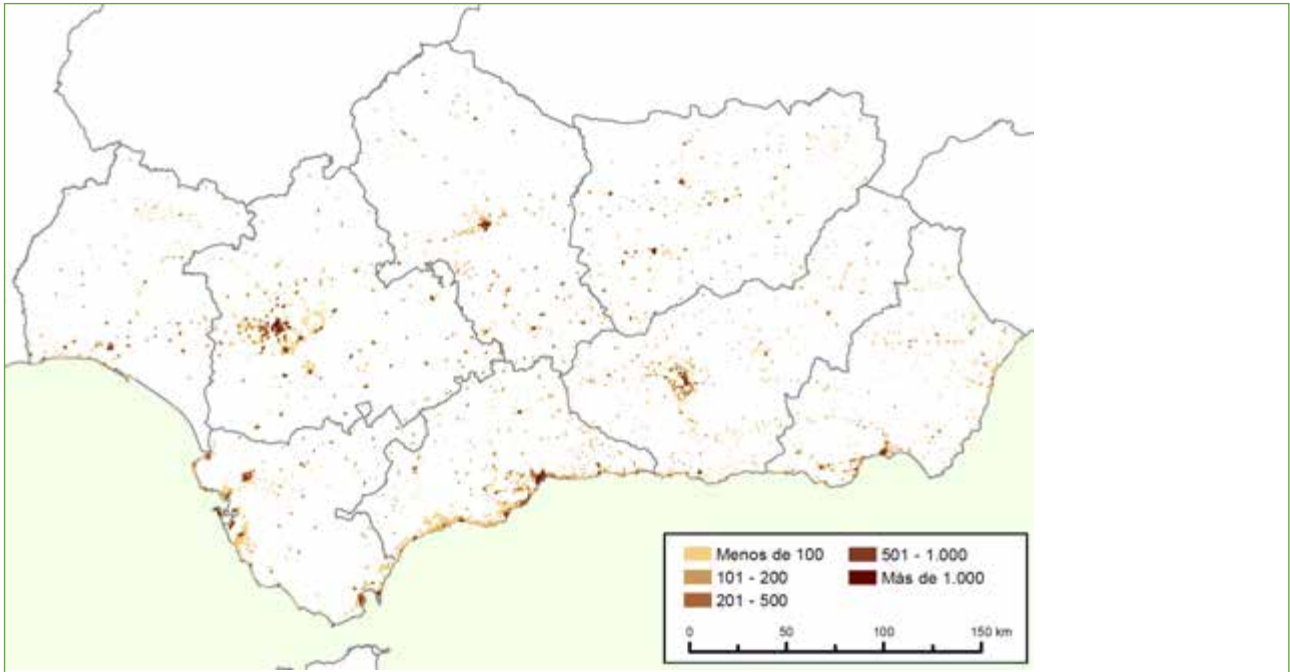


Figura 6. Distribución espacial de la población en Andalucía.

## 6. VALIDACIÓN

Para evaluar el funcionamiento de este enfoque híbrido se ha seleccionado una muestra representativa de 330 secciones censales entre las 1.858 secciones completamente georreferenciadas de Andalucía (las cuales suponen el 32% del total de secciones censales de Andalucía). Esta muestra contiene el 18% de las secciones completamente georreferenciadas. La muestra se ha elegido de forma que sea representativa, ajustándose a una distribución por área y ocupación poblacional del territorio similar a la del conjunto de secciones censales de Andalucía.

Se ha generado una población no georreferenciada artificial, seleccionada aleatoriamente de entre los hogares de las 330 secciones de la muestra.

La validación se ha realizado sobre la muestra de secciones comparando las cifras de población y hogares a nivel de celda derivadas de nuestro enfoque híbrido (H) y del enfoque de transferencia zonal proporcional al área (PA) frente a las cifras de población y hogares completamente georreferenciados (GR) de la muestra. Las discrepancias se han medido para los enfoques híbrido y proporcional al área mediante el error absoluto total  $\Delta$  (ecuaciones (1) y (2), respectivamente):

$$\Delta_H = \sum_i |Y_i^H - Y_i^{GR}| \quad (1)$$

$$\Delta_{PA} = \sum_i |Y_i^{PA} - Y_i^{GR}| \quad (2)$$



donde  $i$  indexa las celdas de la muestra de validación, e  $Y_i^j$  representa las cifras obtenidas en la celda  $i$  por el enfoque denotado con el superíndice  $j = H, PA, GR$ . Para facilitar la comparación directa, se ha calculado una tasa que relaciona el error absoluto total  $\Delta$  con el total de hogares o de población, dependiendo del error medido. Finalmente, se ha obtenido un índice de discrepancia estandarizado dividiendo esta tasa por 2, lo que da un valor en el intervalo  $[0, 1]$ , recorriendo así el rango que va desde la asignación/desagregación espacial exacta a la completamente errónea.

Las asignaciones proporcionadas por los modelos H y PA están referidas a nivel de sección/celda. Esos datos son agregados por celdas; la tabla 1 muestra los índices de discrepancia en la división inicial de sección/celdas y en la división de celdas construidas por agregación de los datos de las sección/celdas.

TABLA 1  
*Índices de discrepancia a nivel de sección/celda y celda (250 × 250 m).  
Hogares y población asignados*

	Híbrido	Proporcional al área
Nivel de sección/celda		
Población	5,5%	36,3%
Hogares	5,3%	36,1%
Nivel de celda <sup>4</sup>		
Población	5,4%	35,3%
Hogares	5,2%	35,2%

El método híbrido supera al método proporcional al área tanto a nivel de sección/celda como a nivel de celdas de 250 × 250 m. Con el fin de comparar el método híbrido con otras experiencias de mallas de celdas se ha realizado una agregación geométrica de 1 km para obtener una cuadrícula «simulada» de estas dimensiones<sup>5</sup>, ya que ésta se utiliza más frecuentemente en la literatura geoestadística.

Específicamente, para esta comparación se ha tomado el *grid* de densidad de población de España<sup>6</sup>, elaborado por Francisco Goerlich e Isidro Cantarino. La tabla 2 muestra los resultados del índice de discrepancia con celdas de 1 × 1 km.

TABLA 2  
*Índices de discrepancia a nivel de celdas de 1 × 1 km.  
Hogares y población asignados*

	Regresión log-log de densidades <sup>7</sup>	Proporcional al área	Híbrido
Población	4,4%	17,7%	1,8%
Hogares	n.d.	17,8%	1,7%

<sup>4</sup> La unidad muestral seleccionada es la sección censal, por lo que en la muestra no todas las celdas alcanzan exactamente 250 × 250 m, ya que puede haber secciones censales vecinas que comparten celdas y que no se encuentran incluidas en la muestra.

<sup>5</sup> La unidad de muestra ha sido la sección censal, por lo que en la muestra no todas las celdas tienen una dimensión de 1 × 1 km, ya que puede haber secciones censales vecinas que comparten celdas y que no se encuentran incluidas en la muestra.

<sup>6</sup> Goerlich, Francisco J., y Cantarino, Isidro (2012). *Una grid de densidad de población para España*. Bilbao, Fundación BBVA. ISBN: 978-84-92937-39-4, 138 pp. [http://www.fbbva.es/TLFU/dat/Una\\_grid\\_de\\_densidad.pdf](http://www.fbbva.es/TLFU/dat/Una_grid_de_densidad.pdf)

<sup>7</sup> Regresión *log-log* de densidades se refiere al método aplicado en «Una grid de densidad de población para España» por Francisco Goerlich e Isidro Cantarino.

El método híbrido supera al método proporcional al área y al de regresión log-log de densidades. Sin embargo los resultados difieren a lo largo del territorio. El enfoque híbrido supera el método proporcional al área en todos los grupos de población y por tamaño poblacional de las celdas, aunque ambos métodos se comportan de forma diferente.

El método híbrido registra mejores resultados en zonas pobladas que el método proporcional al área. En términos de densidad de población, el enfoque híbrido obtiene mejores resultados en las zonas de densidad media mientras que el enfoque proporcional al área registra sus mejores resultados en áreas de alta densidad. Las áreas poco pobladas presentan también ciertas debilidades para el método híbrido, registrando en éstas y en las de baja densidad las mayores discrepancias.

Sin embargo el uso de información auxiliar mejora significativamente las discrepancias en la desagregación en casos extremos tales como las áreas no pobladas. Nuestras 330 secciones censales de la muestra, estructuradas en 16.643 celdas, tienen un 89,5% de celdas no pobladas. El método híbrido asigna población solamente al 2% de esas celdas no pobladas.

## 7. SALVAGUARDA DEL SECRETO ESTADÍSTICO Y LA CONFIDENCIALIDAD

Antes de llevar a cabo la difusión de los datos obtenidos con el enfoque híbrido, éstos han sido sometidos a un proceso de Control de Divulgación Estadística (SDC, en su acrónimo inglés).

Los métodos de SDC minimizan el riesgo de difundir datos sensibles a un nivel aceptable, mientras que a la vez permiten publicar el máximo de información posible. En este proyecto se ha fijado un determinado umbral a partir del cual se difunden los datos, de manera que los datos quedan protegidos al evitarse tanto la difusión de datos reales por debajo de dicho umbral como la posibilidad de su deducción exacta.

Se han aplicado métodos no perturbativos para proteger la confidencialidad de los datos, de manera que se ha reducido la cantidad de información difundida mediante operaciones de supresión:

- Supresión primaria de los valores que están por debajo del umbral fijado.
- Supresión secundaria de valores para proteger la supresión primaria. Las tablas incluyen los totales generales junto a los valores de las categorías, existiendo una relación lineal entre estos valores. La supresión secundaria de datos es necesaria para evitar que los valores sensibles sean recalculados por diferencia.

## 8. DIFUSIÓN DE LOS DATOS

Dentro del grupo de capas «G07 Sistema Urbano»<sup>8</sup> de la colección de datos espaciales DERA (Datos Espaciales de Referencia de Andalucía), se encuentran accesibles para su descarga en formato de archivo de formas los datos del proyecto resultantes tras el proceso de protección SDC, su09\_grid\_poblacion\_250.shp.

Igualmente, se ha incorporado al proyecto la estrategia de difusión, acceso y reutilización de la información del Plan Estadístico y Cartográfico de Andalucía 2013-2017, al ofrecer en la infraestructura de datos espaciales IDEAndalucía las capas de información espacial generadas como servicios interoperables. Ello permitirá a los usuarios consumir servicios de visualización *WMS*<sup>9</sup>, con lo que se facilitará su uso en combinación con otras capas de información espacial, y se contribuirá así al desarrollo de procesos de generación de valor añadido basados en la reutilización de la información por parte de la Administración Pública, los agentes económicos, sociales y del conocimiento, así como por la ciudadanía en general.

<sup>8</sup> [http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/ficheros/G07\\_SistemaUrbano.zip](http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/DERA/ficheros/G07_SistemaUrbano.zip)

<sup>9</sup> <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/geoserver-ieca/grid/wms?>

Por otro lado, la página web del IECA ofrece también un visualizador cartográfico, descrito en el apartado siguiente, el cual permite realizar consultas interactivas. Los datos son representados en tres mapas de celdas: un mapa de coropletas, «Población total», y dos mapas de densidad de puntos, «Población por nacionalidad» y «Población por grupos de edad», como se muestran en la figura 7.

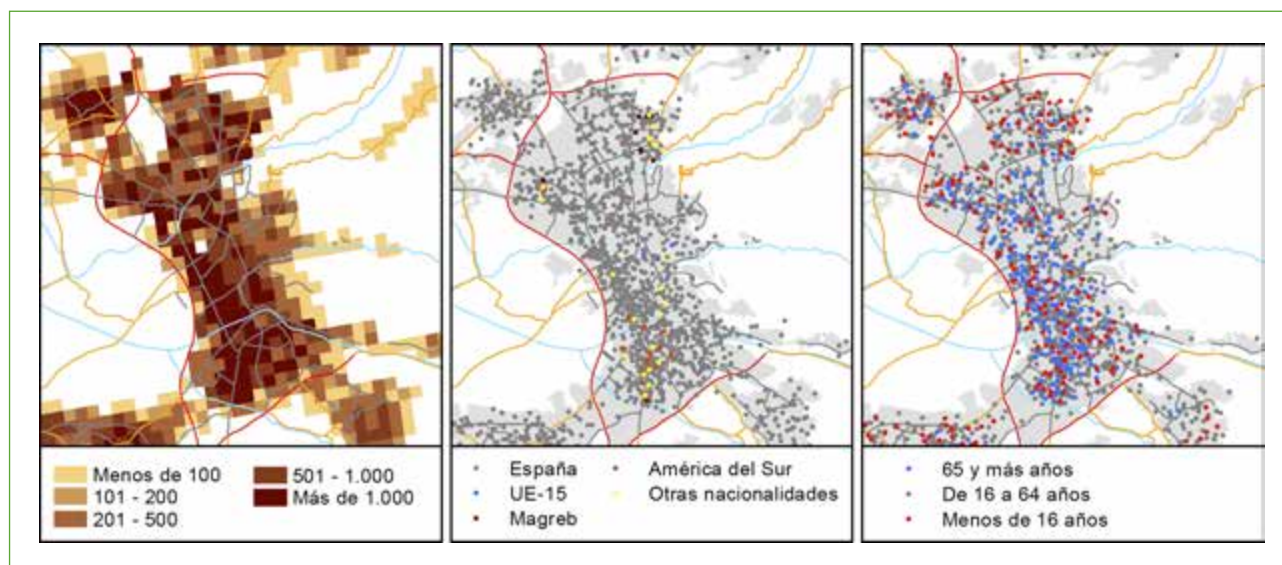


Figura 7. Mapas de celdas interactivos población total, población por nacionalidad y población por grupos de edad.

En los dos últimos, la representación de los puntos se realiza en cada celda de una forma aleatoria, de tal modo que se evita la localización exacta de las direcciones postales y de la población. Esto también facilita la representación de varias categorías simultáneamente, por ejemplo, si aparecen tres categorías en una misma dirección (portal) los tres puntos quedarían superpuestos en el lugar exacto que indican sus coordenadas geográficas.

En la generación de estas capas se ha utilizado ArcGIS 10. El comando para representar la información es Propiedades de la capa/Simbología/Cantidades/Densidad de puntos.

Por otro lado, para transferir la información a la aplicación de visualización de internet (visualizador cartográfico) se ha utilizado la herramienta de ArcGIS Herramientas de administración/Clase de entidad/Crear puntos aleatorios. Esta herramienta genera una capa nueva con topología puntual a partir de los datos de cada una de las celdas. Cada punto representa un número determinado de habitantes, que cambia según la escala de representación.

### 8.1. Visualizador cartográfico

El visualizador cartográfico<sup>10</sup> ha sido desarrollado para mostrar la información en internet y hacer posible la consulta de este tipo de datos. Por otro lado, se ha utilizado en esta aplicación la información cartográfica generada por el departamento de cartografía del IECA. Se han diseñado, a su vez, los componentes principales del visualizador con el fin de hacerlo sencillo y facilitar al ciudadano el acceso a la información a través de mapas. Se ha obtenido un visualizador que no requiere por parte del usuario conocimientos específicos en tecnologías de la información.

<sup>10</sup> <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/bd/GRIDvisor/densidad.jsp>

Tecnológicamente, el proyecto ha sido desarrollado en *Open Source*, en particular el visualizador cartográfico web *OpenLayers* y *Geoserver* para proveer servicios cartográficos. El visualizador cartográfico ha sido personalizado y se han desarrollado funcionalidades nuevas para responder a las necesidades particulares del proyecto, por ejemplo, controles y comandos de leyenda, visualización de la información alfanumérica para un área específica del territorio, etc.

Hitos en el desarrollo:

- Leyenda dinámica para mostrar sólo la información relevante del mapa.
- Herramienta para la consulta de datos alfanuméricos a nivel de celda. Formato de datos alfanuméricos de los servicios cartográficos con el fin de personalizar los datos mostrados.
- Ventana emergente para presentar los datos alfanuméricos mencionados antes.
- Mantenimiento de la escala de representación y zoom en el cambio de un mapa a otro.
- Carga de datos de servicios cartográficos para utilizar esta información desde el visualizador cartográfico.
- Pruebas de usabilidad, pruebas de velocidad de carga, pruebas del visualizador y de los servicios cartográficos.

# El Etiquetado Energético y La Información Catastral

## Un Ejemplo Inspire

(\*) MARÍA ÁNGELES JIMÉNEZ SOLANA

---

### Resumen

De acuerdo al marco normativo europeo, los estados miembros de la CEE deben establecer unos requisitos mínimos de eficiencia energética para todos los edificios de su ámbito territorial, y definir un método para calcular su demanda de energía. La información resultante deberá ser objeto de una certificación e incorporada de manera obligatoria a toda oferta de compra o alquiler de bienes inmuebles.

Para lograr implementar esta nueva herramienta de gestión territorial, se hace necesario realizar una aproximación integral que tenga en cuenta todos los aspectos de la eficiencia energética en la edificación, lo que incluye elementos de diseño, clima, orientación y situación del edificio, instalaciones de iluminación y climatización y otros de similar relevancia.

La combinación de información de contenido territorial y medioambiental para dotar de un nuevo valor ecológico que caracterice a los edificios constituye un claro ejemplo de aplicación de la directiva INSPIRE. En esta ponencia, la Dirección General del Catastro de España tratará de resaltar la importancia de la reutilización de su información en estos procesos.

### Palabras clave

Edificios, Catastro, eficiencia energética, INSPIRE, etiquetado energético, mercado inmobiliario.

---

## 1. INTRODUCCIÓN AL ETIQUETADO ENERGÉTICO

Apostar por la sostenibilidad en el proceso edificatorio es una obligación impuesta por las autoridades europeas comprometidas con una política energética fundamentada en la sostenibilidad y la seguridad del mercado de la energía.

El sector de la edificación representa un 40% del consumo de energía y es responsable del 36% de las emisiones de CO<sub>2</sub> de toda la Unión Europea. Con estos números, para hacer realidad el objetivo de conseguir una economía competitiva, de alta eficiencia energética y baja emisión de CO<sub>2</sub>, es imperativo hacer realidad la consecución del Edificio de Consumo Energético Cero.

Es decir, es prioritario promover un uso racional de la energía que utilizan los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir, a su vez, que parte de este consumo provenga de fuentes de energía renovables, sin dejar de responder a los estándares de funcionalidad, seguridad y habitabilidad.

---

(\*) Dirección General del Catastro de España. Gerencia Regional del Catastro de Extremadura: [angeles.jimenez@catastro.minhap.es](mailto:angeles.jimenez@catastro.minhap.es)

Para conseguir alcanzar tan ambicioso objetivo y teniendo en cuenta la dimensión transversal del sector de la edificación, se hace necesario contar con una herramienta capaz de:

- Aportar información suficiente acerca de las características energéticas del patrimonio edificatorio europeo.
- Concienciar a la sociedad de la necesidad y ventajas económicas del consumo energético, sostenible y responsable.
- Pueda ser objeto de monitorización y seguimiento.

Así surge el certificado de eficiencia energética (CEE). Este instrumento es capaz de:

- Analizar y evaluar las prestaciones energéticas de un edificio
- Cuantificar su consumo y sus niveles de emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y
- Otorgar una calificación al edificio, en forma de etiquetado, según su mayor o menor eficiencia.

El último y decisivo factor para la exitosa implantación de esta política, es la obligación, impuesta por la Directiva 2010/31/UE, de incorporar el certificado energético en toda oferta de compraventa o alquiler, con la intención clara de influir en el mercado inmobiliario para orientar a la sociedad hacia el consumo de edificios energéticamente sostenibles.

No se puede entender el método de certificación sin comprender que gira en torno al concepto de eficiencia y va de la mano de una mejora del proceso de producción del edificio, articulado normativamente a través de los Códigos Técnicos de Edificación y Reglamentos de Instalaciones. Ellos son los encargados de establecer la forma de definir, calcular y limitar los consumos y establecer el modo de alcanzar la eficiencia energética.

Eficiencia energética es la expresión de la energía consumida realmente o que se estime necesaria para satisfacer las distintas necesidades asociadas al uso del edificio.

Lógicamente, las necesidades de uso varían atendiendo a la relación entre el clima y las características constructivas del edificio, por lo que conviene analizar lo adecuado de su diseño, la calidad de su proceso de edificación, así como la apropiada selección de materiales y equipamientos.

El análisis de todos los factores intervinientes en este proceso, requiere disponer de una cantidad de datos muy elevada que definan cada edificio de manera holística y que se refieran a todos los edificios del parque inmobiliario de un Estado del espacio europeo, sea cual sea su propietario, su régimen de uso y fecha de edificación, ya que la obligación de disponer del certificado de eficiencia energética no discrimina a ningún tipo de edificación, sea cual sea su uso y su fecha de construcción.

## **2. LA IMPORTANCIA DE REUTILIZAR LA INFORMACIÓN CATASTRAL EN EL ETIQUETADO ENERGÉTICO**

Para el éxito de esta política resulta crucial que la información que proporciona esta herramienta sea clara, y confiable y a un coste asumible, y que permita la puesta en funcionamiento de esta medida en un tiempo razonable, sin sacrificar la calidad del dato.

Para definir un edificio con la precisión y el detalle que requiere el cálculo energético hay dos caminos: la toma de datos directa, por profesionales cualificados, o la reutilización de datos ya obtenidos que cumplan o satisfagan los requisitos del método de cálculo.

En aras de la calidad técnica, qué duda cabe que la toma de datos directa, por técnicos cualificados, sería la mejor de las opciones. Sin embargo, en defensa de la rapidez de la puesta en funcionamiento de este instrumento de gestión, y atendiendo a su menor coste de implantación, sería bueno recurrir a bases de datos inmobiliarias preexistentes.



Es en este punto, y refiriendonos al caso de España, donde se hace relevante la participación de las Bases de Datos Catastrales en el proceso de etiquetado energético:

— En primer lugar, por su contenido:

- Las bases de datos catastrales tienen por objeto la descripción e identificación del patrimonio inmobiliario español. Contiene datos relativos a más de 12 millones de construcciones y 32 millones de unidades urbanas. Esto supone contar con información referente tanto a bienes inmuebles de nueva construcción como los de una cierta antigüedad. La importancia de este hecho viene determinada porque el parque edificatorio español tiene una antigüedad superior a los 25 años, por lo que es más que posible que carezca de cualquier otra documentación técnica que los defina de manera integral.
- Además, los datos que contiene definen el edificio con un elevado nivel de detalle, incluyendo datos tales como la fotografía, superficie, antigüedad, uso, tipología y calidad constructiva, datos todos ellos demandados en el proceso de etiquetado energético.
- Entre ellos se destaca la importancia de la descripción gráfica que se hace de un edificio. La cartografía catastral dispone de planos ,planta por planta, de cada edificio catastrado. Pero también describe el edificio como parte integrante de un ámbito territorial tan amplio como se quiera considerar, al disponerse de cartografía continua de todo el territorio nacional, disponible tanto en 2D como en 3D.

— En segundo lugar por el formato en el que se ofrece la información:

- Toda la información se ha capturado de acuerdo a los estándares OGC, lo que lo hace compatibles y combinables con cualquier otra fuente de información , así como interoperables con cualquier herramienta de software libre.

— En tercer lugar la identificación del bien inmueble:

- Una de las funciones del etiquetado energético es informar adecuadamente al consumidor de las características energéticas del producto que se propone consumir, por lo que el producto debe estar debidamente identificado. El modo de identificación utilizado en el mercado inmobiliario, como identificador único del bien inmueble no es otro que la referencia catastral.

— En cuarto lugar, la especial relación con el mercado inmobiliario:

- No se puede olvidar que uno de los objetivos perseguidos con esta política es influir en el mercado inmobiliario, informando al consumidor de las ventajas económicas de un eficiente consumo de energía, con la intención de crear demanda de edificios de altas prestaciones energéticas y atraer la inversión en medidas de ahorro energético.
- Para captar esta inversión es necesario que el producto, mejorado para ser energéticamente eficiente, se haga rentable en el mercado, bien por ser más atrayente para el alquiler, por su eficiente comportamiento en el consumo diario, o bien por elevar el precio de venta de una propiedad.
- Pero para poder monitorizar y analizar el adecuado funcionamiento de estas políticas, es necesario pues que el etiquetado energético se vincule de algún modo a los precios de mercado.
- Teniendo en cuenta la dificultad que supone obtener información veraz y real acerca del precio final de mercado y considerando que las valoraciones catastrales tienen, por ley, que estar referenciados al valor de mercado, enlazar el etiquetado energético y bases de datos catastrales, a través de la Referencia catastral, supondría estar en disposición de esta valiosa información, al poder acceder, bajo las adecuadas restricciones, al valor catastral.

— Para terminar, en quinto lugar, el carácter público y disponible de sus datos:

- En la Sede del Catastro se dispone de servicios web que permiten la navegación y consulta libre e interactiva de la cartografía catastral y de sus datos asociados, con las limitaciones impuestas por la Ley de Protección de Datos.

### 3. INICIATIVAS EMPRENDIDAS

Desde el convencimiento de que las Bases de datos catastrales pueden suponer importantes ventajas en la puesta en marcha del etiquetado energético, se realizó una investigación con el objetivo de probar la utilidad de la reutilización de los datos catastrales para estos fines, que arrojó como resultado una metodología de uso que probaba, además de su viabilidad, el profundo interés para la sociedad.

Del análisis de los datos requeridos en la normativa energética y los que existen en el modelo de datos catastral español, se deduce que la información catastral suministra el 75% de los datos necesarios para estimar la demanda de energía de los edificios, pero para lograr determinar la eficiencia del consumo, necesita que su SIG se combine con otros sistemas de información de contenido climático (clima y cartas de sombra, fundamentalmente), y de contenido constructivo (instalaciones, equipos y sistemas constructivos), utilizando como elementos de unión datos catastrales básicos como las referencias catastrales, las tipologías edificatorias y el año de antigüedad.

Es precisamente ésta necesidad de combinar fuentes de información lo que hace del proceso de certificación energética un ejemplo de la filosofía INSPIRE.

La reutilización de los datos catastrales en los procesos energéticos supone importantes beneficios tanto para las administraciones públicas como para el público en general, representando un ahorro de tiempo y de recursos, haciendo más útil la información pública y más eficientes los procesos administrativos. En el caso de España representa además, un ejemplo de simplificación administrativa, ya que coexisten tres procedimientos de inspección relativos a los bienes inmuebles: la Inspección Técnica de Edificios (ITE), la Inspección Catastral y la derivada del proceso de certificación energética. Sería ideal la reunificación de los tres en un solo acto de inspección, mediante la colaboración de las administraciones implicadas.

Como reconocimiento a esta importante aportación, el Real Decreto 235/2013 de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios ha incorporado la referencia catastral como información a incluir en el certificado de eficiencia energética. Por otro lado, la Ley 8/2013 de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas, ya introduce medidas en este sentido al reunificar en el Informe de Evaluación del Edificio, los anteriores ITE y la certificación energética y hacer referencia constantemente en su articulado a la simplificación administrativa y a la necesaria colaboración entre administraciones.

Además, y en un sentido más práctico, se inició una colaboración con la Universidad de Extremadura y el Instituto Tecnológico de la Construcción (AIDICO), como responsables de varias iniciativas para la investigación de la eficiencia energética en el sector de la edificación. A ellos les planteamos el resultado de nuestras investigaciones y les ofrecimos nuestros datos, con el objetivo que probaran la viabilidad técnica de la metodología planteada y desarrollaran las bases de datos restantes necesarias para ser capaces de certificar los edificios de un ámbito territorial concreto. EL resultado de estas colaboraciones se materializó en proyectos como el SOSTRE<sup>1</sup> o el E4R<sup>2</sup>, que han dado como resultado la herramienta de certificación E4RSim.

Dicha herramienta combina la base de datos catastral con una base de zonas climáticas y con una fuente de información relativa a Instalaciones, que se implementan en una plataforma que usa servicios web, herramienta que aún se encuentra en periodo de prueba.

<sup>1</sup> PROYECTO SOSTRE, es una iniciativa enfocada al desarrollo de soluciones informáticas capaces de modelar las características de los edificios, utilizando fuentes de información como la catastral.

<sup>2</sup> E4R es un proyecto de investigación orientado al impulso y promoción de la rehabilitación de edificios desde el punto de la eficiencia energética. Participan como socios AIDICO (Asociación de Investigación de las Industrias de la Construcción), la Junta de Extremadura, ITG: Instituto Tecnológico de Galicia; EIGSI: Ecole de Mines de la Rochelle (Francia) e INEGI: Instituto de Engenharia Mecânica e Gestão Industrial (Portugal).





#### 4. ESCENARIOS DE FUTURO

El instrumento de etiquetado que acabamos de presentar posibilita la evaluación del parque inmobiliario europeo en términos de rentabilidad energética. Si el sistema funciona y esta información ecológica consigue crear demanda de edificios de altas prestaciones energéticas, la eficiencia en el uso de la energía supondrá una nueva fuerza económica. Quien sea capaz de aumentar la eficiencia de sus estructuras, contará con riqueza de recursos, lo que representa estar en posesión del nuevo petróleo del siglo XXI.

Los consumos energéticos, (o sus ahorros) se han convertido de esta forma en el centro de debates económicos actuales: el mercado de emisiones de CO<sub>2</sub>, la fiscalidad verde, los límites de exigencia de la eficiencia energética, etc. En estos debates se considera que se debe premiar la eficacia en el consumo de recursos, bien sea al amparo de una nueva fiscalidad verde, donde el ahorro se premie con beneficios fiscales, o bien sea en el marco de un mercado de excedentes de derechos de consumo, de funcionamiento similar al mercado de derechos de emisión de CO<sub>2</sub>.

Así el bien inmueble sería el lugar de generación de una nueva riqueza que es necesario fomentar, proteger, evaluar y trasladar al sector inmobiliario. Sin embargo este sector es algo más que un edificio o la suma de ellos. La ciudad, como unidad territorial integrada por una agrupación de edificios, forma un ecosistema que es necesario considerar en su conjunto.

Con un parque inmobiliario tan anticuado como el español, la rehabilitación del mismo precisa no solo renovar los edificios uno a uno, sino considerarlos partes integrantes de un sistema urbano más amplio, cuya eficiencia también deberá ser evaluada en términos de sostenibilidad. Quizás la información que ahora acabamos de presentar como un producto final sea considerada en el futuro como un producto básico para la elaboración de un nuevo indicador de contenido ecológico: el etiquetado energético urbano.

La gran virtud de la alianza entre las bases de datos catastrales y la certificación energética es precisamente la posibilidad de aumentar el nivel de análisis, trascendiendo el nivel de edificio y llevándolo a un ámbito territorial más amplio.

Añadir las etiquetas energéticas a un sistema de información como el nuestro supone estar en disposición de evaluar la capacidad de emisión de CO<sub>2</sub> del parque residencial español sin invertir grandes recursos económicos, personales y administrativos y obteniendo, a cambio, una gran ventaja.

Asimismo supone estar en disposición de saber cómo y de qué manera aplicar una futura fiscalidad verde, determinando quienes son beneficiarios de la misma (subvenciones, bonificaciones fiscales, etc.) y quienes podrían resultar sancionados por incumplimiento de sus deberes ecológicos.

#### 5. CONCLUSIÓN

El cumplimiento de los objetivos medioambientales propuestos por la Unión Europea es algo que nos concierne a todos. La sociedad actual, globalizada y urbana, se enfrenta a la obligación de dar respuesta a los problemas contemporáneos consistentes en garantizar el acceso y la distribución de los recursos naturales.

En la consecución de la eficiencia energética se requiere también una cierta aproximación global: la necesaria para combinar voluntad política y social, el uso eficaz de los recursos, el diseño y la técnica con el fin de abordar estas cuestiones a la vez.

La conectividad de que disponemos hoy día puede facilitar esta aproximación. De esta forma la Directiva INSPIRE siempre ha propuesto la colaboración de los agentes intervinientes para que el todo sea mejor que la suma de las partes.

El carácter transversal del sector de la edificación hace que el instrumento del etiquetado energético sea un claro ejemplo de esta filosofía INSPIRE, donde convergen:

- El sector público, con responsabilidades en la gestión territorial, medioambiental y en la energía de distintos niveles administrativos.
- El sector empresarial, resultando implicados todos los intervinientes del proceso de producción de un edificio.
- El sector privado o de consumo.

La Dirección General del Catastro quiere sumarse a esta nueva forma de gestión territorial, incorporando el etiquetado energético como una nueva característica de sus bases de datos, iniciando, con las propuestas que acabamos de presentar, la transición hacia un nuevo Catastro Verde.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Jiménez S., M. A.: « Metodología para la reutilización de las Bases de datos en los procesos de Rehabilitación energética».
- [2] A. García, S. Muñoz, D. Mora, R. Gregori & P. Beltrán: «Proyecto E4R-Rehabilitación Energética en el Espacio SUDOE.
- [3] José Miguel Olivares García: «E4R».
- [4] Espada Nicolás., R., Casas Abajo, D., López Fernández, J. L., 2012: «Soluciones de rehabilitación energética. Oportunidad de desarrollo económico y empleo verde en Extremadura». Asociación de Ciencias Ambientales, Madrid.
- [5] Albert Cuchí, Peter Sweatman: «Una Visión-País para el sector de la Edificación en España.Hoja de Ruta para un nuevo sector de la vivienda». Grupo de Trabajo sobre Rehabilitación.
- [6] Domingo Carbajo Vasco: «Situación actual y problemas de las Fiscalidad Verde en España». Informe del Centro de Innovación en el Sector Publico de la Fundación PwC e IE Business School.
- [7] Sebastian Curet, Jose Luis Moraga: «Climate Change Regulations: Energy Efficiency in Buildings in Europe» Reports of the Public Private Sector Research Center. IESE Business School, ALCOA Fundation.
- [8] M. Ángeles Jiménez Solana: «Hacia el Catastro Verde». Revista CT, n.º 77.
- [9] Shailendra Mugal, Lorcan Lyons and François Cohen: BioIntelligence Service; Ronan Lyons, Oxford University, Doreen Fedrigo-Fazio, IEEP. «Energy performance certificates in buildings and their impact on transaction prices and rents in selected EU countries. Final Report.» European Comision (DG Energy).
- [10] Europe. Directive 2012/27/EU on Energy Efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EU and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC [http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings_en.htm)
- [11] Red Electrica de España. «Guia del Consumo Inteligente» [http://www.ree.es/operacion/pdf/Guia\\_Consumo\\_v2.pdf](http://www.ree.es/operacion/pdf/Guia_Consumo_v2.pdf)
- [12] 2012. Informe sobre el Sector Energético Español. Comisión Nacional de la Energía. [http://www.cne.es/cne/doc/publicaciones/20120309\\_PI\\_DEFICIT\\_ELECTRICO.pdf](http://www.cne.es/cne/doc/publicaciones/20120309_PI_DEFICIT_ELECTRICO.pdf)
- [13] Analisis del consumo energético del sector residencial en España. Proyecto SECH-SPAHOUSEC. [http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_Informe\\_SPAHOUSEC\\_ACC\\_f68291a3.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_Informe_SPAHOUSEC_ACC_f68291a3.pdf)
- [14] Fundación Vida Sostenible. « El precio de la Factura eléctrica» (Agosto de 2012) [http://www.vidasostenible.org/observatorio/f2\\_final.asp?idinforme=1391](http://www.vidasostenible.org/observatorio/f2_final.asp?idinforme=1391)

# Infraestructuras de Datos Espaciales como eje central del desarrollo de las *Smart Cities*

## IDE y *Smart Cities*

MARÍA JOSÉ PÉREZ PÉREZ (\*), JUAN LÓPEZ-DE-LARRÍNZA GALDÁMEZ (\*), M.<sup>A</sup> JESÚS FERNÁNDEZ-RUIZ (\*\*), VÍCTOR MORLÁN PLO (\*\*), PEDRO RODRIGO-CARDIEL (\*) y MIGUEL USÓN MONTESINO (\*)

---

### Resumen

Durante los últimos años son muchas las ciudades que han emprendido una rápida carrera por constituirse en ciudades inteligentes (o smart cities). En muchos de los casos se ha hecho un especial énfasis en la sensorización de la ciudad. En otros muchos casos la apuesta ha sido las aplicaciones y utilidades para la ciudadanía y las empresas. Sin embargo prácticamente todas ellas se olvidan del eje central que permite conectar el todo que es la ciudad inteligente. En este trabajo se propone el uso de las IDEs como ese elemento central (y conector). Esta propuesta se respalda con la presentación de la experiencia de desarrollo de la Infraestructura de Datos Espaciales del Ayuntamiento de Zaragoza (IDEZar).

### Palabras clave

Smart Cities, IDEZar.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

De acuerdo con [1] (y también citado así en la Wikipedia, <http://www.wikipedia.org>), una ciudad puede definirse como «inteligente» (Smart City), cuando las inversiones en capital humano y social, y las inversiones en infraestructuras de comunicación tradicionales (transporte) y modernas (TIC) actúan como combustible en un desarrollo económico sostenible y una alta calidad de vida, con una gestión prudente de los recursos naturales, a través de acción participativa y compromiso.

Por otro lado, la Fundación Telefónica<sup>1</sup> define Smart City como aquella ciudad que usa las TIC para hacer que, tanto su infraestructura crítica, como sus componentes y servicios públicos ofrecidos, sean más interactivos, eficientes y los ciudadanos puedan ser más conscientes de ellos.

Los autores del presente trabajo también tienen su propia definición de smart city: una Smart City es un medio (no un fin) de conseguir que una ciudad crezca cualitativa y cuantitativamente mediante el aprovechamiento de las TIC. Cualitativamente mediante una mejora en la calidad de servicios que se ofrecen a sus ciudadanos y empresas. Cuantitativamente mediante un incremento en el número de habitantes y de empresas que

---

(\*) GeospatiumLab, S. L.: {mjperetz, juanlg, prodrig, muson}@geoslab.com

(\*\*) Ayuntamiento de Zaragoza: {mjferuiz, vmorlan}@zaragoza.es

<sup>1</sup> smartcity-telefonica.com

albergan. Para ello es necesario incrementar los ingresos y reducir los gastos. En esta línea, Gildo Seisdedos [2] vincula el concepto de ciudad inteligente a la eficiencia. Una eficiencia basada en la gestión inteligente e integrada de las TIC y la participación ciudadana activa. Esto produce como resultado un nuevo tipo de gobernabilidad, con una genuina participación ciudadana en las políticas públicas.

Las ciudades inteligentes pueden identificarse (y ser clasificadas) a lo largo de seis ejes o dimensiones [3]: una economía inteligente, movilidad inteligente, un entorno inteligente, gente inteligente, vida inteligente, y gobernanza inteligente. Parece claro suponer que estos seis ejes deben estructurarse entorno a un núcleo que permita su desarrollo de acuerdo a las necesidades de eficiencia anteriormente mencionadas. Este trabajo propone las Infraestructuras de Datos Espaciales como elemento central alrededor del cual construir todos los servicios que van a poder dotar de «inteligencia» a una ciudad.

## 2. LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES COMO ELEMENTO CENTRAL

La figura 1 presenta el esquema general que configura una IDE como el eje central alrededor del cual construir los servicios de las smart cities. En el modelo se pueden observar tres claros niveles: captación de información, procesamiento y explotación.

El nivel de captación (nivel inferior dentro de la figura) se divide en cuatro bloques principales:

- Datos de referencia. Constituidos por las informaciones básicas necesarias para servir de base a los aprovechamientos de la información. Suponen, por así decirlo, una «imagen» de fondo de carácter básico. Estos datos de referencia comprenden, fundamentalmente, la cartografía básica, el inventario y caracterización de los recursos municipales (edificios, servicios, otros elementos), y las estadísticas de base (que deben estar georreferenciadas o en condiciones de serlo).
- Información en tiempo real. Este tipo de fuentes de información puede provenir de tres orígenes distintos: satélites, sensores desplegados en la ciudad, y la ciudadanía propiamente dicha. Esta última fuente resulta fundamental porque en una smart city es imprescindible hacer participa a la ciudadanía no solamente como consumidor de los servicios ofertados, sino también como proveedores de información y colaboradores en la creación de contenidos. Esta aproximación entronca de forma natural con el paradigma de la Web 2.0.
- Datos históricos. Tanto los datos propiamente dichos, como sus correspondientes caracterizaciones. Estas fuentes históricas de conocimiento pueden tener valor por si mismas (ofreciéndonos visiones de la ciudad en un pasado más o menos remoto), como (y fundamentalmente) base para análisis de la realidad actual sobre su evolución con el tiempo.
- Informaciones de terceras partes. El ayuntamiento de una ciudad no es el único proveedor de datos y servicios vinculados a la misma. Existe un gran número de entidades públicas y privadas (fundamentalmente administraciones públicas, pero no solamente éstas) que han puesto recursos de diferentes naturaleza accesibles en Internet y cuya cobertura temática y/o geográfica comprende en desarrollo de una smart city (estadísticas de INE, parcela de Catastro, información medioambiental de las Confederaciones Hidrográficas, etc). Aunque en ocasiones estas fuentes de información son conocidas y accesibles, la experiencia muestra que son muchos los servicios que están disponibles pero no son conocidos. Técnicas y servicios de crawlerización de la Web resultan fundamentales para ofrecer un mayor y mejor nivel de recursos externos a la propia IDE [4, 5].

El nivel intermedio comprende los servicios típicos de una IDE, junto con los correspondientes catálogos internos de datos y servicios. Adicionalmente es necesario de dotar a la infraestructura de los necesarios elementos que posibiliten una gestión y aprovechamiento de la semántica de los recursos.

Finalmente se encuentra el nivel de explotación (parte superior de la figura) centrado en la oferta de aplicaciones y servicios de valor añadido en el entorno de la smart city. Este nivel se vertebra entorno a cinco bloques fundamentales:

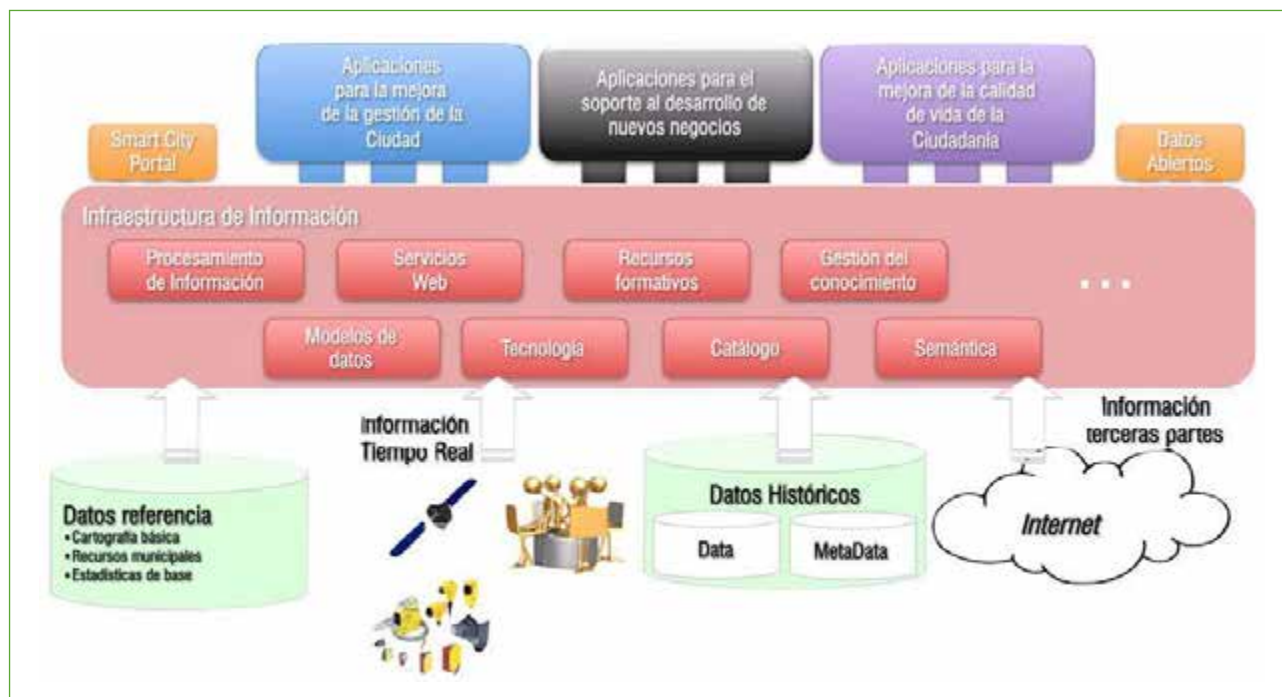


Figura 1. Esquema general que configura una IDE como el eje central de una smart city.

- Portal de la smart city. Este elemento de difusión resulta fundamental para poder llegar a una público objetivo de gran tamaño. Este público será el que represente la rentabilización de los esfuerzos que se lleven a cabo para el desarrollo de la smart city.
- Aplicaciones cuyo cometido es mejorar la gestión de la ciudad. Con especial incidencia en la eficiencia de los servicios públicos.
- Aplicaciones para el soporte a desarrollo de nuevos negocios. Bien por si mismos (aplicaciones que aprovechan la infraestructura para generar negocios directamente), bien como elementos de apoyo al desarrollo nuevos negocios no directamente vinculados a la infraestructura (por ejemplo aplicaciones de turismo ofrecidas por las administraciones públicas).
- Aplicaciones para mejorar la calidad de vida de la ciudadanía. Estas aplicaciones pueden comprender un gran abanico de posibilidades y temáticas. Hay que tener en cuenta que en ocasiones no es necesario crear nuevas aplicaciones o servicios. A veces basta con utilizar las que el usuario está acostumbrado a usar centrando el foco de este modo en la ciudadanía y en lo que está acostumbrado a manejar habitualmente (por ejemplo: utilizar Facebook o Twitter para fomentar que la ciudadanía opine).
- Por último, resulta también dejar una puerta abierta al acceso a los recursos de la smart city a través de los paradigmas y tecnologías de datos abiertos. Este último punto supone un elemento añadido de flexibilidad que posibilita un crecimiento con alto grado de autonomía.

Esta organización por niveles no debe considerarse excluyente a la hora de construir soluciones y productos. Así, por ejemplo, será de lo más natural que las aplicaciones para la mejora de calidad de la ciudadanía incluyan elementos que posibiliten tener una realimentación en tiempo real sobre el estado de la ciudad. De este modo, un consumidor de recurso se convierte a su vez en un proveedor de los mismos.

### 3. IDEZAR

La Infraestructura de Datos Espaciales de Zaragoza (IDEZar) [6, 7, 8, 9] nace en el año 2004 con el objetivo de implantar una Infraestructura de Datos Espaciales a nivel local, y a lo largo de estos años ha crecido significati-

vamente tanto en contenido como, especialmente, en servicios. Dichos servicios son los principales encargados de permitir una evolución en el ámbito de publicación y difusión de la información, siguiendo estándares y normas internacionales para las interfaces de servicios Web.

El trabajo desarrollado en IDEZar ha permitido que hoy en día sean múltiples y muy variadas las funcionalidades y los datos que el Ayuntamiento a través de su Sede Electrónica ofrece a la ciudadanía mediante esta infraestructura. Éstas van desde el nuevo servicio «Zaragoza al instante» de la página principal del portal Web de la ciudad donde se ofrece una visión dinámica y en tiempo real de la ciudad sobre el mapa, pasando por el servicio de callejero (uno de los primeros ofrecidos por IDEZar), o servicios vinculados a la movilidad que permiten la planificación de rutas multimodales en transporte público. Gracias a la cercanía de la infraestructura a la ciudadanía, IDEZar fue premiada el pasado año en la categoría de usabilidad en el concurso «EUROGI/eSDI-Net Awards 2011» promovido por la organización EUROGI (Umbrella Organization for Geographic Information), cuyo objetivo es reconocer y poner en valor las buenas prácticas en Infraestructuras de Datos Espaciales.

IDEZar complementa así la política de gobierno de la ciudad de puertas abiertas, cuya misión y objetivos se recogen en el proyecto Datos Abiertos Zaragoza, un proyecto del Ayuntamiento de Zaragoza que fomenta la apertura efectiva de los datos públicos que obran en su poder, facilitando la reutilización de la información por parte de la ciudadanía, las empresas y otros organismos, lo que ofrece un aumento de la transparencia de la administración, el incremento de la participación ciudadana y la posibilidad de crecimiento económico en distintos sectores dado que el usos de formatos abiertos garantiza las posibilidades de reutilización por terceros. Datos Abiertos Zaragoza se traduce en una serie de servicios que se publican a través del sitio Web «Datos Abiertos Zaragoza», ofreciendo entre otros elementos, un catálogo de conjuntos de datos, la especificación de sus formatos, una interfaz Web de consulta (SPARQL endpoint), descripción de los términos de uso y buenas prácticas, así como aplicaciones construidas sobre todos estos recursos. Esta iniciativa fue reconocida como una Web de 5 estrellas por parte de Tim Berners-Lee, Director del W3C, en mayo de 2011.

#### 4. SERVICIOS INTELIGENTES SOBRE IDEZAR

Siguiendo los 6 ejes propuestos por [3], sobre la base de IDEZar se han desarrollado numerosos productos y servicios. Seguidamente se presentan algunos de ellos.

##### Economía inteligente

Por «economía inteligente» se puede entender un desarrollo económico centrado en el valor que se añade a los productos como fruto de la inteligencia. La «economía inteligente» incluye factores de competitividad económica como innovación, emprendimiento, marcas, nuevos productos, ... Un ejemplo de «economía inteligente» lo constituye la aplicación «Farmacias Ahora! Zaragoza» [10].

Este nuevo producto nace a iniciativa de una empresa privada, sin respaldo económico de ninguna administración pública, y tiene como principal objetivo ofrecer al ciudadano una información muy concreta: conocer cuáles son las farmacias abiertas que están a su alrededor, proporcionando resultados en tiempo real para las 24 horas del día y los 365 días del año, incluyendo las farmacias de guardia y las de horario ampliado de todo el término municipal de Zaragoza. Para ello utiliza los datos suministrados por el Colegio Oficial de Farmacéuticos de Zaragoza, que son distribuidos por medio de la iniciativa Open Data del Ayuntamiento de Zaragoza, junto con otros datos y servicios ofrecidos por IDEZar y por el proyecto OpenStreetMap.



Figura 2. Pantallas de la aplicación «Farmacias Ahora! Zaragoza».

## Movilidad inteligente

Zaragoza Taxi: Aplicación oficial del Ayuntamiento de Zaragoza que permite localizar el taxi libre más cercano en tiempo real así como conocer los taxis disponibles en las paradas más próximas. Muestra sobre el mapa de la ciudad la flota de taxis en tiempo real, permitiendo localizar fácilmente el más cercano así como llamar directamente desde la aplicación. Localiza las paradas de taxi distribuidas por toda la ciudad y el número de taxis libres en ellas en tiempo real.

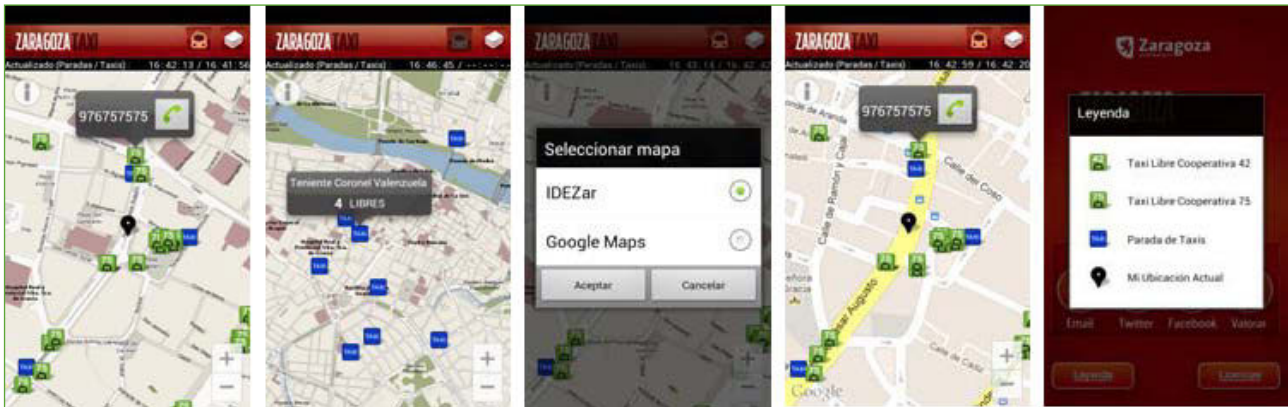


Figura 3. Pantallas de la aplicación «Zaragoza Taxi».

Zaragoza Rutas: Aplicación oficial del Ayuntamiento de Zaragoza que permite obtener la mejor ruta para desplazarse por la ciudad en transporte público. Permite a la ciudadanía planificar sus desplazamientos en tiempo real por Zaragoza mediante el cálculo de itinerarios personalizados, teniendo en cuenta sus preferencias respecto al uso de autobús y/o tranvía, momento del día, etc. y siempre con información oficial y actualizada. De esta forma se minimizará la duración de los trayectos mejorando la movilidad en transporte público por la ciudad. Esta App ha sido desarrollada como ampliación de la versión Web[11]

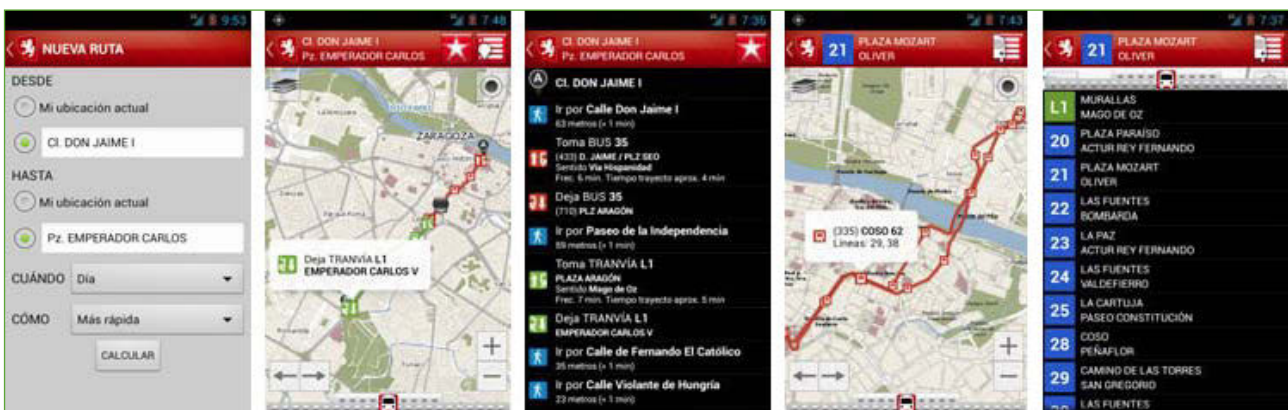


Figura 4. Pantallas de la aplicación «Zaragoza Rutas».

Zaragoza Estaciona: Aplicación oficial del Ayuntamiento de Zaragoza que permite acceder a toda la información de interés relacionada con el estacionamiento en la ciudad. Permite visualizar sobre el mapa la ocupación en tiempo real de las zonas de estacionamiento regulado mediante un sencillo código de colores. Muestra, además, cada tramo de vía regulado para el estacionamiento identificándolo como ESRE (mixto residente-rotativo) o ESRO (rotativo), así como la localización de los parquímetros. Incluye también todo tipo de información de interés para el estacionamiento: parkings públicos con información detallada de sus accesos, estacionamientos para minusvá-

lidos, aparcabicis y estacionamientos para motos. Incluso muestra las afecciones en la vía pública relacionadas con el tráfico en tiempo real.



Figura 5. Pantallas de la aplicación «Zaragoza Estaziona».

### Entorno inteligente

Los «entorno inteligentes» son aquellos que buscan la protección del medioambiente mediante un adecuado manejo y explotación de los atractivos, recursos y condiciones naturales (clima, espacios verdes, contaminación, etc.).

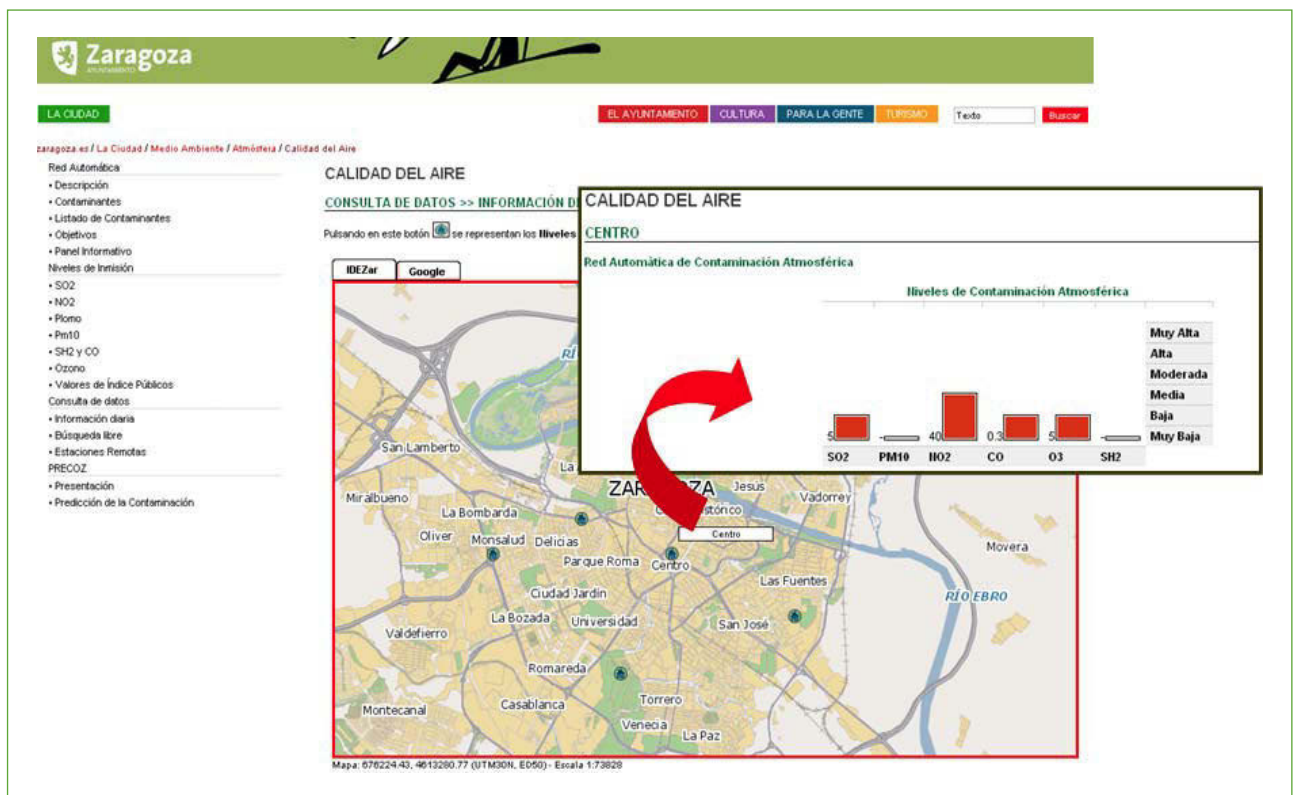


Figura 6. Información sobre calidad del aire de la ciudad.



La publicación de la información medioambiental de la ciudad de Zaragoza ha sido una de las líneas de trabajo más activas sobre IDEZar desde su puesta en marcha [12, 13].

## Gente inteligente

La gente inteligente no es sólo descrita por el nivel de cualificación o la educación de los ciudadanos, sino también por la calidad de las interacciones sociales con respecto a la integración y la vida pública y la apertura hacia el mundo «externo».

El Ayuntamiento de Zaragoza está en la actualidad desarrollando una infraestructura que posibilite el desarrollo de mapas colaborativos por parte de la ciudadanía (ver figura 7) sobre la base de uso de html5. Esta infraestructura podrá operar tanto sobre PCs tradicionales (ya se cuenta en la actualidad con esta utilidad) como desde dispositivos móviles. El objetivo último es contar con los elementos necesarios que permitan consultar al ciudadano para tomar decisiones vinculadas a posiciones geográficas como por ejemplo ubicación de una estatua, quejas y sugerencias, etc. Este concepto se pretende extender al objeto de que sea la propia ciudadanía la que proponga que mapas quiere que se desarrollen, y participe en los mismos.

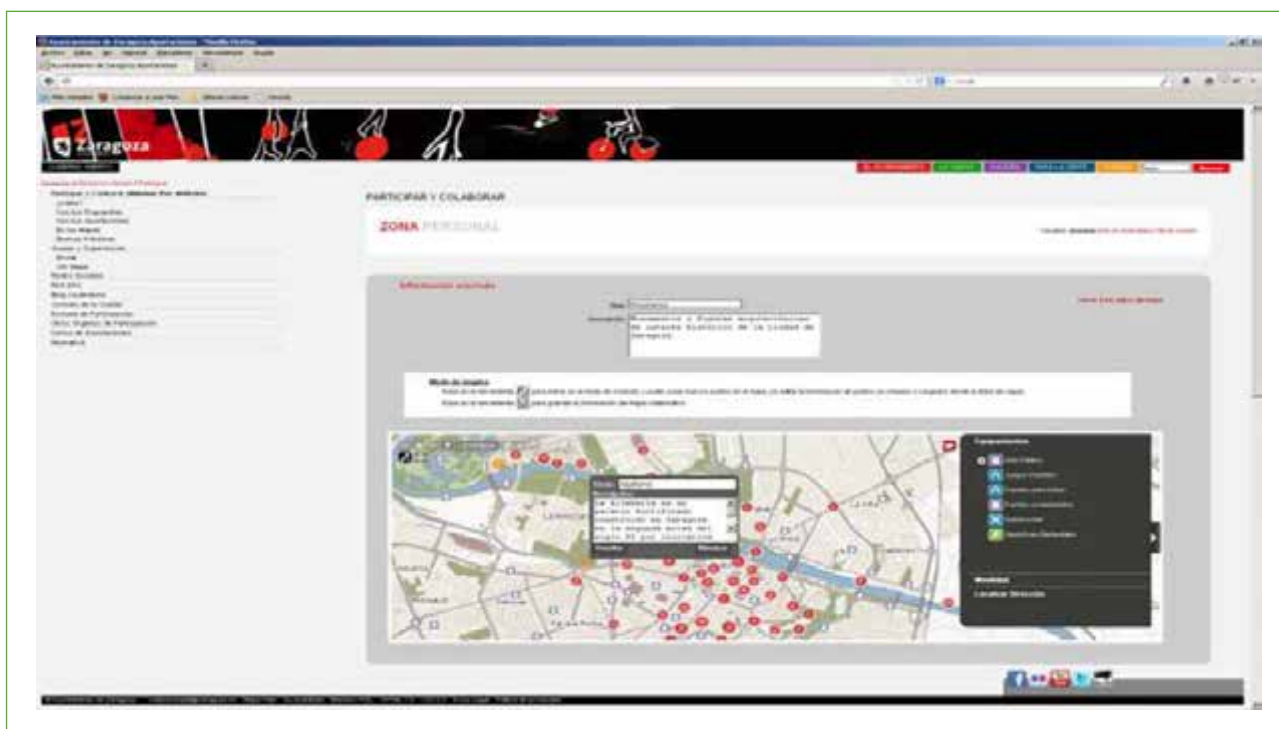


Figura 7. Elaboración de mapas colaborativos.

## Vida inteligente

Vida inteligente comprende diversos aspectos de la calidad de vida como cultura, salud, seguridad, vivienda, Turismo, etc.. En este marco, el Ayuntamiento de Zaragoza usa desde hace bastantes años sus mapas para ubicar eventos culturales y de festejos. Para ello se toman de base los mapas de la ciudad aportados por IDEZar y sobre los mismos se georreferencian los eventos culturales y de festejos. Esta información es publicada posteriormente a través de las correspondientes secciones de la Web municipal, y así mismos a través de la agenda de la ciudad que, implementada sobre html5, es accesible desde dispositivos móviles (ver siguiente figura).

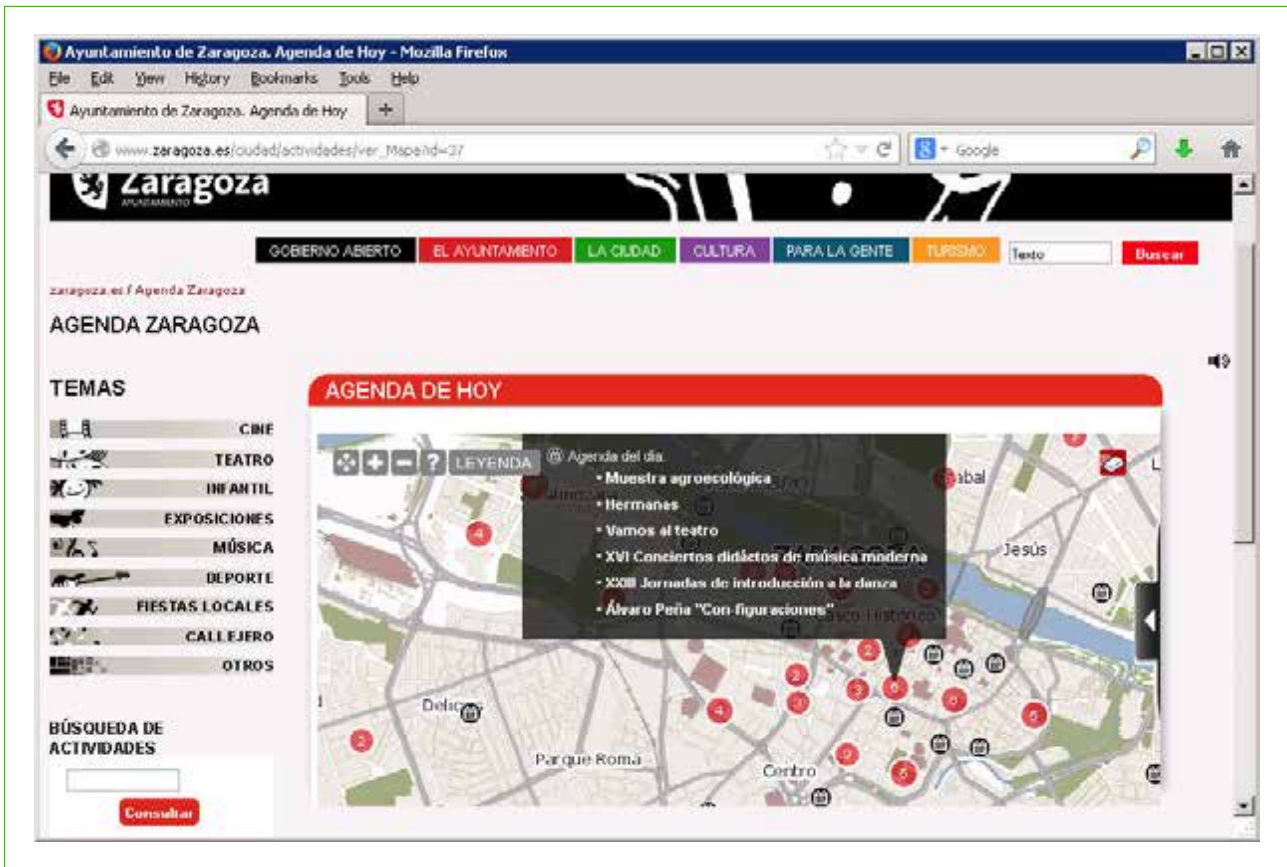


Figura 8. Agenda de la ciudad de Zaragoza.

## Gobernanza inteligente

«Gobernanza inteligente» comprende aspectos de la participación y colaboración política, servicios para la ciudadanía, así como el funcionamiento de la administración. Aunque son numerosos en este apartado los servicios puestos en marcha bajo el paraguas de IDEZar, resulta destacada la incorporación de las labores de gestión de la Policía Local de la ciudad.

Dentro de las áreas organizativas de la Policía Local de Zaragoza se encuentra la Unidad de Planificación que se creó con el objeto de poder hacer frente a la demanda de servicios policiales que requiere la capital aragonesa. Entre las funciones que desempeña esta unidad destaca la coordinación de los efectivos de la Policía Local para atender tanto los servicios ordinarios de la ciudad, como los derivados por los distintos eventos y celebraciones. Esta unidad además, se encarga de recabar información sobre el planeamiento urbanístico, los planes de movilidad y los de emergencia para poder determinar, en base a estos datos, el control de tráfico, la planificación de los itinerarios y el control de los accesos a los distintos eventos y además organizar los controles preventivos y de seguridad vial que se consideren convenientes.

Esta labor de planificación que la policía local desempeña requiere gestionar multitud de recursos de características diversas, y manejar gran cantidad de información proveniente de fuentes muy dispersas. El punto de vista espacial resulta de especial importancia ya que toda la gestión que se realiza gira entorno a la localización de los recursos, tanto los eventos que tienen lugar en la ciudad como la situación exacta del despliegue policial que se genera asociada a ellos por lo que es imprescindible el manejo de información geográfica de alto nivel de detalle. Con este fin se dotó a esta unidad de un entorno de trabajo que a grandes rasgos ofrece las siguientes funcionalidades [14]:

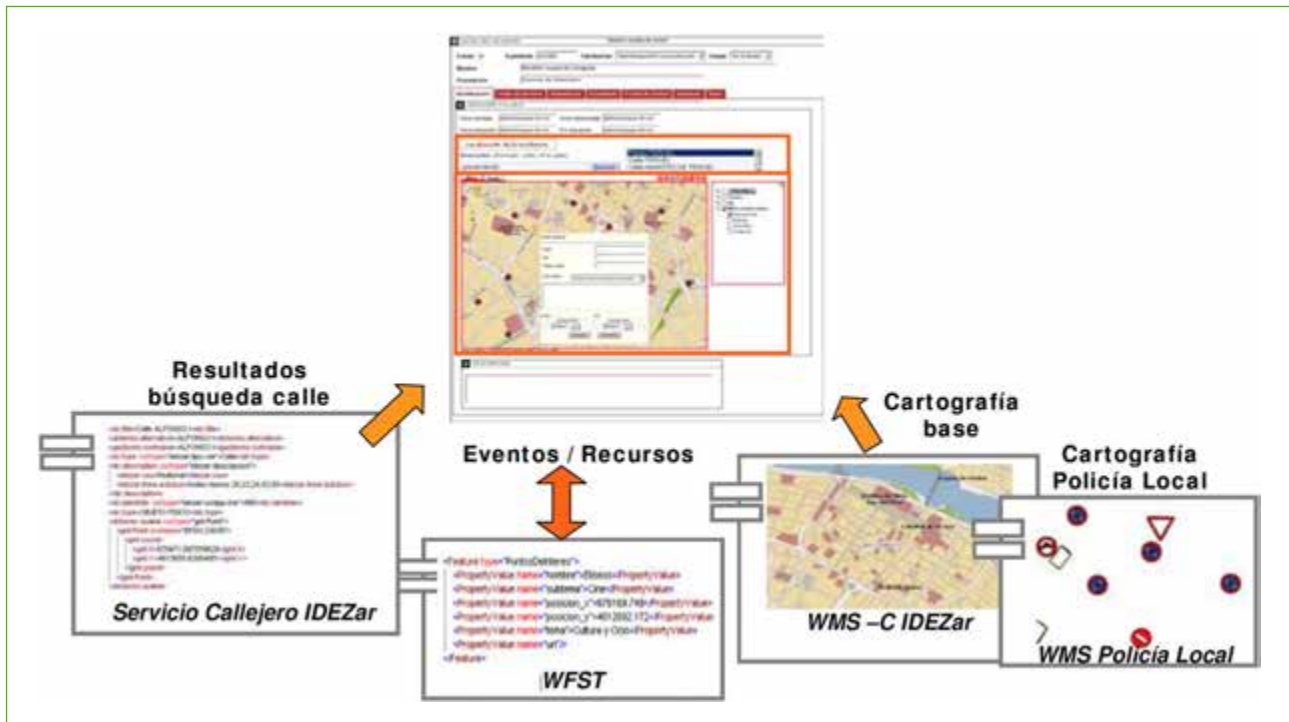


Figura 9. Sistema de gestión de eventos de Policía Local de Zaragoza.

- Sistema es la georreferenciación de eventos interactuando con el mapa ofrecido por el servicio de callejero de IDEZar. Esta georreferenciación incluye la creación y edición de geometrías de todo tipo (punto, línea y polígono), así como moverlas, girarlas ampliarlas, rotarlas ,etc. Una vez creado el evento, es posible tanto moverlo, como eliminarlo.
- Gestión de recursos asociados a un evento interactuando con el mapa. Este servicios posibilita la creación de recursos georreferenciándolos sobre el mapa mediante geometrías de todo tipo (punto, línea y polígono), gestión de la información textual asociada al recurso mediante maptip, y posibilidad de modificar y eliminar el recurso.
- Visualización de eventos resultado de una búsqueda. En esta apartado, el sistema permite manejar diferentes colores de pintado según estado del evento, así como acceso al detalle del evento pulsando sobre su representación en el mapa.

Adicionalmente, la aplicación proporciona todo un conjunto de funcionalidades complementarias entre las que se puede destacar: Impresión de mapas junto a la información cartográfica visualizada en ese momento; Exportación de mapas para su inclusión en orden de servicio; Medición de distancias; Pintado del sentido de líneas; Acceso a base cartográfica de IDEZar y de Google Maps para poner a disposición de los usuarios información de distintas naturalezas con el objetivo de facilitar la georreferenciación de los eventos y recursos; Acceso a cartografía propia de la Policía Local para hacer visibles elementos urbanos necesarios para desempeñar la planificación de eventos; Árbol de capas que permita al usuario seleccionar las capas que desea hacer visibles según sus necesidades; Acceso a otros servicios de mapas estándar que se incorporan al árbol de capas para poner a disposición del usuario información cartográfica complementaria (Catastro e Instituto Geográfico Nacional).

## 5. CONCLUSIONES

Este trabajo ha presentado un modelo de base de una Infraestructura de Datos Espaciales como elemento central alrededor del cual construir los diferentes servicios que pueden dotar de «inteligencia» a una ciudad. Este

modelo es el que se ha desarrollado en la ciudad de Zaragoza sobre la base de la Infraestructura de Datos Espaciales del Ayuntamiento de Zaragoza (IDEZar). IDEZar es un caso paradigmático ya que se constituyó en una de las primeras IDEs locales operativas a nivel nacional e internacional. Su nacimiento y desarrollo son muy anteriores al desarrollo del concepto de ciudad inteligente. Sin embargo ha permitido situar a la ciudad de Zaragoza a la vanguardia de las ciudades en España y en Europa en el campo de las Smart Cities.

## 6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Gobierno de España a través del proyecto TIN2012-37826-C02-01. El trabajo de Juan López ha sido cofinanciado por el Gobierno de España a través de la Ayuda INNCORPORA INC-TU-2011-1528.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Caragliu, C. Del Bo, P. Nijkamp: «Smart cities in Europe». Serie Research Memoranda 0048 (VU University Amsterdam, Faculty of Economics, Business Administration and Econometrics), 2009.
- [2] G. Seisdedos, «¿Qué es una Smart City?». Bit 188: 35–37. 2012. <http://www.coit.es/publicaciones/bit/bit188/monograficoseisdedos.pdf>
- [3] R. Giffinger, C. Fertner, H. Kramar, R. Kalasek, N. Pichler-Milanovic, E. Meijers: «Smart cities-Ranking of European medium-sized cities». <http://www.smart-cities.eu/>. Vienna: Centre of Regional Science, 2007.
- [4] F. J. López-Pellicer, A. J. Florczyk, R. Béjar, P. R. Muro-Medrano, F. J. Zarazaga-Soria: «Discovering geographic web services in search engines». Online Information Review. 2011, vol. 35, n.º 6, p. 909-927. ISSN 1468-4527
- [5] F. J. López-Pellicer, W. Renteria-Agualimpia, R. Béjar, P. R. Muro-Medrano, F. J. Zarazaga-Soria: «Availability of the OGC geoprocessing standard: March 2011 reality check». Computers and Geosciences. 2012, vol. 47, p. 13-19. doi:10.1016/j.cageo.2011.10.023 <http://dx.doi.org/10.1016/j.cageo.2011.10.023>
- [6] M. J. Fernández, P. Álvarez, F. J. López-Pellicer, P. R. Muro-Medrano: «IDEZar: un ejemplo de implantación de una IDE en la administración local». Actas de las IX Jornadas sobre Tecnologías de la Información para la Modernización de las Administraciones Públicas (Tecnimap). Sevilla, España. (2006)
- [7] F. J. López Pellicer, P. Álvarez, P. R. Muro-Medrano: «IDEZar: Procesos, Herramientas y Modelos Urbanos Aplicados a la Integración de Datos Municipales Procedentes de Fuentes Heterogéneas». Avances en las Infraestructuras de Datos Espaciales. Treballs D'informàtica I Tecnologia. Castelló de La Plana: Universidad Jaime I De Castellón, 2006, p. 105-113. ISBN 84-8021-590-9.
- [8] D. Portolés-Rodríguez, P. Álvarez, R. Béjar, P. R. Muro-Medrano: «IDEZar: An Example of User Needs, Technological Aspects and the Institutional Framework of a Local SDI». Proceedings Of The 11th EC-GI&GIS Workshop: ESDI: Setting The Framework. 2005, P. 56-58.
- [9] M. J. Fernández Ruiz, V. Morlán Plo: «La Web del Ayuntamiento de Zaragoza como Servicio de Atención al Ciudadano» Novatica, Año: 2009, Número: 197.
- [10] M. J. Pérez-Pérez, J. López-De-Larrínzar, M. Usón, P. Rodrigo-Cardiel, R. Rioja, J. Eced-Cerdán, F. J. Zarazaga-Soria: «Farmacias Ahora! Zaragoza. Desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles sobre servicios IDE y datos libres». Actas de las III Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales (IIIDE'2012), Implementación de datos, servicios y metadatos en conformidad con INSPIRE, Madrid, 17-19 de octubre de 2012. 2012.
- [11] M. Usón, J. López-De-Larrínzar, M. J. Pérez-Pérez, P. Rodrigo-Cardiel, R. Rioja, J. Eced-Cerdán, F. J. López-Pellicer: «Rutómetro Multimodal sobre los Servicios de una IDE». Actas de las II Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales (IIIDE'2011), Barcelona, 9-11 de noviembre de 2011.
- [12] M. J. Pérez-Pérez, J. López-De-Larrínzar, M. Usón, M. J. Fernández-Ruiz, V. Morlán, C. Laborda, F.J. Zarazaga-Soria: «Explotación de servicios IDE en el Ayuntamiento de Zaragoza: Trabajo conjunto de IDEZar con las plataformas EzWeb y MyMobileWeb». Actas de las I Jornadas Ibéricas de Infraestructuras de Datos Espaciales (IIIDE'2010), Lisboa, 27-29 de octubre de 2010.
- [13] M. J. Fernández-Ruiz, A. Virto-Medina, M. J. Pérez-Pérez, M. Usón: «Servicios Medioambientales en la pla-



taforma EasyWeb Zaragoza». CONAMA 2010, Congreso Nacional del Medio Ambiente. Madrid, 22-26 de noviembre de 2010.

- [14] M. J. Pérez-Pérez, P. Rodrigo-Cardiel, M. Usón, M. J. Fernández-Ruiz, V. Morlán, S. Laiglesia-Martínez, A. J. Florczyk, F. J. López-Pellicer: «IDEZar 2.0 para la Administración y Gestión de Incidencias de Policía Local». VI Jornadas de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (JIDEE 2009). Murcia, España, 4-6 Noviembre 2009. ISBN 978-84-87138-56-0.



## Red smeSpire: Conectando Pymes del sector Geo-TIC

MARÍA CABELLO (\*)

---

### Resumen

Las pymes deben jugar un papel clave para el desarrollo de la Sociedad de la información y más específicamente las del sector geo-TIC en el desarrollo e implementación de la Directiva INSPIRE ya que pueden aportar aspectos innovadores con la creación de nuevos mercados y nuevos perfiles y puestos de trabajo.

Sin embargo, este sector geo-TIC está fundamentalmente representado por empresas pequeñas o micro empresas que generalmente no disponen de los medios para fomentar aspectos claves como la formación o la innovación. Dichos aspectos, que indudablemente les ayudarían a estar al día de todas las nuevas tecnologías, desarrollos y nuevas iniciativas, requieren una fuerte inversión económica y de recursos humanos, que en muchas ocasiones no pueden afrontar en solitario.

El claro déficit de asociacionismo existente en el sector de las geo-TIC en España supone un hándicap añadido al desarrollo del sector; individualmente las empresas intentan conectar y colaborar directamente entre ellas, alineándose para ofrecer mejores soluciones a los clientes; sin embargo, es difícil obtener información sobre el sector para cualquier tipo de estadística o explotación, como nos referían tanto representantes de asociaciones como representantes de las pyme, durante la entrevista realizada ad-hoc a nivel nacional, para obtener una visión del sector geo-TIC en los diferentes estados miembros.

Del análisis de las entrevistas, está clara la necesidad de apoyar a las pymes para fomentar su crecimiento, puesta al día y colaboración y que la existencia de una red de empresas del sector podría ayudar en gran manera a la evolución y crecimiento del mismo. Este es uno de los resultados obtenidos del estudio en España, junto a otros que nos definen la situación del sector y su implicación en el desarrollo y la implementación de INSPIRE

Este es uno de los objetivos que persigue el proyecto smespire; la idea es dotar a las pymes de algunos medios para adquirir nuevos conocimientos, poder conectar y colaborar entre ellas, o impulsar nuevas oportunidades derivadas de experiencias previas; y todo ello a través de la formación gratuita ofrecida, la creación de una base de datos específica y la presentación de buenas prácticas.

La red smespire, nace con estos retos, y actualmente ofrece ya buenos resultados:

- 7 módulos de formación específica para el conocimiento y capacitación en INSPIRE y otros temas relacionados.
- Una base de datos con más de 300 empresas del sector registradas.
- Un catálogo de buenas prácticas que presenta diferentes experiencias de aplicaciones, proyectos, soluciones o experiencias de las pyme del sector geo-TIC en Europa.

La presente ponencia proporcionará una idea de la situación del sector geo-TIC en España, comparando respecto al resto de países participantes, de sus requerimientos,

---

(\*) TRACASA. Departamento de Sistemas de Información Territorial: mcabello@tracasa.es

sus mayores limitaciones y sus potenciales de crecimiento, ofreciendo las soluciones que desde el proyecto smeSpire se ponen a disposición del sector.

### Palabras clave

Pyme, Geo-TIC, INSPIRE, smeSpire.

---

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Proyecto smeSpire, <http://www.smespire.eu>.
- [2] Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Análisis sectorial de implantación de las TIC en la pyme española, 2012.
- [3] Dirección General de Industria y de la Pequeña y Mediana Empresa. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Retrato de las Pyme 2012, 2012.
- [4] Mapa hipersectorial de las TIC. «AMETIC (Asociación Multisectorial de Empresas de la Electrónica, las Tecnologías de la Información y la Comunicación, de las Telecomunicaciones y de los Contenidos Digitales)», abril 2012.



# La Referencia Catastral como mecanismo de georreferenciación Servicios web de geocodificación, directa e inversa, y de descarga de polígonos en formato GeoJSON

MIGUEL ÁNGEL MANSO-CALLEJO (\*)

---

## Resumen

El principal mecanismo de georreferenciación es numérico, asociando un conjunto de coordenadas a los puntos representativos del tipo de entidad que se pretende referenciar, si bien no es el único. El segundo mecanismo es alfanumérico usando la dirección postal. Ambos mecanismos presentan dificultades ya sea del lado del ciudadano, por no interpretar correctamente las coordenadas, o por la falta de consistencia en las denominaciones de las vías. En este documento se presenta una propuesta alternativa basada en georreferenciación simbólica que se apoya en los identificadores que gestiona y mantiene la Dirección General de Catastro (DGC) y que ya se están utilizando en el plano del derecho (notarios y registradores) o en el de los tributos (agencia tributaria). La propuesta de mecanismo de georreferenciación pasa por usar las Referencias Catastrales (RC) para localizar infraestructuras y para registrar todo tipo de instalaciones que afectan a la mayoría de los ciudadanos. En esta línea se apunta la necesidad de proveer servicios web que permitan recuperar listas de RC, que se parezcan a un patrón suministrado, así como la posición de dichas RC (GeoCoder), la posibilidad de solicitar la descarga del polígono envolvente de la RC, o determinar la RC más próxima a una determinada posición definida por sus coordenadas. Todo ello usando los formatos de intercambio de información que no requieran la disposición de un servicio intermediario (proxy), como ocurre con los formatos de la familia XML (GML). Se propone el formato GeoJSON, basado en el estándar WKT del OGC y que es fácilmente procesable en entornos web con JavaScript.

## Palabras clave

Referencia Catastral, RC, Geocodificación, Servicio Web, GeoJSON.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Los informes anuales del Federal Geographic Data Commite (FGDC) de 2006 y la asociación de las tecnologías de la información geográfica indican que entre el 80 y 90% de la información que manejan los gobiernos en el primer caso y entre el 70 y 80% de la información gestionada en los negocios tiene una componente espacial. Si estas afirmaciones son correctas, independientemente de la precisión de los porcentajes estimados, la primera cuestión que se plantea un especialista en la gestión de la información geográfica, con el propósito de su posterior tratamiento y análisis, es: *¿Cómo se vincula la información de los negocios o de los gobiernos con el territorio?, dicho de otro modo ¿cómo se encuentra la información georreferenciada?*

---

(\*) ETSI Topografía, Geodesia y Cartografía, UPM Departamento de Ing. Topográfica y Cartografía: m.manso@upm.es

Todos los ciudadanos estamos familiarizados con algunas técnicas de georreferenciación: una dirección postal, un nombre de lugar (topónimo) o un conjunto de coordenadas (geometrías simples: punto, línea, polígono); aunque también vemos, en nuestra rutina, como las grandes superficies comerciales nos preguntan por el código postal, o en una oficina de turismo por nuestra ciudad de residencia. La georreferenciación puede entenderse como un mecanismo multimodal de vinculación con el territorio y así lo concibe la organización internacional de estandarización (ISO): *ISO19112:2003, Geographic information – Spatial referencing by geographic identifiers* y *ISO19111:2007 Geographic information – Spatial referencing by coordinates*.

En el primer caso, la referenciación espacial mediante identificadores geográficos se utilizan los identificadores alfanuméricos, ya sean nombres de lugares bien conocidos (topónimos) o directorios de direcciones postales (callejeros), u otro tipo de referencias que permitan establecer una relación directa entre los identificadores principales o secundarios y las respectivas referencias espaciales definidas mediante coordenadas (atributo position en la norma ISO19112:2003, UNE-EN ISO19112:2005). En estos contextos se habla de Nomenclátors y Gazetteers cuando nos referimos a los almacenes de datos que vinculan las referencias alfanuméricas (identificadores geográficos) y espaciales y de Geocoders [1] cuando nos referimos a los servicios que nos permiten realizar las traducciones en un entorno distribuido de red (web).

En éste documento no se pretende restar relevancia ni comparar a los geocoders y gazetteers (públicos/privados de uso libre/licencia), ya que tienen mucha importancia y son la primera fuente de información a utilizar para posicionar cuando la información de que se dispone es un nombre de lugar o una dirección postal además de ser muy cercano a los usuarios (via, nº). Sin embargo si se pretende llamar la atención con los problemas que existen: (1) en el mantenimiento actualizado de las fuentes de información de viales, (2) las variantes de nombres para una misma via o (3), más directamente, cuando no existe o no se conoce su nombre; pongamos como ejemplo una instalación en una parcela rústica, en medio del campo, o en la cubierta de un edificio.

En estos casos lo usual es recurrir a la georreferenciación directa mediante coordenadas, incurriendo en la necesidad de armonizar el sistema de referencia espacial, el tipo de coordenadas, el método de captura, etc. para, finalmente, incorporarla de un modo secundario como una reseña cartográfica en un expediente, informe o inventario. Cuando la componente espacial no es el centro de gravedad del sistema de información que soporta un inventario, parece poco eficiente utilizar ésta técnica de referenciación espacial. Un buen ejemplo de georreferenciación de predios/propiedades, es el que realizan notarios, los registradores de la propiedad o la agencia tributaria para fiscalizar las propiedades. Todas ellas utilizan un identificador generado y mantenido por la Dirección General del Catastro (DGC) el Gobierno Foral de Navarra y las tres Diputaciones Forales del País Vasco asociado a cada parcela: la Referencia Catastral (RC)[2].

Este trabajo propone un mecanismo de referenciación espacial basada en las Referencias Catastrales como identificadores geográficos, alternativo a los geocoders (basados en direcciones postales) o los gazetteers (basados en nomenclátors). Ésta propuesta se formula por existir una cobertura completa, aunque descentralizada, en el territorio nacional gestionado por la DGC y las comunidades con competencias transferidas. De éste modo se elude el uso de coordenadas por su potencial complejidad de manejo y entendimiento, para usuarios básicos, o de direcciones postales por los posibles problemas identificados anteriormente.

Llegado este punto, se han formulado un conjunto de potenciales casos de aplicación que podrían beneficiarse de éste mecanismo de posicionamiento, así como de las necesidades de servicios que deberían existir para poder explotar desde un punto de vista geográfico y espacial dichas referencias espaciales. Finalmente se mostrarán unas pruebas de concepto de algunos de las potenciales servicios que requeriría una infraestructura de referenciación espacial basada en las Referencias Catastrales como identificadores geográficos.

## 2. APLICACIONES CANDIDATAS PARA REFERENCIAR ESPACIALMENTE EN BASE A RC

Inventarios de instalaciones/explotaciones ganaderas: El ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente dispone de uno/varios registros de explotaciones ganaderas [3] que han sido contruidos de forma progre-



siva, conforme a las necesidades, para disponer de la información necesaria para la gestión sanitaria de las mismas, además de poder comprobar las distintas restricciones que establecen las legislaciones vigentes. En algunos casos las georreferenciaciones deben ser más precisas que en otros, por ejemplo determinar las distancias mínimas entre instalaciones en función de su capacidad, sin embargo para otro tipo de análisis es suficiente con el uso del perímetro de la parcela en la que está construida dicha explotación. En estos casos el uso de la RC como mecanismo de georreferenciación sería suficiente.

Inventarios de aprovechamiento de aguas subterráneas: Las confederaciones hidrográficas, dependientes del ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente dispone de un registro de aforos/sondeos (registro de aguas [4]) de captación de aguas subterráneas para distintos tipos de aprovechamiento en el que se identifican sus características, finalidades y demás información de interés para la administración. Este tipo de instalaciones son puntuales y podría parecer muy oportuno que su georreferenciación se realice en forma de coordenadas, sin embargo para muchos tipos de análisis podría ser suficiente disponer de la información relativa a la parcela, polígono, municipio, etc. en definitiva su RC.

Continuando con los ejemplos en el medio rural, aunque cambiando de contexto, podríamos pensar en la referenciación espacial de las instalaciones de energías renovables (eólica y solar) o las alternativas (biomasa, biocarburantes, etc.) cuya competencia en esta ocasión es del ministerio de Industria, Energía y Turismo. El conocimiento de la localización aproximada y de las características de las instalaciones así como de las condiciones meteorológicas del momento, permitiría a los distintos agentes involucrados poder conocer la capacidad de producción y ajustarla a la demanda (smart-energy). En este contexto esta referenciación espacial aproximada podría obtenerse de un modo sencillo mediante la RC.

De un modo similar la referenciación espacial de inventarios de distintas temáticas (vertederos, puntos limpios, centros de reciclaje, etc.) ubicados en parcelas catastrales son posibles aplicaciones que se beneficiarían de un mecanismo más sencillo de posicionamiento.

Si cambiamos al contexto geográfico al urbano, también aparecen multitud de aplicaciones para las que la referenciación espacial en base a RC sería suficiente. Desde los relacionados con infraestructuras públicas (colegios, centros sanitarios, administración, protección, seguridad, etc.), pasando por los del sector privado ya sean servicios (hoteles, hostelería, tiendas, ocio, etc.) o industrias (eléctricas, telecomunicaciones) y como no del ámbito social y no lucrativo (asociaciones, plataformas, etc.). No se pueden olvidar otros tipos de inventarios útiles para la administración de cara a garantizar la seguridad de los ciudadanos o para proteger ante fenómenos naturales o ambientales (por ejemplo pararrayos), la protección de patrimonio humano y cultural, etc. Además en este contexto se podría pensar en aplicaciones/servicios basados en la localización que explotasen etiquetas tipo RFID [5], códigos QR [6], o similares, que contengan o informen de la RC y de éste modo de la posición aproximada.

En definitiva, los anteriores ejemplos pretenden evidenciar los posibles campos de aplicación de la referenciación espacial en base a las RC.

### 3. SERVICIOS WEB NECESARIOS PARA REFERENCIAR ESPACIALMENTE Y EXPLOTAR EL POSICIONAMIENTO

En esta sección se van a mostrar una lista, no exhaustiva, de «requisitos de usuario» de las potenciales aplicaciones de las Referencias Catastrales como mecanismo de referenciación espacial en forma de casos de uso.

El primer caso de uso representa a un usuario que utiliza bien (1) un visor de mapas/cartografía para identificar el emplazamiento de la instalación, servicio, etc. que desea georreferenciar, o bien (2) que dispone de un mecanismo de localización geográfica en su terminal (GPS-GNNS, posicionamiento WiFi, híbrido, etc.) y necesita conocer la RC de la parcela en cuestión. La infraestructura de servicios debería contar con uno que permita obtener la RC asociada a una pareja de coordenadas expresadas en un sistema de referencia.

El segundo caso de uso representa a un usuario que conoce de forma aproximada los datos de la parcela, es decir el nombre del municipio, el número del polígono/masa y el número de la parcela. La infraestructura de servicios debería disponer de un conjunto de servicios que permita obtener los nombres de los municipios que se parecen sintácticamente al propuesto y la codificación numérica asociada al mismo, que permita obtener los números de los polígonos que se parezcan al propuesto y finalmente que permita obtener los números de las parcelas que se asemejen al propuesto y su respectiva RC.

El tercer caso de uso representa a un usuario que conoce de forma aproximada la codificación alfanumérica de la RC. La infraestructura debería disponer de un servicio que permitiera obtener las RC que se parecen sintácticamente a la propuesta y vinculada, a las candidatas, las coordenadas del centro de la parcela. De este modo el usuario puede utilizar dichas coordenadas para contrastar gráficamente sobre un mapa/cartografía que la parcela es la correcta. La infraestructura debería ofrecer un servicio de geocodificación de las RC.

Un cuarto caso de uso representa una geocodificación masiva de RC con el propósito de obtener las coordenadas de los centros de las parcelas para su posterior análisis espacial, es decir un servicio que dada una lista de RC genere como salida una colección de objetos que tengan como atributo las RC y como referencias espacial el centro de las parcelas. La infraestructura debería ofrecer un servicio de geocodificación masiva de RC.

Un quinto caso de uso representa a un usuario, o una aplicación, que precisa obtener la geometría de la parcela asociada a una RC para su representación gráfica o su tratamiento ya sea en una aplicación de escritorio como en un cliente ligero. La infraestructura debería ofrecer un servicio que permita obtener la geometría de tipo polígono asociada a la RC en un formato, que no suponga una limitación para ser explotado en la web (GeoJSON [7]).

Como se ha indicado al inicio de la sección ésta lista no es exhaustiva y es posible identificar más casos de usos/requisitos de servicios. Sin embargo los 5 identificados son suficientemente representativos de su potencial: Obtención de la RC a partir de unas coordenadas, obtener datos candidatos de municipios, polígonos y parcelas para identificar la RC, obtener las RC y los centros de las parcelas cuya RC se parece a un texto dado (geocoder), obtener las coordenadas de los centros de las parcelas de un conjunto de RCs y obtener el polígono asociado a una/varias RC.

Relacionado con la infraestructura y el último caso de uso, aparece un nuevo requisito que se desea precisar o justificar. Se trata del formato de salida de los datos obtenidos de los servicios. Si se desea que la infraestructura pueda ser utilizada sin barreras propias de la tecnología web usada, actualmente se han de utilizar formatos que no adolezcan del problema conocido como Cross-domain [8] o protecciones ante aplicaciones que explotan/integran servicios de distintas fuentes (dominios web). Este tipo de problemas afectan principalmente a las aplicaciones web, para evitar suplantaciones de identidad o ataques no deseados. La solución viable, a día de hoy, es el uso de servicios JSONP [9], es decir servicios que entreguen los datos en formato JSON (notación de objetos en JavaScript) [10] y que normalmente identifican una función de retorno para su tratamiento (callback function). Los servicios que ofrecen datos en formatos derivados de las tecnologías XML del W3C no pueden ser usadas en la web si no se interpone en el mismo servidor del que se descarga la aplicación web (documento HTML) un proxy para consultar a los servicios que generan documentos XML.

#### 4. PRUEBAS DE CONCEPTO

Después de realizar algunas pesquisas en los servicios web ofrecidos por la Dirección General de Catastro [11] y la sede electrónica del Catastro [12] y comprobar que algunos de los servicios requeridos por la infraestructura para georreferenciar en base a las RC están disponibles se ratificó la existencia de 3 servicios relacionados:

1. Consulta\_RCCOOR\_Distancia: Servicio de consulta lista de Referencias Catastrales por distancia a unas Coordenadas.



2. Consulta\_CPMRC: Servicio de consulta de coordenadas por Provincia, Municipio y Referencia Catastral.
3. Consulta\_RCCOOR: Servicio de consulta de Referencia Catastral por Coordenadas.

El primer caso sirve para identificar posibles RC a partir de unas coordenadas.

El segundo servicio, por sí mismo es poco útil, ya que hay que conocer los nombres del municipio y de la provincia así como la RC. Se podría auxiliar de otros servicios como los listados de provincias y municipios [12], para ofrecer a los usuarios los nombres oficiales.

El tercer servicio necesita que se indique la RC completa, el municipio al que pertenece y el sistema de referencia de las coordenadas que ha de generar.

Todos los servicios web enumerados (Servicios SOAP) pueden ser invocados mediante peticiones Get del protocolo HTTP, o mediante documentos XML y método POST, y generan como respuesta un documento XML, hecho que les hace interoperables pero no proporciona soporte para los problemas de cross-domain indicados anteriormente.

Además de no permitir búsquedas incompetas (ofrecer los nombres de los municipios que se parecen al texto introducido, números de parcelas o polígonos) y generar resultados en formato XML, la infraestructura de servicios estaría incompleta, aún no ofrece mecanismos para descargar listas de candidatos en formato JSON, el posicionamiento de la parcela en formato GeoJSON, el polígono de la RC en formato GeoJSON usando JSONP o la geocodificación masiva de RC.

Por esta razón se ha construido una pequeña infraestructura que pretende demostrar las capacidades de la propuesta a modo prueba de concepto.

La infraestructura desplegada es sencilla y se compone de:

- Una base de datos PostgreSQL (v9.1) con PostGIS (2.1) y la extensión para generar resultados en formato JSON (funciones `array_to_json` y `row_to_json`), instalada en un ordenador con sistema operativo Ubuntu 64 bits.
- Sobre la base de datos se han cargado las parcelas rústicas y urbanas de Madrid (municipio), Coslada y Valseca (Segovia) obtenidas de la sede electrónica del catastro. Se ha creado un atributo de tipo geometría y se ha calculado el centroide de las parcelas almacenándolo en coordenadas geográficas WGS84. Se ha creado un nuevo atributo unión de los atributos provincia y municipio normalizándolo a 5 dígitos (código de catastro). Se han generado dos índices textuales relacionados con la RC y con el último atributo. Uno más de tipo espacial asociado a las parcelas. En la misma base de datos se ha generado una tabla que contiene los nombres de los municipios junto a su provincia y los respectivos códigos asignados por catastro. Se ha indexado dicho campo para facilitar las búsquedas.
- Un conjunto de *servlets*, desplegados en un servidor de aplicaciones Jetty, que se encargan de implementar los servicios web que recogen los parámetros de las peticiones, conectan con la base de datos y generan los resultados en formato JSON, GeoJSON. Estos servicios se limitan a verificar los parámetros de entrada, formular una consulta a PostGIS y retornar los resultados.
- Un conjunto de clientes ligeros desarrollados en JavaScript, usando OpenLayers y JQuery para realizar las peticiones a los servicios web, mostrar los resultados, centrar el mapa o dibujar el polígono de la RC recibido en formato GeoJSON.

Los *servlets* implementados son: `geocodeMunicipio`, `geocodeRC` y `getGeoJSONRC`. El primero implementa las función de encontrar municipios candidatos así como su código, polígonos/masa dentro del municipio y parcelas dentro de municipio y polígono. El segundo directamente busca RC que se parezcan al patrón de texto introducido y retorna los N primeros candidatos que más se parecen, así como el centro del polígono de la parcela para permitir centrar un mapa en él. El tercero retorna, en formato GeoJSON, el polígono de la parcela en base a su RC. En esta prueba de concepto no se han implementado el resto de funciones: dada unas coordenadas obtener la RC, ni la geocodificación masiva de RC, aunque el primero sería muy sencillo.

A continuación se presentan algunas capturas de pantalla y las URL de los clientes que explotan los servicios creados para la prueba de concepto.

Geocodificación de municipios, polígonos, parcelas o RC con Jquery y OpenLayers.

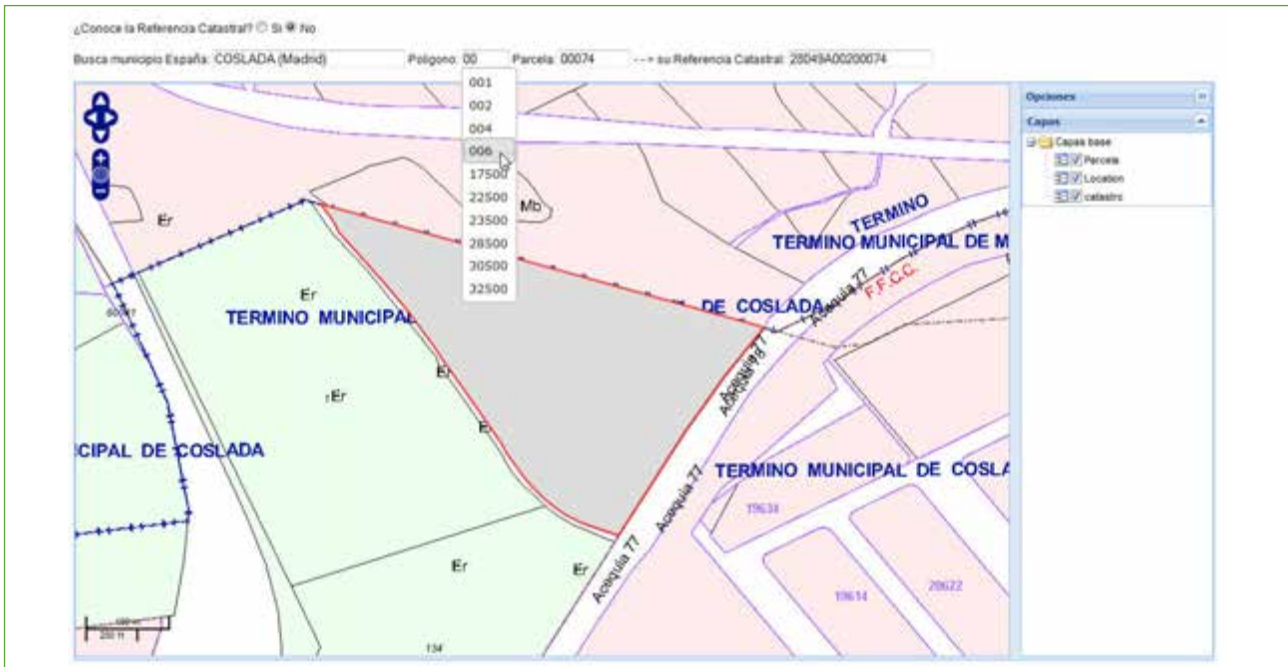


Figura 1. Construcción de la RC en base a municipio, polígono y parcela.

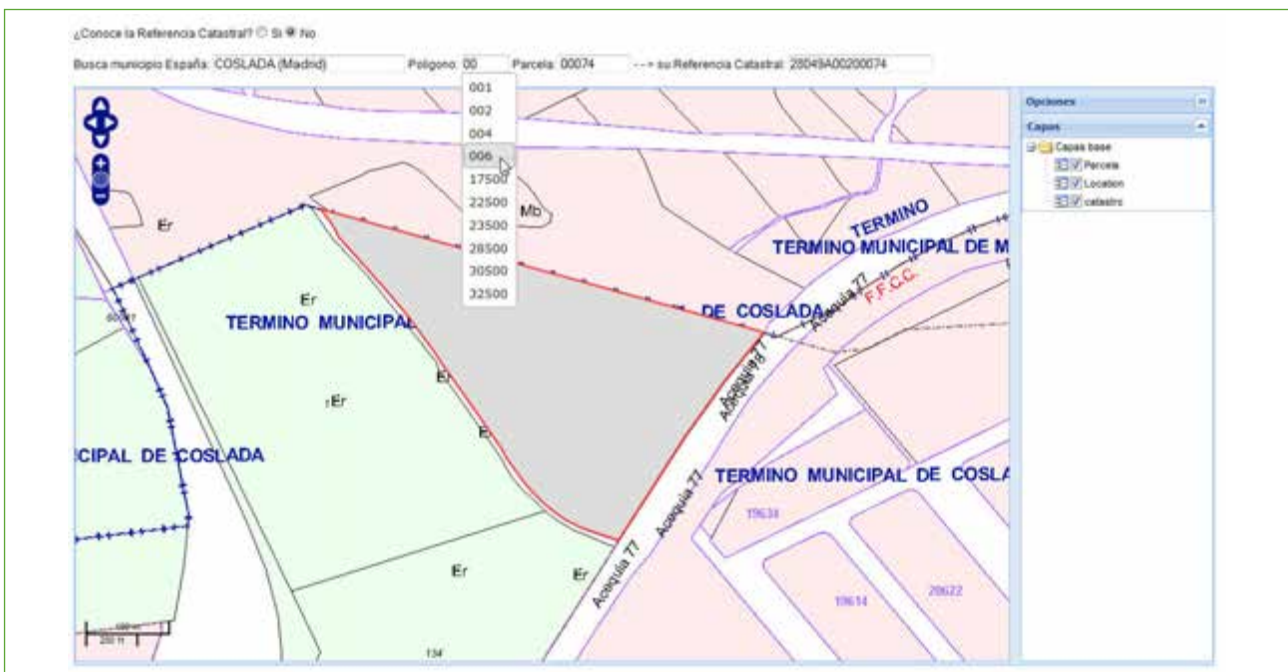


Figura 2. Conocida la RC se va introduciendo y aparece la lista de candidatos, una vez seleccionado se muestra el GeoJSON del polígono como capa.

Geocodificación de RC al estilo del geocoder de OpenLayers para Google o Geonames.

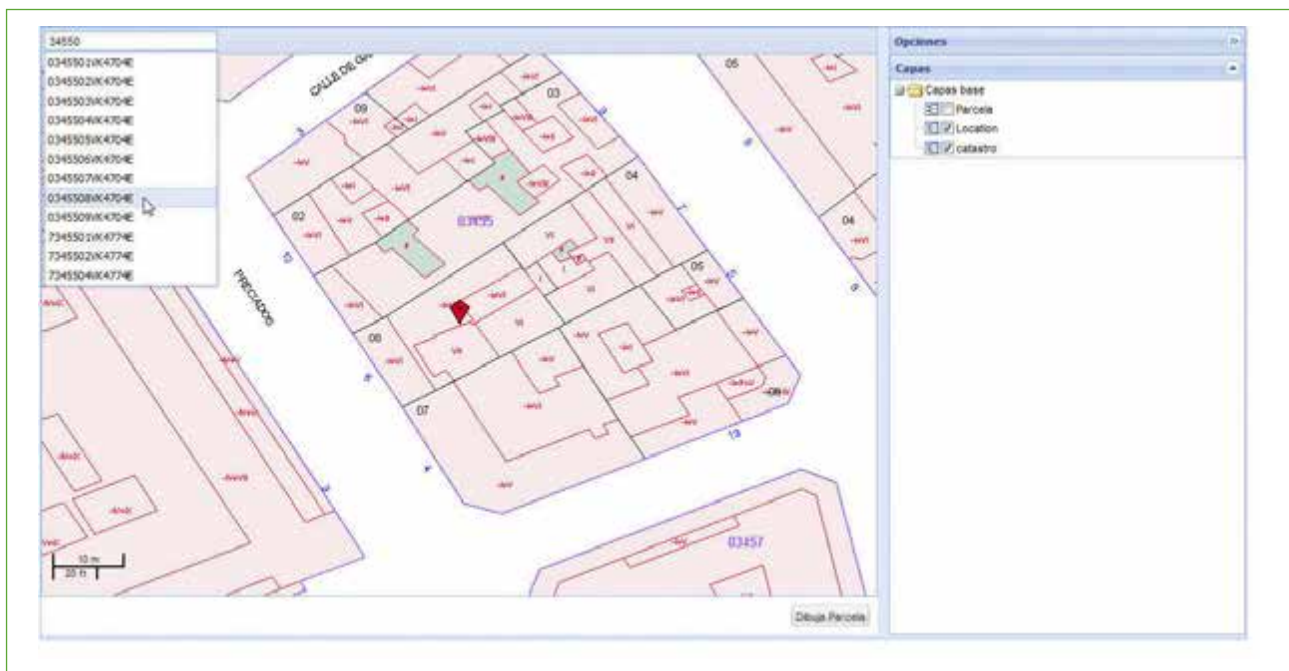


Figura 3. Reutilización del cliente de geocoder de GeoExt (Google/Geonames) para explotar el servicio geocodeRC.

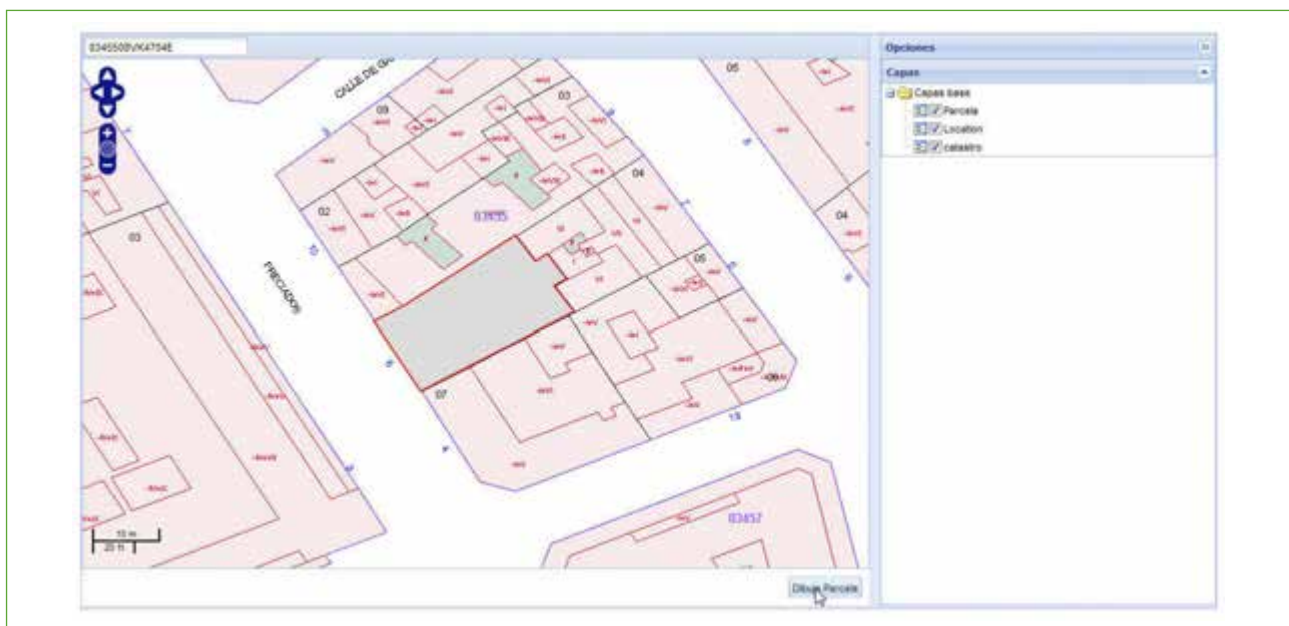


Figura 4. Incluido un botón para realizar la petición de la parcela en GeoJSON y dibujarla en una nueva capa de OpenLayers.

## 5. CONCLUSIONES

En el documento se recoge una propuesta complementaria, a las existentes actualmente en el territorio nacional (geocodificación inversa, wfs-municipio y wfs-vial de Cartociudad [13] de referenciación espacial basado en identificadores geográficos, los servicios ofrecidos por la sede electrónica del catastro [11]), para realizar referenciación espacial en base a las Referencias Catastrales. Muchos de los potenciales usuarios de la información geográfica no están habituados a trabajar con coordenadas y las geocodificaciones directas (basadas en los nombres de los viales y los nº de portales), no son siempre intuitivos, usables o simplemente por la forma de procesar el lenguaje natural. Además pueden aparecer ambigüedad de nombres y otros posibles problemas derivados de las denominaciones y signos de puntuación.

Se han identificado un conjunto de casos de aplicación en los que se podría usar las RC para referenciar espacialmente instalaciones y formar inventarios.

Se han identificado los principales servicios que debería ofrecer una infraestructura de referenciación espacial basada en las RC. Esta infraestructura es complementaria a la existente actualmente o la que pueda evolucionar de ella.

Se ha desarrollado a modo de prototipo una prueba de concepto con un conjunto de servicios que entregan información, en formatos que no adolecen del problema de Cross-domain, para las aplicaciones web y se ha justificado su desarrollo, en base a comprobar que los servicios existentes actualmente no responden a las necesidades de ésta nueva infraestructura, demostrando la viabilidad y la no excesiva complejidad de la solución.

También se ha experimentado la implementación de los servicios de búsqueda de RC por nombre, búsqueda por municipio, polígono/masa y parcela y la descarga de los polígonos mediante un servicio WFS implementado con GeoServer. Los resultados son similares aunque no se han comparado las prestaciones de uno y otro (ver *segundo cliente* que explota el servicio WFS). Para poder ofrecer los mismos servicios ha sido necesario crear un par de vistas en la base de datos PostGIS, declarar el almacén de datos en GeoServer y dar de alta tres capas de datos sobre las vistas. Se hizo necesario establecer la variable de entorno de sistema ENABLE\_JSONP a true. La principal desventaja identificada en la versión WFS frente a servlet es que no se pueden definir operaciones de selección de elementos distintos (DISTINCT) en los filtros (FE-CQL) del servicio WFS, por lo que los valores de los polígonos aparecen repetidos. Esto demuestra que los servicios que se proponen son fácilmente integrables en una IDE, con tecnologías conocidas.

El servicio de geocodificación masivo propuesto no podría ser implementado en un WFS, y además por la naturaleza del propio servicio (transformación/proceso) lo apropiado es que se implemente en el marco de un servicio OGC:WPS [14]. Este objetivo no formaba parte del alcance inicial de la propuesta y por dicha razón no se ha implementado.

Como futuro trabajo, se propone profundizar en el planteamiento aquí iniciado de uso de las Referencias Catastrales como un mecanismo complementario de referenciación espacial y el análisis de las relaciones de éste con los Sistemas de Referencia por Identificadores Geográficos (SrxIG) basados en Municipio, población, vía y número o en Código Postal, vía y número. Llegado el momento, si se considera interesante se podría proponer la implantación de un conjunto de servicios web que permitieran realizar las transformaciones entre los SrxIG considerando internamente las conversiones/transformaciones de coordenadas pertinentes entre Sistemas de Referencia espaciales.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Geocoding, <http://en.wikipedia.org/wiki/Geocoding>
- [2] Referencia Catastral, [http://www.catastro.meh.es/esp/referencia\\_catastral\\_1.asp](http://www.catastro.meh.es/esp/referencia_catastral_1.asp)
- [3] REGA-SITRAN, <http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/temas/trazabilidad-animales/registro/>



- [4] Registro de aguas de la Confederación Hidrográfica del Duero, <http://www.chduero.es/Inicio/RegistrodeaguasALBERCA/Qu%C3%A9eselRegistrodeAguas/tabid/186/Default.aspx>
- [5] RFID, <http://es.wikipedia.org/wiki/RFID>
- [6] QR, [http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo\\_QR](http://es.wikipedia.org/wiki/C%C3%B3digo_QR)
- [7] <http://GeoJSON>, <http://geojson.org/>
- [8] [http://en.wikipedia.org/wiki/Same-origin\\_policy](http://en.wikipedia.org/wiki/Same-origin_policy)
- [9] JSONP, <http://json-p.org/>
- [10] JSON, <http://www.json.org/>
- [11] Servicios web de la Dirección General del Catastro relacionados con las Referencias Catastrales, <https://ovc.catastro.meh.es/ovcserweb/OVCSWLocalizacionRC/OVCCoordenadas.aspx>
- [12] Servicios web de la sede electrónica del Catastro, [http://www.catastro.meh.es/ws/webservices\\_catastro.pdf](http://www.catastro.meh.es/ws/webservices_catastro.pdf)
- [13] Servicios web de Cartociudad, [http://www.cartociudad.es/recursos/Documentacion\\_tecnica/CARTOCIUDAD\\_ServiciosWeb.pdf](http://www.cartociudad.es/recursos/Documentacion_tecnica/CARTOCIUDAD_ServiciosWeb.pdf)
- [14] Web Processing Service, <http://www.opengeospatial.org/standards/wps>



# Experiencia de publicación de un servicio teselado de mapas WMTS RESTful para IDENA

## Caso de uso, tecnología utilizada, problemas y soluciones

(\*) ÁLVARO HUARTE, FERNANDO LACUNZA, JUAN LUIS CARDOSO y CRISTINA SÁNCHEZ

---

### Resumen

Esta comunicación presenta la experiencia desarrollada en el marco del proyecto SITNA (Sistema de Información Territorial de Navarra) y a través de su IDE, IDENA, que ha consistido en la reciente publicación de un nuevo servicio teselado de mapas (WMTS) de tipo RESTful.

Con anterioridad, el SITNA ya publicaba un servicio cacheado no estándar que ofrecía la ortofoto de máxima actualidad. Recientemente, se decidió actualizar esta misma capa publicándola por medio de un servicio WMTS para seguir los estándares definidos por el OGC. Además, se decidió implementar la interfaz RESTful que no precisa ningún proceso de servidor para servir los tiles.

Siguiendo la estrategia del SITNA de priorizar la utilización de productos de software libre, se analizaron diversas herramientas ya disponibles como MapProxy, GDAL2Tiles o GeoWebCache para la generación de esta nueva caché conforme a la especificación WMTS. Una vez estudiadas y evaluadas, elegimos la más extendida y que consideramos más adecuada, GeoWebCache.

Con este teselado de mapas, se amplía la oferta de servicios OGC que ofrece la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA) y se refuerza su apuesta por la utilización de tecnologías open source.

### Palabras clave

WMTS, RESTful, GeoWebCache, SITNA, IDENA.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

El Sistema de Información Territorial de Navarra (SITNA) [1] es una iniciativa del Gobierno de Navarra al servicio de la Sociedad que surge en el año 2000. En 2005, en respuesta a los requisitos que ya se conocían y que después desembocaron en la Directiva INSPIRE [2], se crea la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA) [3].

Mediante IDENA, el SITNA permite el acceso estándar a su información pública. Este acceso se fundamenta en la utilización de servicios interoperables que cumplen con las especificaciones y normas definidas por el Open Geospatial Consortium (OGC) [4].

Desde hace un par de meses, IDENA ofrece un nuevo servicio según los estándares OGC: WMTS. El objetivo es ofrecer mejores tiempos de respuesta que los servicios WMS cumpliendo los estándares OGC.

---

(\*) TRACASA, Sistemas de Información Territorial: {ahuarte, flacunza, jlcardoso, csanchez}@tracasa.es

Con este nuevo servicio, los servicios WEB basados en estándares OGC que IDENA ofrece son ya cuatro:

1. *Web Map Service (WMS)*: ofrece 553 capas; la URL de acceso al servicio de mapas es: <http://idena.navarra.es/ogc/wms>
2. *Catalogue Service Web (CSW)*: ofrece 716 metadatos; el acceso a su servicio de catálogo es a través de la siguiente URL: <http://idena.navarra.es/ogc/csw>
3. *Web Feature Service (WFS)*: ofrece en la actualidad 378 capas; el acceso es a través de la siguiente URL: <http://idena.navarra.es/ogc/wfs>
4. *Web Map Tile Service (WMTS)*: ofrece la ortofoto 2012 (25 cm/pixel) en este servicio; el acceso URL: <http://idena.navarra.es/ogc/wmts>

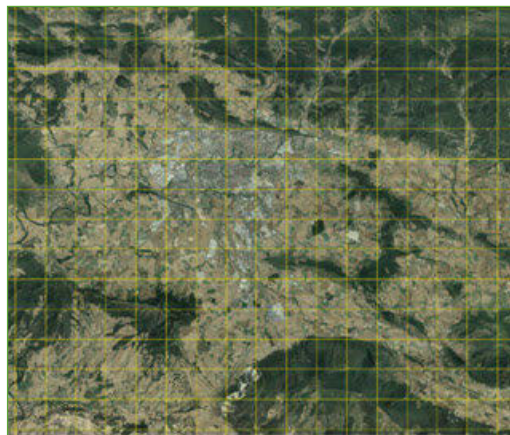


Figura 1. Ortofoto 2012 de Navarra teselada.

## 2. SERVICIO WMTS

En Abril de 2010, el Open Geospatial Consortium (OGC) publica la versión 1.0.0 del estándar Web Map Tile Service (WMTS), basado en un modelo de teselas con estructura piramidal que pre-renderiza y fragmenta los datos geográficos a un tamaño de celda concreto para un determinado conjunto de escalas, con el objetivo de acelerar la respuesta del servidor y de esta forma resolver uno de los puntos débiles que limita más el uso del WMS, la lentitud de respuesta.

El SITNA, desde 2009, publicaba un servicio cacheado no estándar con ArcGIS Server que ofrecía la ortofoto de máxima actualidad. El objetivo era ofrecer desde IDENA un rendimiento y calidad adecuados para esta imagen, por lógica la más demandada. En el mes de agosto de 2013, y coincidiendo con la migración de todos los datos y servicios del SITNA al sistema ETRS89 [5], fue necesario actualizar esta capa para ofrecerla en el nuevo sistema de referencia. En esta ocasión se decidió publicarla por medio de un servicio WMTS según el estándar definido por el OGC.

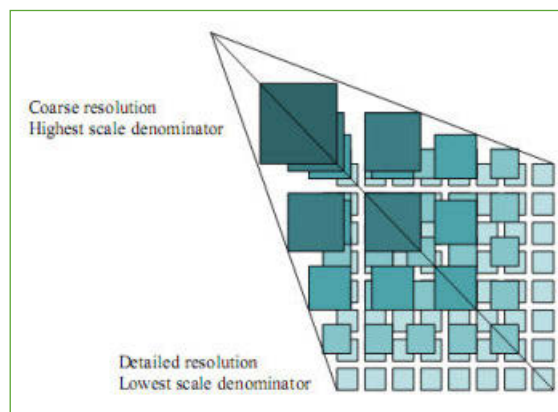


Figura 2. Modelo de teselas.

## 3. PUBLICACIÓN DE UN SERVICIO WMTS PARA IDENA

### 3.1. Elección de la interfaz

El estándar definido para WMTS soporta interfaces de tipo RESTful, KVP y SOAP.

Por su menor optimización para clientes Web JavaScript, descartamos SOAP. Así en nuestro caso se analizan los interfaces tipo RESTful y KVP. En la figura 3 se muestran las ventajas de ambos.

Se decidió implementar la interfaz RESTful que no precisa ningún proceso de servidor para servir los tiles. Estos se sirven como ficheros estáticos, lo que presenta, como ya se ha mostrado antes, una serie de indudables ventajas con respecto al rendimiento y estabilidad como:

- Mayor rapidez en la respuesta por no intervenir ningún proceso en el servidor Web.

RESTful	KVP
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. No necesita software específico en el servidor Web. Menor mantenimiento y más estable.</li> <li>2. Mejor rendimiento.</li> <li>3. Más cacheable por los clientes.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejor para mover el contenido de la caché, menos archivos por carpeta.</li> <li>2. Hay clientes que sólo soportan KVP, mayor consolidación.</li> </ol>

Figura 3. Comparativa RESTful vs KVP.

- Mayor estabilidad al no depender de ningún proceso más que el propio servidor Web.
- Más rápido para el cliente y más «barato» en ancho de banda para cliente y servidor por ser más fácilmente cacheable por los navegadores y proxies (generando menos peticiones).
- Más fácil y rápido de desplegar en los nodos de una granja de frontales Web (sólo copiar contenido estático).

La principal desventaja de RESTful frente a KVP está en el caso de tener que copiar la caché. La generación de la caché normalmente genera millones de archivos de imágenes en las carpetas de los niveles con mayor resolución, y la mayoría de los sistemas operativos tienen mal rendimiento para manejar carpetas con esa cantidad de archivos.

## 3.2. Generación de la caché

### 3.2.1. Datos

Los datos a publicar eran los aproximadamente 10.000 km<sup>2</sup> de superficie de la ortofoto de Navarra 2012, con resolución de 25 cm y proyectada en el sistema de referencia espacial ETRS89/UTM zona 30N (EPSG:25830). Se hicieron pruebas de rendimiento con varios formatos: mosaico de varios GeoTIFF, BigTIFF y JPEG2000. Finalmente se adoptó el formato GeoTIFF.

### 3.2.2. Software

Siguiendo la estrategia del SITNA de priorizar la utilización de software libre, se analizaron diversas herramientas disponibles como MapProxy, TileCache, GDAL2Tiles o GeoWebCache para la generación de esta nueva caché conforme a la especificación WMTS. Todos estos productos en principio cubrían nuestras necesidades.

El software elegido inicialmente para la generación de la caché fue MapProxy, porque en el momento era el único que ofrecía la posibilidad de generar una caché en formato TMS con origen en



Figura 4. Ortofoto 2012 de Navarra.

la parte superior izquierda del mapa, formato que se adapta a un servicio WMTS RESTful. Dado que MapProxy no acepta una fuente de datos local, se utilizó GeoServer para servir los datos vía WMS.

Con las pruebas se estimó que el proceso tardaría más de 30 días en generar los más de 30 millones de teelas. No se consideró un rendimiento aceptable, así que se decidió trabajar en paralelo con GeoWebCache. Este software actualmente no soporta el formato de cache que se requería (sí WMTS KVP), así que se modificó su código fuente para cumplir los requisitos.

La implementación de la nueva funcionalidad supuso la modificación del software. El proceso se ha dividido en dos partes diferenciadas:

1. Implementar la posibilidad de que el usuario pueda indicar una carpeta de salida de la caché distinta de la definida por defecto para GWC. Con ello conseguimos dos hitos, no volcar el resultado en la carpeta que GWC entiende como suya para usarla como su caché y el poder paralelizar en diferentes máquinas la generación de la caché a una misma carpeta destino evitando un trasiego final de miles de ficheros para juntar el resultado de cada una de las salidas.  
La implementación de esta funcionalidad engloba tanto la modificación del interfaz de usuario en el panel Web de administración de caché, como evidentemente la modificación del código fuente. Este desarrollo se ha publicado en un «pull request» para su aprobación por el grupo de gestores del proyecto (en <https://github.com/GeoWebCache/geowebcache/pull/200>).
2. Implementar un nuevo formato de caché con el esquema de tiles «estilo» RESTful. De igual forma que el punto anterior, la implementación ha englobado la modificación del interfaz de usuario y del código fuente para soportarla. Escogimos añadir al panel de administración una lista de formatos de caché de salida integrando en este el formato existente hasta ahora (GWC) y que es el actualmente consumido por GeoWebCache y el nuevo (RESTful) que cubra la generación de caché según las necesidades del proyecto (en <https://github.com/GeoWebCache/geowebcache/pull/201>).



Figura 5. Modificación realizada en GeoWebCache.

Estas modificaciones se han publicado en el sitio del proyecto en GitHub [6].

Con este segundo entorno el rendimiento mejoró apreciablemente, así que se decidió abandonar el entorno de MapProxy en favor de esta solución. Se generó la caché completa en aproximadamente una semana de proceso continuo.

### 3.3. Esquema de la caché

El servicio requería una caché para la ortofoto 2012 de teselas de  $256 \times 256$  píxeles que tuviera una resolución máxima de 12,5 cm/píxel (el doble de la resolución real). Para el cálculo de los distintos niveles de zoom se partió de dicha resolución y se fue dividiendo esta por dos en cada nivel hasta llegar a un nivel que cubre con una sola tesela el territorio completo de Navarra. Con estas premisas se llegó a una pirámide de teselas de tipo QuadTile de 14 niveles.

La extensión de Navarra es tal que la caja que envuelve su territorio es rectangular.



Figura 6. El nivel 0 está compuesto por esta única tesela.

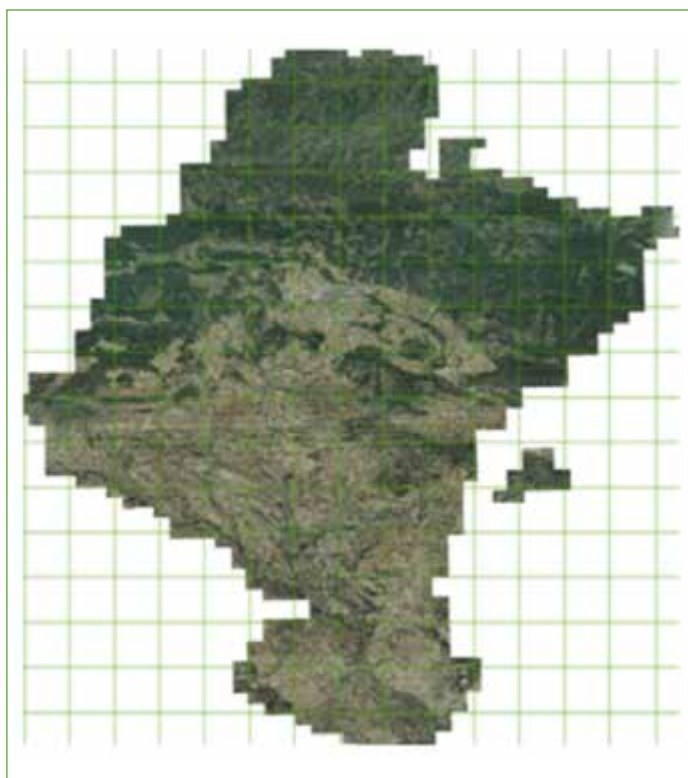


Figura 7. Extensión ajustada al territorio.

Por tanto, dado que las teselas son cuadradas, en cada nivel de zoom se dejaron sin generar varias filas y columnas de teselas, correspondientes al área fuera de los límites de la caja que envuelve a Navarra pero dentro de los límites del cuadrado definido para la generación de la caché QuadTile (tabla 1).

Según la Guía técnica para la implementación de los servicios de visualización de INSPIRE [7], los servicios deberían ofrecer las teselas en formato PNG o GIF, tal y como se muestra en la figura 8. En nuestra opinión este formato no es adecuado para servir la información de ortofotos y finalmente optamos por JPEG como formato de imagen para las teselas.

TABLA 1  
Teselas para cada nivel de zoom

Nivel	Resolución (m/píxel)	Ancho del cuadrado	Fila mínima	Fila máxima	Columna mínima	Columna máxima	Número de teselas
0	1024	1	0	0	0	0	1
1	512	2	0	1	0	1	4
2	256	4	0	3	0	3	16
3	128	8	1	6	1	6	36
4	64	16	3	13	3	12	110
5	32	32	7	27	7	25	399
6	16	64	15	54	14	50	1.480
7	8	128	30	108	28	101	5.846
8	4	256	61	217	57	203	23.079
9	2	512	123	435	114	407	92.022
10	1	1024	246	870	229	814	366.250
11	0,5	2048	493	1740	459	1628	1.460.160
12	0,25	4096	986	3481	919	3256	5.835.648
13	0,125	8192	1972	6962	1838	6512	23.332.925

5.2.3.3.2.2 GETTILE OPERATION METADATA

**Implementation Requirement 82** The GetTile operation metadata shall be mapped to the <ows:Operation name="GetTile"> element. Either PNG or GIF format (without LZW compression) shall be supported by the View service [INS NS, Annex III, Part B].

Example 33: GetMap operation metadata

```
<ows:OperationsMetadata>
...
  <ows:Operation name="GetTile">
    <ows:DCP>
      <ows:HTTP>
        <ows:Get xlink:href="http://www.maps.bob/cgi-bin/MiraMon5_0.cgi?">
          <ows:Constraint name="GetEncoding">
            <ows:AllowedValues>
              <ows:Value>KVP</ows:Value>
            </ows:AllowedValues>
          </ows:Constraint>
        </ows:Get>
      </ows:HTTP>
    </ows:Operation>
  </ows:OperationsMetadata>
```

Figura 8. Requerimiento según la guía técnica para la implementación de los servicios de visualización de INSPIRE.



### 3.4. Configuración del documento de capacidades del servicio

El estándar WMTS en su versión actual 1.0.0 define que en el caso de un servicio RESTful el documento de capacidades se aloje en la siguiente dirección:

`{WMTSBaseURL}/1.0.0/WMTSCapabilities.xml`

Para la confección del documento del servicio WMTS de IDENA se partió del ejemplo publicado en el anexo D del documento de definición del estándar [8].

En el documento se indica el denominador de escala, no la resolución, de cada nivel de zoom. Para el cálculo de escalas el OGC asume un tamaño de pixel de 0.28 mm. Por tanto, el denominador de escala obedece a la siguiente ecuación:  $D = R / 0,00028$

El documento de capacidades del servicio especifica qué filas y columnas están generadas en la caché para cada nivel de zoom, dentro del elemento `TileMatrixLimits`.

Desafortunadamente, hay clientes de WMTS como Openlayers que ignoran estos límites, y solicitarán teselas que están fuera de la caja rectangular que envuelve el territorio navarro. El resultado es que por defecto se ven en el mapa cuadrados rosados que indican errores de carga de imagen. Para solventar este efecto indeseado se ha modificado el comportamiento por defecto de la carpeta Web donde está alojada la caché, de forma que cuando el servidor va a devolver un código HTTP 404 (recurso no encontrado), en su lugar se sirve una imagen JPEG en blanco del tamaño de las teselas de la caché. El resultado es que un visor que ignore los límites de fila y columna del servicio no muestra errores de carga de imagen. A continuación se muestra la URL de una tesela dentro de los límites de la caché:

<http://idena.navarra.es/ogc/wmts/ortofoto2012/default/epsg25830/8/100/100.jpeg>

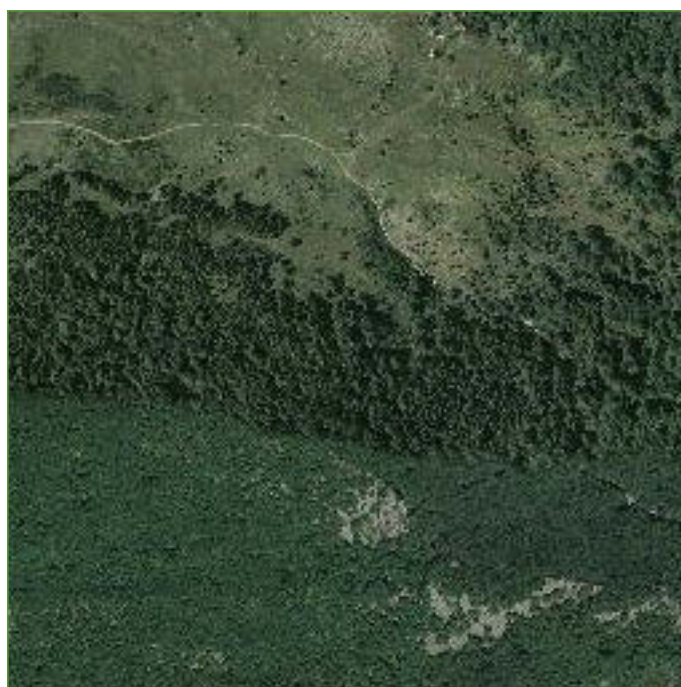


Figura 9. Tesela fila 100, columna 100.

Y esta es la URL de una tesela fuera de los límites de la caché:

<http://idena.navarra.es/ogc/wmts/ortofoto2012/default/epsg25830/8/1000/1000.jpeg>

```

<MinTileCol>28</MinTileCol>
<MaxTileCol>101</MaxTileCol>
</TileMatrixLimits>
- <TileMatrixLimits>
<TileMatrix>8</TileMatrix>
<MinTileRow>61</MinTileRow>
<MaxTileRow>217</MaxTileRow>
<MinTileCol>57</MinTileCol>
<MaxTileCol>203</MaxTileCol>
</TileMatrixLimits>
- <TileMatrixLimits>
<TileMatrix>9</TileMatrix>
<MinTileRow>123</MinTileRow>
<MaxTileRow>475</MaxTileRow>

```

Figura 10. Máximos y mínimos de filas y columnas para el nivel 8.

#### 4. CONCLUSIONES

El nuevo servicio teselado de mapas (WMTS) amplía los de servicios OGC que ofrece la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA).

Modificar GeoWebCache posibilitó la generación de las teselas necesarias para ofrecer el servicio deseado en un tiempo asumible.

SITNA refuerza su apuesta por la utilización de tecnologías open source y por su priorización en igualdad de condiciones frente a los componentes basados en software comercial.

La definición, según la Guía técnica para la implementación de los servicios de visualización de INSPIRE, dice que los servicios deberían ofrecer las teselas en formato PNG o GIF. En nuestra opinión este formato no es adecuado para servir la información de ortofotos, en nuestro caso optamos por JPEG como formato de imagen para las teselas.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SITNA: Sistema de Información Territorial de Navarra, <http://sitna.navarra.es/>
- [2] INSPIRE, <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>
- [3] IDENA: Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra, <http://idena.navarra.es/>
- [4] OGC: Open Geospatial Consortium, <http://www.opengeospatial.org/>
- [5] ETRS89 / UTM zone 30N, <http://spatialreference.org/ref/epsg/25830/>
- [6] GitHub, <https://github.com/GeoWebCache/geowebcache/issues/199>
- [7] Guía técnica para la implementación de los servicios de visualización de INSPIRE, [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network\\_Services/TechnicalGuidance\\_ViewServices\\_v3.11.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Network_Services/TechnicalGuidance_ViewServices_v3.11.pdf)
- [8] Anexo D, <http://www.opengeospatial.org/standards/wmts>

## Editor web arqueológico mediante WFS-T

### Mantenimiento y edición gráfica de conjuntos de datos espaciales

(\*) JUAN LUIS CARDOSO SANTOS Y MIGUEL VILLAFRANCA ARTIEDA

---

#### Resumen

Se presenta una aplicación Web de análisis y gestión territorial aplicada al Patrimonio Arqueológico de Navarra que cumple los siguientes objetivos de negocio:

- Reducir el tiempo que destinan los técnicos de Gobierno de Navarra a la gestión de los datos, las consultas y la realización de informes.
- Ofrecer a usuarios públicos autorizados la posibilidad de realizar sus propias consultas con el fin de descargar de ese trabajo a los técnicos de Gobierno de Navarra.
- Mejorar los informes que habitualmente necesitan e integrar en ellos los datos de catalogación y cartografía.
- Poder determinar la afectación de posibles obras civiles a los yacimientos.

Para ello se propone la siguiente arquitectura de Web Mapping:

- Almacenamiento: PostgreSQL spatial database v9.2.1 y PostGIS v2.
- Servidor de aplicaciones: GeoServer map/feature server v2.2
- Interfaz de desarrollo de componentes de mapas: OpenLayers v2.12
- Interfaz de desarrollo de usuario: jQueryUI

Resumen de funcionalidades destacadas:

- Cartografía de base proporcionada por los servicios WMS y WFS de IDENA (ortofoto, cartografía topográfica y catastral, etc.)
- Creación de mapas temáticos con los yacimientos y hallazgos diferenciando de modo visual el grado de protección de los mismos.
- Posibilidad de superponer los límites municipales para facilitar la gestión de los datos del yacimiento
- Localización de yacimientos según distintos criterios alfanuméricos (coordenadas, referencia catastral, municipio, grado de protección y nombre o código del yacimiento) y espaciales (por punto, línea y polígono, con y sin buffer) y generación de informes con los resultados de la búsqueda.
- Diferentes tipos de fichas e informes en HTML y PDF con los datos básicos y la situación del yacimiento o hallazgo.
- Edición de los atributos y geometrías de cada yacimiento utilizando un servicio WFS-T. Se incluye la posibilidad de agregar archivos adjuntos.
- Herramienta de importación masiva de coordenadas desde un fichero para que puedan visualizarse en pantalla.
- Descarga como imagen (JPG) del mapa visualizado.

El resultado de este trabajo demuestra el interés en la utilización de servicios estándar OGC y, en concreto, las capacidades del WFS-T para el mantenimiento y la edición gráfica de conjuntos de datos de cualquier temática. Este caso, en concreto, muestra un

---

(\*) TRACASA, Sistemas de Información Territorial: {jlcardoso, mvillafranca}@tracasa.es

ejemplo real de puesta en marcha de un sistema de este tipo aplicado en el campo de la Arqueología.

### Palabras clave

WFS-T, PostGIS, Geoserver, OpenLayers, Arqueología, Yacimiento.

## 1. INTRODUCCIÓN

La sección de Arqueología del Gobierno de Navarra encarga el desarrollo de una aplicación Web de análisis y gestión territorial aplicada al Patrimonio Arqueológico de Navarra que cumpla los siguientes objetivos de negocio:

- Reducir el tiempo que destinan los técnicos de Gobierno de Navarra a la gestión de los datos, las consultas y la realización de informes relativos a los yacimientos y hallazgos arqueológicos.
- Ofrecer a usuarios públicos autorizados la posibilidad de realizar sus propias consultas con el fin de descargar de ese trabajo a los técnicos de Gobierno de Navarra.
- Alta, baja y modificación de yacimientos arqueológicos, posibilitando el alta de un yacimiento o hallazgo, dando un punto y su contorno relacionado, bien mediante coordenadas X,Y o bien dibujando sobre el mapa.
- Mejorar los informes existentes integrando en los mismos datos de catalogación y cartografía.
- Poder determinar la afectación a los yacimientos de posibles obras civiles.

## 2. ARQUITECTURA Y TECNOLOGÍA

### A. OBJETIVO

Además de la implementación y correcta ejecución del alcance del proyecto, se ha fijado como objetivo el siguiente aspecto tecnológico: conseguir cubrir dicho alcance utilizando únicamente servicios OGC [1] (WMS y WFS-T [2]), para mostrar la información y actualizarla y, de esta forma, ser independientes de cualquier software o tecnología.

### B. COMPONENTES

Para la correcta y óptima realización de los trabajos se propone la siguiente arquitectura de Web Mapping:

- Almacenamiento: PostgreSQL [3] spatial database v9.2.1 y PostGIS [4] v2.
- Servidor de aplicaciones: GeoServer [5] map/feature server v2.2
- Interfaz de desarrollo de componentes de mapas: OpenLayers [6] v2.12
- Interfaz de desarrollo de usuario: jQueryUI [7].

### C. CARACTERÍSTICAS

Además, cabe destacar los recursos tecnológicos más significativos utilizados en el desarrollo de la aplicación:

- Mapas Temáticos
  - Para la creación de mapas temáticos se cargan las capas ofrecidas por GeoServer y se simbolizan utilizando el estándar SLD (Styled Layer Descriptor) [8].
- Consultas avanzadas.
  - Para el servicio WMS, GeoServer ofrece más métodos que los que se definen en el estándar OGC. En este caso se ha sacado provecho a la utilización de los métodos inFilter() y fid() para filtrar y acceder a registros.

- Herramienta de impresión
  - Se ha desarrollado una herramienta de impresión a medida con layouts generados a partir de Open Layers, HTML y CSS.
- Cargar KML y GPX
  - Para poder determinar la afectación a los yacimientos de posibles obras civiles es posible importar directamente sobre el mapa ficheros en formato KML y GPX con reproyección al vuelo del sistema de coordenadas EPSG:4326, el obligatorio para este tipo de ficheros, al EPSG:25830, el que utiliza la aplicación, mediante la librería proj.js.
- Actualización de datos
  - Realización de operaciones transaccionales complejas multi-feature con WFS-T.
- Proxy
  - Se ha desarrollado un proxy que recibe todas las peticiones de servicios OGC que se realizan desde la aplicación. Consta de módulos de autenticación con granularidad más fina de la que ofrece por defecto GeoServer para permitir llegar a nivel de feature en la edición. Esto nos permite conectar mecanismos de autenticación a GeoServer que de otro modo no serían viables como directorio activo, sistemas propietarios de administración local como CAR (Control de Autenticación y Representación), etc. y corregir algunos bugs en las respuestas de GeoServer (por ejemplo el namespace igual a null en los GML de los WFS, cuando coexisten varios namespaces).

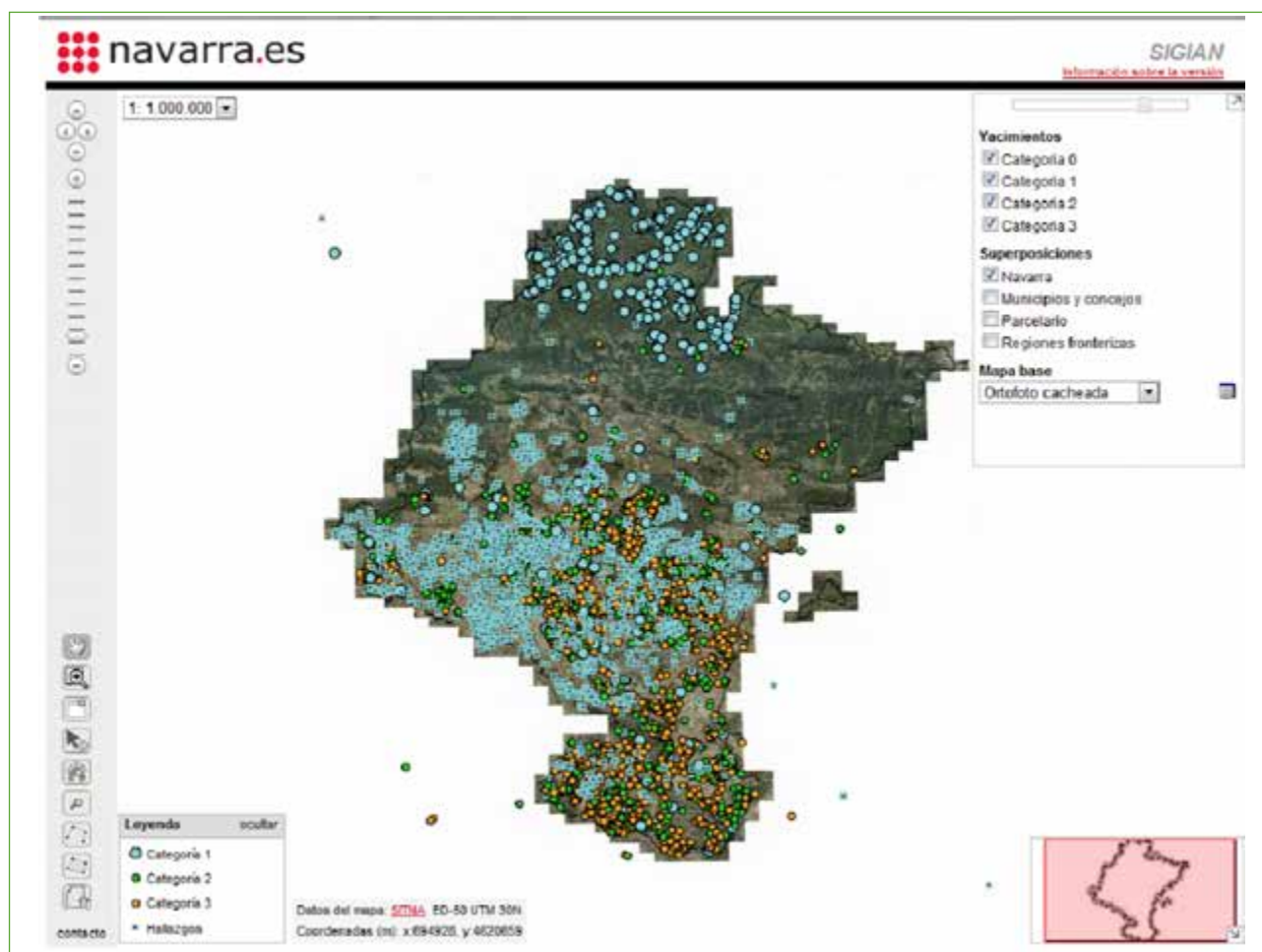


Figura 1. Página principal de la aplicación.

### 3. FUNCIONALIDADES

Resumen de funcionalidades destacadas ofrecidas por la aplicación Web:

- Cartografía de base proporcionada por los servicios WMS y WFS de IDENA (mapa base, ortofotos de diferentes años, cartografía topográfica y catastral, etc.).
- Creación de mapas temáticos con los yacimientos y hallazgos arqueológicos diferenciando de modo visual el grado de protección.
- Localización de yacimientos según distintos criterios alfanuméricos (referencia catastral, municipio, grado de protección y nombre o código del yacimiento) y espaciales (por coordenadas, por punto, línea y polígono con y sin buffer) y generación de informes con los resultados de la búsqueda.
- Diferentes tipos de fichas e informes en HTML y PDF con los datos básicos y situación del yacimiento o hallazgo.
- Edición de los atributos y geometrías de cada yacimiento utilizando el servicio WFS-T, y con la posibilidad de agregar archivos adjuntos a cada yacimiento.
- Herramienta de importación de coordenadas desde un fichero KML o GPX. Esto permite cargar en el mapa trazados de nuevas carreteras, parques eólicos, etc. y comprobar cómo podrían afectar a los yacimientos arqueológicos.
- Descarga como imagen (JPG) del mapa visualizado.

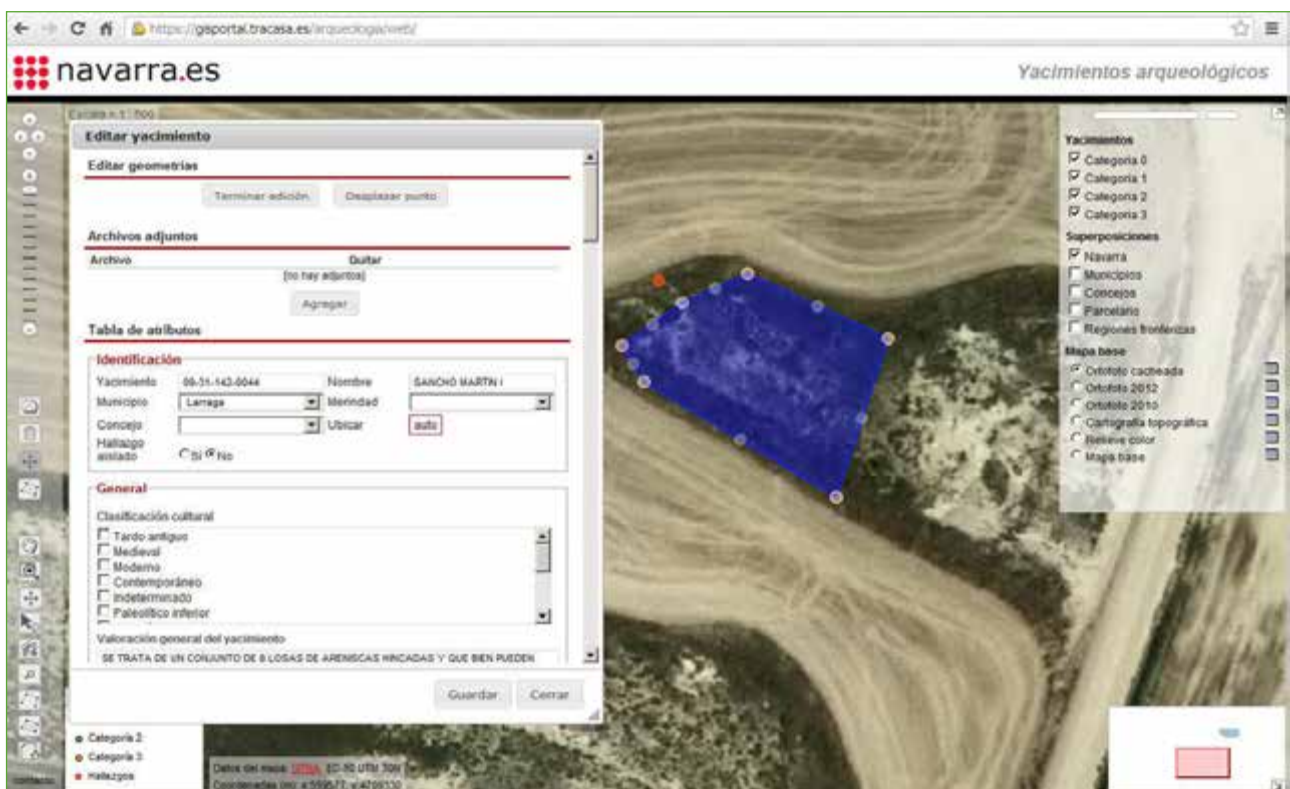


Figura 2. Edición con WFS-T.

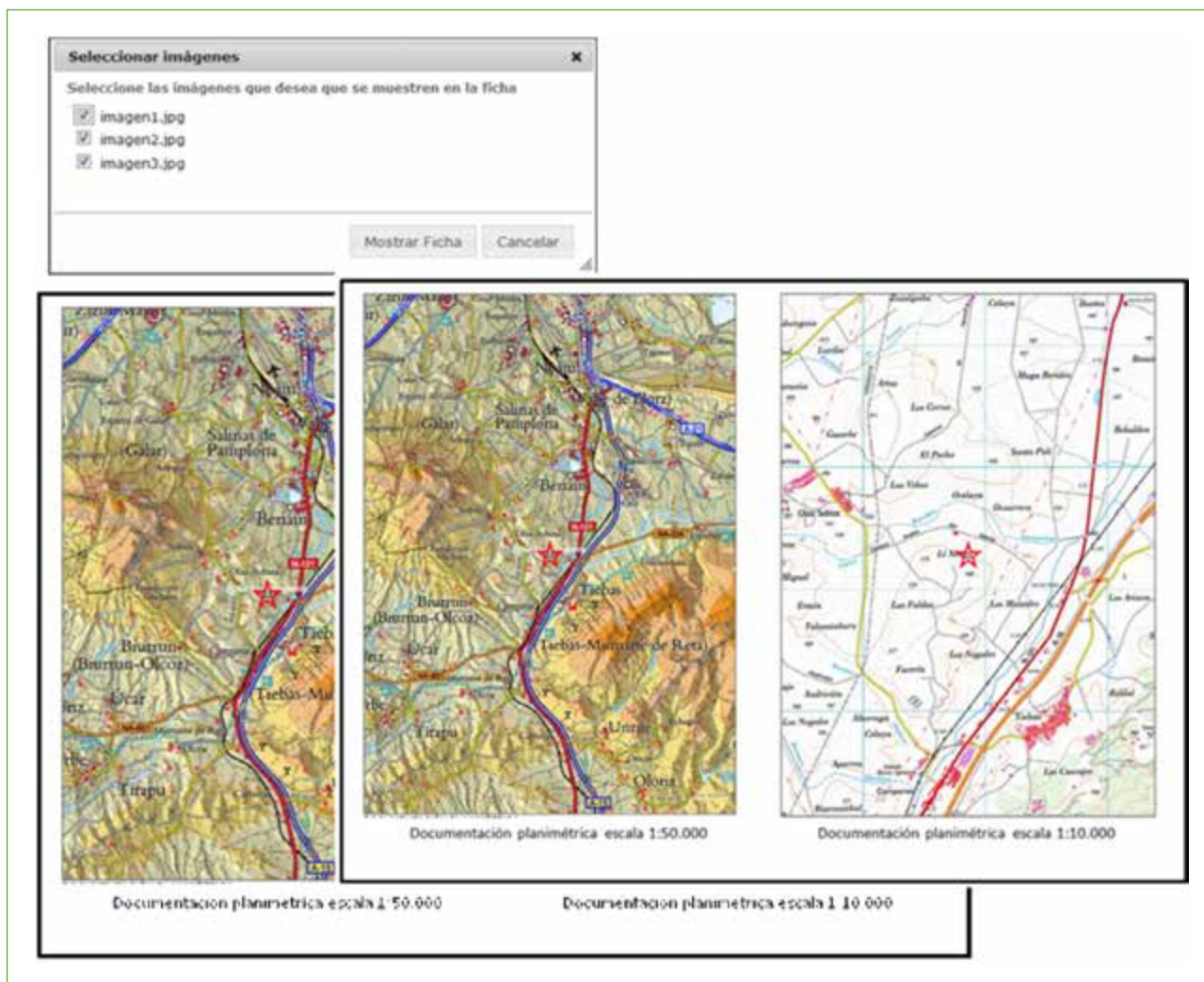


Figura 3. Ejemplos de Impresión.



Figura 4. Ejemplos de alta de un yacimiento arqueológico.

#### 4. CONCLUSIONES

Los objetivos tecnológicos marcados al inicio del proyecto eran conseguir cubrir el alcance del mismo utilizando únicamente servicios OGC (WMS y WFS-T), para mostrar la información y actualizarla, y de esta forma ser independientes de cualquier software o tecnología.

A pesar de que el proyecto sigue en marcha, se puede decir que el objetivo se ha cumplido, y que a día de hoy es posible realizar aplicaciones web complejas que incluyan edición on-line, utilizando servicios estándares.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Open Geospatial Consortium, <http://www.opengeospatial.org/>
- [2] WFS Specifications, <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>
- [3] PostgreSQL, <http://www.postgresql.org/>
- [4] PostGIS, <http://postgis.net/>
- [5] GeoServer, <http://www.geoserver.org/>
- [6] OpenLayers, <http://openlayers.org/>
- [7] jQueryUI. <http://jqueryui.com/>
- [8] Styled Layer Descriptor (SLD) <http://www.opengeospatial.org/standards/sld>



## Compartiendo experiencias en la creación de servicios teselados

### Aplicación al nuevo servicio Inspire de ortofotos del PNOA

(\*) CAROLINA SOTERES DOMÍNGUEZ, JULIÁN GONZÁLEZ GARCÍA, EMILIO LÓPEZ ROMERO, PATRICIA TRIGO GAMBARO-ESPUIG, PALOMA ABAD POWER, LORENA HERNÁNDEZ QUIRÓS, MARTA JUANATEY AGUILERA, ANTONIO F. RODRÍGUEZ, CRISTINA RUIZ MONTORO, ALEJANDRA SÁNCHEZ MAGANTO, INMACULADA SERRA RECASENS y ANTONIO VILLENA MARTÍN

---

#### Resumen

El estándar de OGC OpenGIS Web Map Tile Service (WMTS 1.0.0) plantea dar respuesta a la creciente demanda de servicios de mapas por Internet que funcionen de una manera realmente eficiente. Los servicios web de mapas (WMS), que ponen al alcance del usuario la información geográfica digital de una manera interoperable y estándar, adolecen de bajo rendimiento en los tiempos de respuesta, y es aquí donde los servicios WMTS incorporan su valor añadido, sirviendo imágenes pregeneradas de antemano, denominadas teselas, que almacenadas en una caché intermedia permiten mejorar la velocidad de respuesta.

Desde el CNIG (IGN) hemos apostado por este tipo de servicios estándar y hemos publicado servicios teselados tanto de la información raster como de la información vectorial que producimos. En la implementación de estos servicios se han seguido una serie de criterios comunes, como por ejemplo en la definición del espacio de teselas, los sistemas de referencia o los formatos soportados. Por tanto, y puesto que estos servicios han sido desarrollados por distinto personal dentro del IGN, ha sido necesario llevar a cabo una labor de coordinación entre los diferentes proyectos.

En este artículo se describen los trabajos desarrollados para publicar este tipo de servicios, haciendo hincapié en los problemas con los que nos hemos encontrado a la hora de generar la estructura piramidal de teselas, con el objetivo de que nuestra experiencia pueda servir al resto de especialistas de la comunidad IDE en sus futuros desarrollos.

Estos servicios se han implementado mediante la librería GeoWebCache integrada en la aplicación Open Source GeoServer, aprovechando las ventajas que ofrece definir lo que se denomina en la documentación de GeoServer como «metatiles», una matriz predefinida de teselas, que posibilita reducir el número de peticiones necesarias para generar la caché de teselas.

En concreto, esta comunicación recopila los pasos dados para la creación del servicio WMTS de ortofotos del PNOA de máxima actualidad, cuyo servicio web de mapas es uno de los servicios del IGN más populares. Este servicio, cuya URL de conexión es <http://www.idee.es/wms/PNOA/PNOA>, ha evolucionado hacia su versión conforme a Inspire y desde el pasado mes de junio ya está disponible a través de esta nueva dirección: <http://www.ign.es/wms-inspire/pnoa-ma>.

---

(\*) Instituto Geográfico Nacional-Centro Nacional de Información Geográfica:  
{csoteres, jgonzalezg, elromero, ptrigo, pabad, lhquiros, mjuanatey, afrodriguez, cruz, asmaganto}@fomento.es  
{inmaculada.serra, antonio.villena}@cnig.es

De momento, y hasta que el nuevo servicio goce de mayor popularidad, ambos WMS están operativos, pero con el tiempo sólo se publicará la versión Inspire, que no sólo ofrece la misma información, aunque adecuada a la manera que establece la especificación de datos de Inspire sobre Ortoimágenes (la capa PNOA pasa a denominarse OI.OrtoimageCoverage), sino que además, cumpliendo la citada especificación, aporta información adicional, como la capa OI.MosaicElement, que informa sobre los años de adquisición de las ortofotos.

Se describe, a modo de ejemplo, el tiempo empleado en la generación de los distintos niveles de la caché de teselas, analizando en último lugar la mejora de rendimiento de estos servicios teselados en comparación con los servicios web de mapas.

### Palabras clave

Servicios teselados, WMTS, servicios web geoespaciales, estándar, OGC, IGN, CNIG.

## 1. INTRODUCCIÓN

En abril de 2010 el Open GeoSpatial Consortium (OGC) [1], organización encargada de la definición de especificaciones abiertas e interoperables en el ámbito de los Sistemas de Información Geográfica y de la *World Wide Web*, publicó la versión 1.0.0 del estándar *Web Map Tile Service* (WMTS 1.0.0) [2].

El objetivo principal de este estándar es la implementación de servicios que permitan altos rendimientos en la distribución de información geográfica por Internet. Para lograrlo se restringen las imágenes que se pueden servir a un conjunto delimitado por un ámbito geográfico y a unas escalas predefinidas.

Por tanto, esta solución sacrifica la versatilidad ofrecida por la especificación OGC *Web Map Service* (WMS) [3], que permite obtener mapas personalizados y dinámicos, en aras de proporcionar servicios escalables más operativos. Como valor añadido, proporciona una definición normalizada de la estructura de imágenes o teselas que se podrán solicitar a estos servicios, lo que garantiza la interoperabilidad entre ellos.

La escalabilidad de estos servicios tiene que ver con la posibilidad de dejar o no abierta la opción de que se realice procesamiento en el lado del servidor. Se puede optar por no permitirlo y entonces será necesario generar de antemano la colección de imágenes que los clientes puedan solicitar, proceso que denominamos «precacheo»; o por el contrario, se puede requerir al servidor que procese las imágenes que se soliciten por primera vez, almacenando el resultado en una memoria intermedia (caché), para poder servir directamente esas imágenes cuándo vuelvan a pedirse. Una tercera opción, escogida en las implementaciones del CNIG, es la combinación de las dos anteriores, «precacheando» una parte y dejando que se procese otra según la demanda del usuario.

En cualquier caso, la considerable mejora de rendimiento que aporta esta implementación se basa en la discretización del espacio según la geometría definida por los denominados *Tile Matrix Sets*, que especifican una teselación normalizada para cada Sistema de Referencia de Coordenadas (SRC), tal como muestra la figura 1.

Cada *Tile Matrix Set* se compone de una colección de matrices de imágenes (*Tile Matrix*) cada una de ellas con

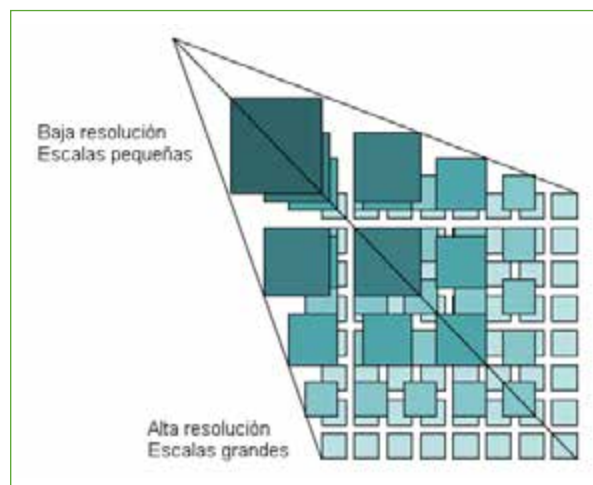


Figura 1. Representación de la teselación de un *Tile Matrix Set*.

una resolución determinada, de manera que a escalas pequeñas la resolución es menor que a escalas grandes, donde se encuentran las imágenes de mayor resolución. Los parámetros que definen cada matriz de teselas son:

- La escala de las teselas, definida por el valor de su denominador. Se fija un valor normalizado para el tamaño del píxel (cuadrado) de 0.28 mm.
- El ancho y alto de cada tesela en píxeles.
- Las coordenadas de la esquina superior izquierda del rectángulo envolvente que define la extensión del *Tile Matrix*.
- El ancho y alto del *Tile Matrix* en unidades de tesela.

La especificación [2] plantea que el origen de teselas (0,0) en cada *Tile Matrix* se encuentra en la esquina superior izquierda y se incrementa hacia la derecha y hacia abajo, identificándose cada tesela por sus índices *TileCol* y *TileRow*, como se aprecia en la figura 2.

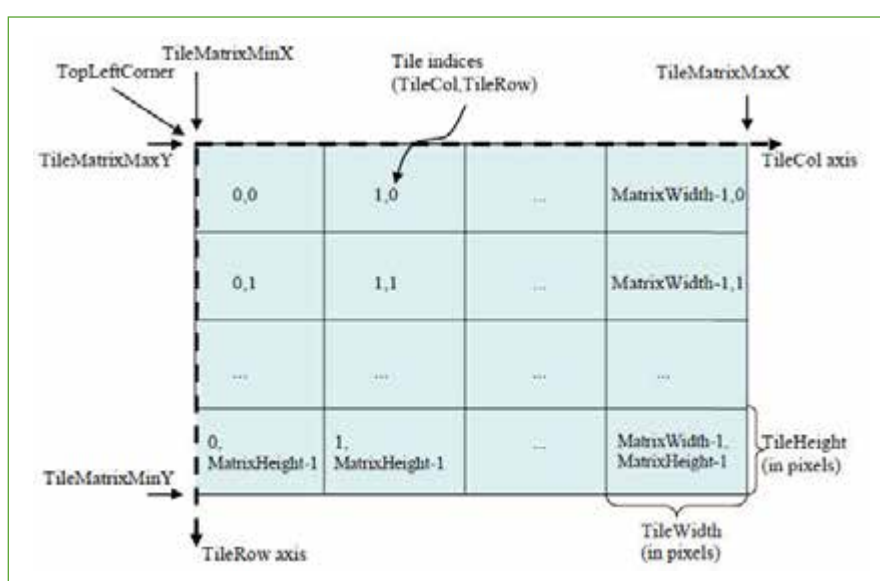


Figura 2. Estructura de *Tile Matrix*.

A partir de estas premisas y con los parámetros anteriormente citados es posible determinar la posición de cualquier tesela a partir de sus coordenadas, calculando lo que mide una tesela en unidades terreno y teniendo en cuenta la distancia en X y en Y desde la esquina superior izquierda.

Cada capa de información de un servicio WMTS podrá tener una extensión geográfica coincidente con la extensión del *Tile Matrix Set*, o por el contrario, ser diferente, como se muestra en la figura 3. En este último caso, los clientes pueden conocer los rangos válidos de los índices *TileCol* y *TileRow* a través de la sección *tileMatrixSetLimits* declarada en el documento de capacidades del servicio.

Un servidor WMTS debe ser capaz de proporcionar información relacionada con el servicio mediante metadatos que describan las operaciones que ofrece, información sobre el proveedor del servicio o información sobre las capas que sirve y los *Tile Matrix Sets* soportados, por ejemplo. Además, el servidor debe ofrecer las teselas de imágenes a partir de peticiones válidas formuladas por clientes a partir de la información proporcionada por el documento de capacidades del servicio. Opcionalmente este tipo de servidores pueden permitir conocer información asociada a un punto seleccionado interactivamente por el usuario.

La especificación WMTS plantea diferentes protocolos de intercambio de información entre cliente y servidor, basados en dos estilos arquitectónicos diferentes: orientado a procedimiento, mediante codificaciones de

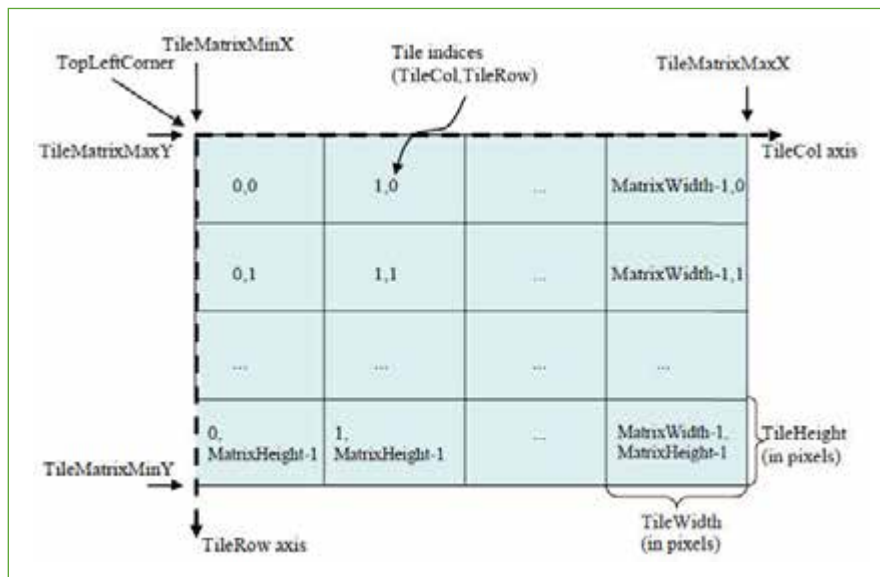


Figura 3. Definición de límites opcionales de Tile Matrix.

tipo KVP (pares clave-valor) o SOAP y orientado a recursos, mediante el protocolo RESTful, que constituye una novedad en las implementaciones OGC.

Posteriormente a la publicación de la especificación de OGC [2] y con el objetivo de establecer las pautas que deben cumplir los servicios web de visualización para ser conformes a la Directiva Inspire [4] se ha publicado la Guía Técnica Inspire sobre Servicios de Visualización [5], que en su sección 5 establece el perfil Inspire WMTS 1.0.0. En esta guía técnica se especifican las operaciones que debe soportar el servicio, la forma en que se puede ofrecer soporte a varios idiomas y por último establece la definición de un Tile Matrix Set específico denominado *InspireCRS84Quad*.

## 2. SERVICIOS WMTS DEL IGN

Desde el CNIG (IGN) hemos apostado por el desarrollo de servicios teselados, que lejos de sustituir a sus homólogos servicios web de mapas WMS, vienen a complementarlos, de manera que puedan aprovecharse las ventajas de cada uno: los mejores tiempos de respuesta de los primeros junto con la versatilidad y potencialidad de los segundos.

En la actualidad, desde el nodo IDE del IGN, se encuentran operativos seis servicios web de mapas teselados conforme al perfil Inspire de WMTS 1.0.0, que ofrecen tanto información de tipo vectorial:

- *Mapa Teselado de CartoCiudad* que integra y armoniza los datos aportados por diferentes organismos públicos estatales. A través de cinco capas muestra una red viaria urbana e interurbana continua, además de la cartografía urbana e información censal y postal de los municipios de España, <http://www.cartociudad.es/wmts/CARTOCIUDAD/CARTOCIUDAD>.
- *Mapa base de España del IGN* que permite, a través de una sola capa, acceder a cartografía procedente de diversas bases de datos geográficas del IGN a diferentes escalas, <http://www.ign.es/wmts/ign-base>.
- *Ocupación de suelo de España* que ofrece en una única capa, los datos de los proyectos SIOSE 2005 y *Corine Land Cover*, <http://www.ign.es/wmts/siose>.



Como información de tipo raster:

- *Cartografía raster del IGN*, que ofrece en una única capa, los mapas rasterizados que produce el IGN a distintas escalas (1:1.250.000, 1:500.000, 1:200.000, 1:50.000 y 1:25.000), <http://www.ign.es/wmts/mapa-raster>
- *Modelo digital de elevaciones de España* que muestra en una capa el MDE con paso de malla de 25 metros, visible para escalas menores a 1:60.000, <http://www.ign.es/wmts/mdt>
- *Ortofotos del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA)* que muestra las imágenes de satélite Spot y las ortofotos PNOA según la escala de visualización, <http://www.ign.es/wmts/pnoa-ma>

La tecnología empleada en la implementación de todos estos servicios WMTS ha sido la librería *GeoWebCache*, integrada en el *software* de código abierto *GeoServer*.

Se ha dado especial relevancia a la labor de coordinación entre los equipos encargados de la creación de estos servicios. El hecho de que los servicios publicados por una misma institución sigan unos criterios comunes debería ser una obviedad, sin embargo la experiencia nos indica que en ocasiones esto no siempre es así. Para evitarlo se han tenido en cuenta varias consideraciones, como por ejemplo que los servicios ofrezcan la misma colección de *Tile Matrix Sets* y que además, la definición de éstos sea idéntica, es decir, cubran la misma extensión geográfica (misma definición de *bounding box*), coincidan los identificadores de cada *Tile Matrix* que la componen, el mismo tamaño de tesela, fijado en 256 × 256 píxeles, se ofrezcan los mismos formatos, etc.

Por ejemplo, para los *Tile Matrix Sets* correspondientes a SRC proyectados (EPSG:25830 y EPSG:25828) se han definido los denominadores de escala de cada nivel o *Tile Matrix* coincidentes con los correspondientes a los SRC geográficos, haciendo coincidir además los identificadores de estos *Tile Matrix*. Ésta es la razón por la que el primero de los niveles de los *Tile Matrix Sets* proyectados tiene el identificador 10, ya que coincide con el nivel 10 de los *Tile Matrix Sets* geográficos.

Algunos de los servicios anteriormente citados también tienen su correspondiente implementación como servicio *Web Mapping Service-Cached* (WMS-C) [6], es decir, como servicios web de mapas acordes con la especificación definida por el *Open Source Geospatial Foundation* (OSGeo) [7]. Sin embargo, OSGeo recomienda que las nuevas implementaciones sean conformes a la especificación *Tile Map Service* (TMS) [8] de OSGeo (que sustituye a WMS-C) y a la especificación OGC WMTS.

A partir de aquí se detallan los pasos dados en la creación del servicio WMTS de ortofotos del PNOA, cuyo servicio web de mapas es uno de los servicios del IGN más populares. Este servicio, cuya URL de conexión es <http://www.idee.es/wms/PNOA/PNOA>, ha evolucionado hacia su versión Inspire y desde el pasado mes de junio ya está disponible a través de esta nueva dirección: <http://www.ign.es/wms-inspire/pnoa-ma>.

En el siguiente apartado se explican las causas que han motivado estos cambios en el servicio de visualización de las ortofotografías PNOA.

### 3. EVOLUCIÓN DEL SERVICIO WMS DEL PNOA A UN SERVICIO INSPIRE

Dentro de los trabajos que está desarrollando el IGN, encaminados al cumplimiento de la Directiva Inspire [4], y de su correspondiente transposición a la legislación española (LISIGE) [9], en concreto en la labor de transformación de sus servicios WMS en servicios de visualización conformes a Inspire, le ha tocado el turno al servicio que muestra las imágenes de satélite Spot y las ortofotos de máxima actualidad (MA) del proyecto PNOA.

Este servicio se ha definido con arreglo al Reglamento sobre Servicios de Red, al Reglamento sobre la interoperabilidad de datos espaciales y servicios y al Reglamento sobre metadatos y a sus guías técnicas, concretamente a la Guía Técnica de Servicios de Visualización. Se basa en la Norma Internacional ISO19128 y en la especificación OGC WMS 1.3.0.

La información que ofrece este servicio de visualización se encuadra en el Tema 3 del Anexo II de la Directiva Inspire y en el Anexo I, Tema 7 de LISIGE: Ortoimágenes, que engloba a las imágenes georreferenciadas de la superficie de la Tierra, obtenidas por satélite o por sensores aerotransportados. Por tanto para la definición de la nueva versión Inspire del servicio se han tenido en cuenta las consideraciones de la Especificación de Datos sobre Ortoimágenes [10] versión 3.0rc3.

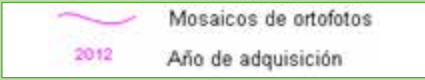



Se mencionan a continuación las principales novedades del servicio con respecto a la versión anterior, operativa desde febrero de 2008, como resultado de su adaptación a las directrices europeas:

El nuevo servicio ofrece 4 capas de información:

- Mosaicos: Áreas de delimitación de las imágenes que contribuyen en la creación de los mosaicos de ortofotos del mismo año de adquisición. Se incorpora para cumplir la especificación de datos de Ortoimágenes.
- Cobertura de ortofotomágenes: Cobertura raster opaca de imágenes de satélite y ortofotos PNOA de máxima actualidad (MA). Rangos de visualización: Imagen Spot5 de 20 m de resolución hasta la escala aproximada 1:70 000; a partir de aquí ortofotografías PNOA MA de 0.25 m o 0.50 m de resolución, según la zona. Se corresponde con la capa PNOA de la versión inicial, pero se ha cambiado el Name para adaptarse a la especificación de datos
- Resoluciones: Capa que muestra gráficamente la resolución de las ortofotos PNOA. Esta capa y la siguiente no están incluidas en el modelo de datos Inspire, pero se ha considerado adecuado mantenerlas.
- Fechas: Capa que muestra gráficamente el año de vuelo de las ortofotos PNOA.

La tabla 1 muestra la correspondencia de capas entre las dos versiones del servicio.

TABLA 1  
*Comparación de capas en las dos versiones del servicio de ortofotos PNOA*

Servicio de visualización, WMS versión Inspire		WMS, versión anterior
Capa (Name)	Legenda	Capa (Name)
OI.MosaicElement	 Mosaicos de ortofotos Año de adquisición	No existe
OI.OrtoimageCoverage	 Cobertura de ortofotomágenes	PNOA
resoluciones	 0.50 m 0.25 m	resoluciones
fechas	 2004-2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012	fechas



- Se han ampliado los SRC en los que pueden ofrecerse las imágenes, gracias a la incorporación de la librería proj.4 en el servidor de mapas. Se incluye la proyección Spherical Mercator o Pseudo Mercator, de código EPSG:3857, que ofrece el desarrollo esférico de las coordenadas elipsoidales referidas al elipsoide WGS84. En ocasiones se referencia con el código no oficial 900913. Entendemos que se trata de una considerable mejora que viene a satisfacer una demanda cada vez más creciente debido a la popularidad alcanzada por este sistema de referencia al ser empleado por muchas de las aplicaciones web más difundidas, como los globos virtuales u *OpenStreetMap*.
- El servicio soporta el parámetro *language* a la hora de solicitar la información relativa al servicio, mediante la operación *GetCapabilities*. Actualmente se ofrece esta información en dos idiomas: español e inglés.
- Siguiendo las directrices marcadas por la guía técnica para la implementación de servicios de visualización Inspire [5], se han ampliado los elementos de metadatos de servicio mediante la incorporación del elemento *extended capabilities*.
- Por último se ha definido una nueva URL para la versión Inspire del servicio de ortofotos análoga a la dirección de conexión del resto de servicios de visualización Inspire del IGN. La nueva URL de conexión es <http://www.ign.es/wms-inspire/pnoa-ma>. Somos conscientes del perjuicio que supone para los usuarios cambios de tanta relevancia como este, que conllevan la adaptación de los clientes que hacen uso en la actualidad de la versión anterior de servicio WMS del PNOA. Para facilitar la transición entre ambos servicios, se mantendrán los dos operativos durante un tiempo y en cualquier caso la desaparición de la versión inicial se comunicará a través de los habituales canales de información de los que disponen el IGN y el CNIG (canal RSS del directorio de servicios del proyecto IDEE [11], canal de noticias del IGN [12], etc.).

La tecnología empleada para la publicación de este servicio ha evolucionado para cumplir con todos los requisitos mencionados y actualmente se sirve la versión 5 del servidor *StereoWebMap* 2D desarrollado por la empresa Sigrid S. L., que se ejecuta sobre el servidor *web Internet Information Services* (IIS) bajo el sistema operativo *Microsoft Windows*.

#### 4. SERVICIO WMTS DE ORTOFOTOGRAFÍAS DEL PNOA

En la actualidad el CNIG publica dos tipos de servicios teselados para ofrecer las ortofotografías PNOA de máxima actualidad. El primero de ellos está desarrollado conforme a la recomendación WMS-C de OSGeo, su URL <http://www.ign.es/wms-c/PNOA/PNOA>. Recientemente, desde el pasado mes de junio, está disponible otra versión implementada conforme al estándar OGC WMTS 1.0.0 y cuya dirección de acceso es <http://www.ign.es/wmts/pnoa-ma>.

Ambos servicios se publican a través del servidor java de código abierto *GeoServer* a través de la librería *GeoWebCache*. Se trata de aplicaciones en constante desarrollo por lo que han sido varias las versiones de estas aplicaciones con las que se ha trabajado. En el momento de redactar este artículo los servicios se ofrecen bajo la versión 2.3.4 de *GeoServer* que integra la versión 1.4 de *GeoWebCache*.

*GeoServer* se ejecuta bajo un servidor de aplicaciones *Tomcat* 6.0 que corre sobre Linux (distribución *centOS*).

*GeoWebCache* actúa a modo de proxy entre el cliente y el servidor, como representa el esquema de la figura 4, almacenando en una cache intermedia las imágenes devueltas por el servidor con el objetivo de volver a servir las cuando otro cliente las solicite, sin necesidad de procesamiento en el lado servidor.

Nos centraremos a partir de aquí en la descripción del servicio WMTS desarrollado, el cual se nutre del servicio de visualización implementado con el *software* de Sigrid, mediante un almacén de datos de *GeoServer* de tipo conexión WMS. De esta forma, el servicio WMTS consta de una única capa cuyo identificador es *OI.Ortho-imageCoverage*, que constituye una conexión en cadena al servicio de visualización Inspire de ortofotos PNOA.

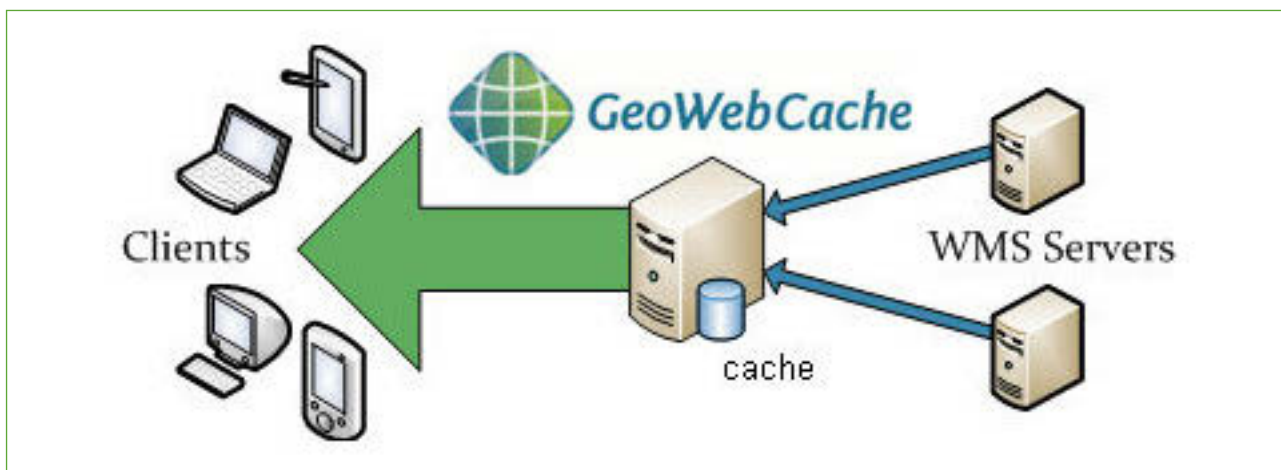


Figura 4. Esquema de GeoWebCache.

#### 4.1. Características del servicio

En primer lugar se ha definido la geometría del espacio de teselas para cada uno de los SRC, es decir, los denominados *Tile Matrix Sets*, de manera consensuada para todos los servicios WMTS del CNIG, como se ha mencionado más arriba.

La guía técnica para la implementación de servicios de visualización Inspire [5], establece el perfil Inspire de WMTS 1.0.0., y en concreto en el apartado 5.2.7 define el *Tile Matrix Set InspireCRS84Quad* (véase la tabla 2) y recomienda que toda capa de un servicio WMTS Inspire lo emplee para garantizar así la interoperabilidad entre ellos, al compartir una misma definición del espacio de teselas, con las mismas resoluciones de píxel en cada *Tile Matrix*.

La definición resumida en la tabla 2 está basada en el tercero de los conjuntos de escala bien conocida (*Well Known Scale Sets*) que define la especificación OGC WMTS 1.0.0 [2], al cual denomina *GoogleCRS84Quad*. Se trata de una pirámide de imágenes que emplea los mismos denominadores de escala que *Google Maps*.

La diferencia que existe entre *GoogleCRS84Quad* e *InspireCRS84Quad* es que el nivel 1 de *GoogleCRS84Quad* representa el mundo en 4 teselas de  $256 \times 256$  píxeles, y es equivalente al nivel 0 de *InspireCRS84Quad*, que usa sólo dos teselas de  $256 \times 256$  píxeles para reducir el número de teselas vacías de información, como se muestra en la figura 5.

Por tanto, además de los dos *Tile Matrix Sets* mencionados, *InspireCRS84Quad* y *GoogleCRS84Quad* (denominado *GoogleMapsCompatible* por *GeoServer*), se han definido estos otros:

- EPSG:4326, datum WGS84 – coordenadas geográficas.
- EPSG:4258, datum ETRS89 – coordenadas geográficas.
- EPSG:25830, datum ETRS89 - coordenadas UTM huso 30N.
- EPSG:25828, datum ETRS89 - coordenadas UTM huso 28N.

La extensión que se ha definido para todos los *Tile Matrix Sets* es mundial, excepto para los SRC proyectados, en los que se ha considerado un rectángulo envolvente que cubre la extensión de la Península y las islas Baleares, para EPSG:25830, y las islas Canarias, para EPSG:25828.

Aunque conceptualmente el datum ETRS89 sólo es aplicable a la placa euroasiática, quedando fuera por tanto las islas Canarias, se ha definido este SRC, en lugar de EPSG:32628 (datum WGS84-coordenadas UTM



TABLA 2  
Definición del Tile Matrix Set InspireCRS84Quad

InspireCRS84Quad	Nivel	Tamaño de píxel	Denominador de escala
Datum: WGS84 BBOX: (-180, -90) (180, 90) Origen: (-180, 90) Teselas: 256 × 256 px	0	0,703125000000000000	2,79541132014358E8
	1	0,351562500000000000	1,39770566007179E8
	2	0,175781250000000000	6,98852830035897E7
	3	0,087890625000000000	3,49426415017948E7
	4	0,043945312500000000	1,74713207508974E7
	5	0,021972656250000000	8735660,37544871
	6	0,010986328125000000	4367830,18772435
	7	0,005493164062500000	2183915,09386217
	8	0,002746582031250000	1091957,54693108
	9	0,001373291015625000	545978,773465544
	10	0,000686645507812500	272989,386732772
	11	0,000343322753906250	136494,693366386
	12	0,000171661376953125	68247,346683193
	13	0,000085830688476563	34123,6733415964
	14	0,000042915344238281	17061,8366707982
	15	0,000021457672119141	8530,91833539913
	16	0,000010728836059570	4265,45916769956
17	0,000005364418029785	2132,72958384978	

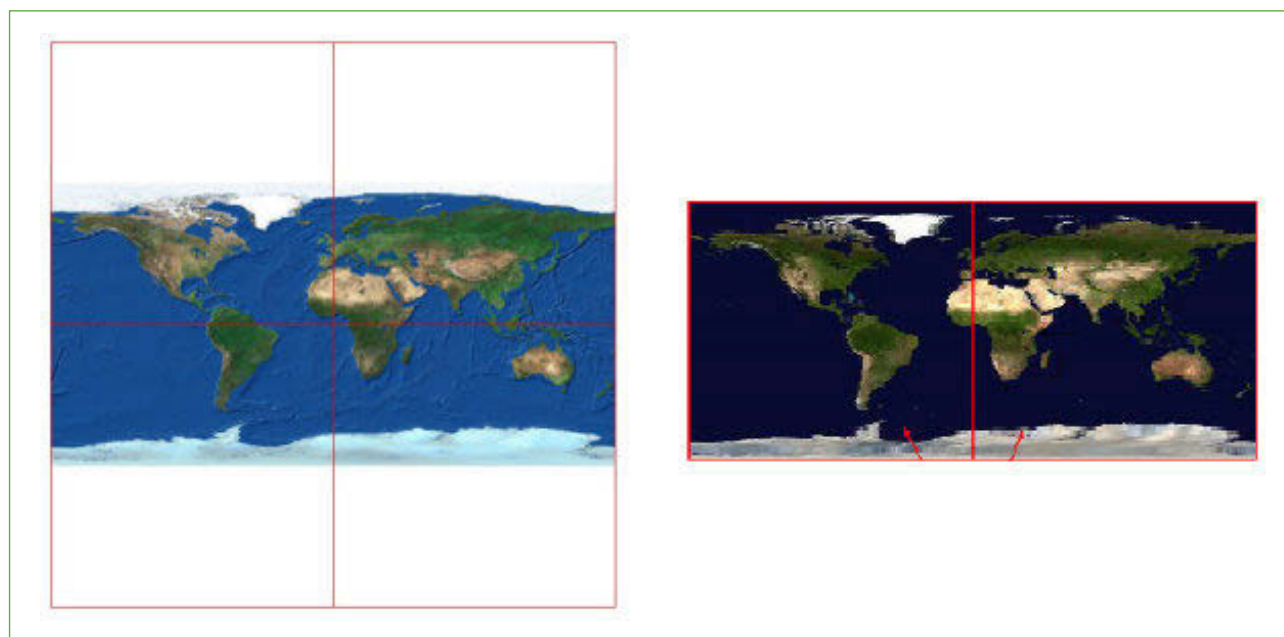


Figura 5: A la izquierda nivel 1 de GoogleCRS84Quad; a la derecha nivel 0 de InspireCRS84Quad.

huso 28), para facilitar la integración en el lado cliente, que dispondrá del datum ETRS89 para toda España, estimando que las discrepancias geométricas que se producen son asumibles para finalidades cartográficas a las escalas de visualización de este servicio.

Partiendo de las resoluciones definidas por Inspire para el *Tile Matrix Set InspireCRS84Quad*, se han definido el resto de *Tile Matrix Sets* con las mismas características. En algún caso se han definido más niveles, para cubrir escalas más grandes que la definida para el nivel 17 de Inspire.

A continuación se resumen en las siguientes tablas, los niveles, el tamaño del píxel y el denominador de la escala para cada *Tile Matrix Set* utilizado en los WMTS del nodo IDE del IGN:

TABLA 3  
*Definición del Tile Matrix Set GoogleMapsCompatible*

GoogleMapsCompatible	Nivel	Tamaño de píxel	Denominador de escala
Datum: WGS84 BBOX: (-2.003750834E7, -2.0037508E7) (2.003750834E7, 2.0037508E7) Origen: (-2.003750834E7, 2.0037508E7) Teselas: 256 × 256 px	0	1,4062500000000000	5.590822639508929E8
	1	0,7031250000000000	2,79541132014358E8
	2	0,3515625000000000	1,39770566007179E8
	3	0,1757812500000000	6,98852830035897E7
	4	0,0878906250000000	3,49426415017948E7
	5	0,0439453125000000	1,74713207508974E7
	6	0,0219726562500000	8735660,37544871
	7	0,0109863281250000	4367830,18772435
	8	0,0054931640625000	2183915,09386217
	9	0,0027465820312500	1091957,54693108
	10	0,0013732910156250	545978,773465544
	11	0,00068664550781250	272989,386732772
	12	0,00034332275390625	136494,693366386
	13	0,000171661376953125	68247,346683193
	14	0,000085830688476563	34123,6733415964
	15	0,000042915344238281	17061,8366707982
	16	0,000021457672119141	8530,91833539913
17	0,000010728836059570	4265,4591676995	

TABLA 4  
*Definición del Tile Matrix Set EPSG:4326*

EPSG:4326	Nivel	Tamaño de píxel	Denominador de escala
Datum: WGS84 BBOX: (-180, -90) (180, 90) Origen: (-180, 90) Teselas: 256 × 256 px	0	0,7031250000000000	2,79541132014358E8
	.	..	..
	.	..	..
	.	..	..
	17	0,000005364418029785	2132,72958384978

TABLA 5  
Definición del Tile Matrix Set EPSG:4258

EPSG:4258	Nivel	Tamaño de píxel	Denominador de escala
Datum: ETRS89	0	0,703125000000000000	2,79541132014358E8
BBOX: (-180, -90) (180, 90)	.	..	..
Origen: (-180, 90)	17	0,000005364418029785	2132,72958384978
Teselas: 256 × 256 px	18	0,0000026822090148925	1066,36479192489
	19	0,00000134110450744625	533,182395962445

TABLA 6  
Definición del Tile Matrix Set EPSG:25830

EPSG:25830	Nivel	Tamaño de píxel	Denominador de escala
Datum: ETRS89	10	0,00068664550781250	272989,386732772
BBOX: (-87120, 3921002) (1089714, 4875842)	11	0,00034332275390625	136494,693366386
Origen: (-87120, 4875842)	12	0,000171661376953125	68247,346683193
Teselas: 256 × 256 px	13	0,000085830688476563	34123,6733415964
	14	0,000042915344238281	17061,8366707982
	15	0,000021457672119141	8530,91833539913
	16	0,000010728836059570	4265,45916769956

TABLA 7  
Definición del Tile Matrix Set EPSG:25828

EPSG:25828	Nivel	Tamaño de píxel	Denominador de escala
Datum: ETRS89	10	0,00068664550781250	272989,386732772
BBOX: (170000, 3060000) (673000, 3220000)	11	0,00034332275390625	136494,693366386
Origen: (170000, 3220000)	12	0,000171661376953125	68247,346683193
Teselas: 256x256 px	13	0,000085830688476563	34123,6733415964
	14	0,000042915344238281	17061,8366707982
	15	0,000021457672119141	8530,91833539913
	16	0,000010728836059570	4265,45916769956

En los *Tile Matrix Sets* configurados de forma que el primer nivel no empieza en 0, como es el caso de los SRC proyectados definidos (EPSG:25830 o EPSG:25828), se debe tener en cuenta que GeoServer internamente siempre identifica el primer nivel como 0.

Los formatos en los que se pueden servir las imágenes son PNG, que es uno de los formatos obligatorios según Inspire, y el formato JPEG, que es el elegido a la hora de ejecutar la carga inicial de la caché del servicio de ortofotos PNOA desde el CNIG.

La aplicación *GeoWebCache* permite establecer una configuración mediante la cual se agrupan en teselas más grandes, denominadas *metateselas (metatiles)*, las teselas que constituyen cada nivel del *Tile Matrix Set*, como se muestra en la figura 6.

De esta forma, ante una petición se genera la metatesela y se divide en teselas del tamaño definido antes de ser servidas y almacenadas en caché. Esta configuración, ideada para evitar las duplicidades en el etiquetado de elementos, se traduce en un mejor rendimiento siempre que no se definan metateselas demasiado grandes que aumenten el consumo de memoria hasta el nivel de provocar problemas.

En nuestro caso hemos definido metateselas formadas por 16 teselas (matrices de 4 x 4), lo que ha reducido los tiempos de ejecución de generación de la caché.

Por último cabe destacar que los registros de metadatos del servicio WMTS y de la capa *Ol.OrthoimageCoverage* se han redactado conforme al Reglamento sobre metadatos Inspire [13], y puede accederse a ellos mediante el correspondiente enlace desde el documento de capacidades que describe al servicio a través de la operación *GetCapabilities*.

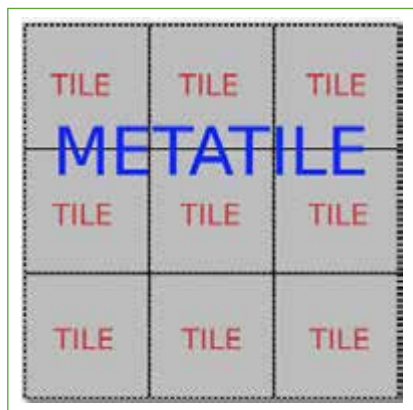


Figura 6. Metatesela formada por una matriz de 3 x 3 teselas.

#### 4.2. Carga inicial de la caché del servicio

Antes de publicar el servicio WMTS de ortofotos del PNOA, se ha procedido a realizar una carga masiva de la caché de teselas, para todos *Tile Matrix Sets* definidos, en formato JPEG y hasta el nivel 14 (escala aproximada 1:17.000). Además, se han completado algunas zonas del nivel 15 (escala aproximada 1:8.500).

Somos conscientes de que la demanda de ortofotos llega a escalas mayores, sin embargo ha habido que buscar un equilibrio entre lo deseable y lo factible, teniendo en cuenta el tiempo empleado en la generación de la caché y la frecuencia con la que se actualizan las coberturas parciales de ortofotos de PNOA, con un promedio de una vez cada uno o dos meses.

Hay que tener en cuenta que aunque se ofrecen los *Tile Matrix Sets* EPSG:4326 e *InspireCRS84Quad*, ambos son equivalentes. El primero aparece por defecto en *GeoServer* y el segundo se incluye para satisfacer el requerimiento Inspire. Sin embargo esto no se traduce en una duplicidad de almacenamiento ni de tiempo de procesamiento gracias al empleo de enlaces simbólicos. Se trata de un recurso informático sobre sistemas *Unix* o *Linux*, que permiten acceder a un directorio o fichero que se encuentra físicamente en otra ubicación.

Para solventar las duplicidades que se podrían dar con los distintos nombres que admite el *Tile Matrix Set* EPSG:3857, también se han creado enlaces simbólicos entre este, EPSG:900913 y *GoogleMapsCompatible*.

Para llevar a cabo la fase de «precacheo» se han valorado distintas alternativas.

La primera que se ha planteado ha sido utilizar la interfaz gráfica que ofrece *GeoWebCache* (véase figura 7) para lanzar peticiones al servicio WMTS especificando como parámetros el número de hilos, el formato de las teselas, los niveles



Figura 7: Interfaz gráfica de GeoWebCache.



inicial y final y las coordenadas de la región a cachear. Esta opción permite dos tipos de operaciones, *seed* para generar teselas sin regenerarlas en caso de que ya existan, y *reseed* para generarlas también en caso de que existan, sobrescribiéndolas. Además permite la operación *truncate* para eliminar teselas.

Esta alternativa no ha resultado adecuada para nuestro propósito ya que obligaba a introducir a mano los parámetros cada vez que se lanzaba una operación de «precacheo». Además, se ha comprobado que a partir de cierto nivel o escala no es recomendable trabajar con áreas demasiado extensas por lo que se multiplica el número de operaciones a realizar.

Por este motivo, se ha evaluado la segunda de las opciones que ofrece *GeoServer* para trabajar con *GeoWebCache* sin necesidad de usar la interfaz gráfica. Se trata de la *API REST de GeoWebCache*, una interfaz de programación que permite, entre otras cosas, rellenar la caché de una capa a través del envío de peticiones de tipo HTTP POST mediante la herramienta CURL.

CURL es una herramienta de código abierto para transferir datos por línea de comando mediante sintaxis URL empleando distintos protocolos de comunicación. Se muestra a continuación un ejemplo de este tipo de peticiones:

```
curl -v -u usuarioGeoServer:contraseñaGeoServer -XPOST -H "Content-type: text/xml" -d
"<seedRequest><name>layers</name><srs><number>4326</number></srs><bounds><coords>
<double>Xmin</double><double>Ymin</double><double>Xmax</double><double>Ymax</d
ouble></coords></bounds><zoomStart>NivelInicial</zoomStart><zoomStop>NivelFinal</zoo
mStop><format>image/jpeg</format><type>seed</type><threadCount>4</threadCount></s
eedRequest>" "http://IP-servidor:8080/geoserver/gwc/rest/seed/layers.xml"
```

En definitiva, por tanto, se están definiendo los mismos parámetros que a través de la interfaz gráfica de *GeoWebCache*. Sin embargo, la ventaja de este método es que nos permitió automatizar en parte el proceso de «precacheo» gracias a que generamos un archivo de procesamiento por lotes (script escrito en java) para lanzar las peticiones según los parámetros definidos de antemano y almacenados en un fichero de texto, reutilizable en trabajos posteriores de «precacheo».

Para lanzar la carga de la caché a partir del nivel 11 (escala aproximada 1:136.000) ha sido necesario subdividir la superficie de España en regiones más pequeñas y calcular las coordenadas de los *bounding box* de esos recintos en los distintos SRC.

Ha habido una serie de circunstancias que nos han hecho replantearnos el uso de esta segunda alternativa, que en principio habíamos dado como válida cuándo aún trabajábamos con la versión 2.1.0 de *GeoServer*.

Una de ellas es que esta metodología de trabajo no consigue completar un determinado nivel mediante una única operación. Es decir, la experiencia nos dice que son necesarias varias iteraciones para completar la tarea, y además, es necesaria una comprobación manual que lo corrobore, es decir, no se dispone de un informe automático de resultados.

Esto unido a que, tras migrar a la versión 2.2.2 de *GeoServer*, la operación *seed* no funcionaba como se esperaba, es decir, volvía a regenerar teselas ya existentes, al igual que la operación *reseed*, nos ha hecho replantearnos que esta fuera la alternativa definitiva.

Por tanto, la tercera opción planteada y que ha resultado ser la escogida, ha sido *realizar al servicio peticiones de tipo GetTile* para ir completando cada nivel en función de la zona que se desee cachear.

Las peticiones *GetTile*, ejecutadas sobre el entorno de desarrollo, tienen la siguiente sintaxis:

```
http://IPdesarrollo:8080/geoserver/gwc/service/wmts?FORMAT=image/jpeg&VERSION=1.0.0&SERVICE=WMTS&REQUEST=GetTile&EXCEPTIONS=application/vnd.ogc.se_inimage&LAYER=OI.OrthoimageCoverage&SRS=EPSG:4326&STYLE=default&TILEMATRIXSET=InspireCRS84Quad&TILEMATRIX=15&TILEROW=9104&TILECOL=31858
```

Por tanto, ha sido necesario calcular los mínimos y máximos *TileCol* y *TileRow* (véase figura 3) correspondientes a cada nivel (*Tile Matrix*) en función de la región que se quiera «precachear».

Se ofrecen a continuación las fórmulas empleadas en estos cálculos:

```
minTileCol = floor ( (XminRegion - XminTileMaTriXSet) / tamaño tesela )
maxTileCol = floor ( (XmaxRegion - XminTileMaTriXSet) / tamaño tesela )
minTileRow = floor ( (YmaxTileMaTriXSet - YmaxRegion) / tamaño tesela )
maxTileRow = floor ( (YmaxTileMaTriXSet - YminRegion) / tamaño tesela )
```

donde,

Tamaño tesela = resolución del nivel × 256

Función floor: devuelve el menor entero de la expresión

También en este caso se ha preparado un programa en java que permite automatizar la carga masiva de la caché. En su definición se ha tenido en cuenta el concepto anteriormente explicado de metatesela, de manera que para la configuración establecida de metateselas de 4 × 4 teselas, el script solicita sólo una de cada 16 peticiones consecutivas, con el consiguiente ahorro de tiempos.

Al finalizar el proceso, el *script* genera un informe de resultados, recopilando las teselas almacenadas y el tiempo empleado en generarlas.

La principal ventaja de la opción escogida es que es capaz de completar un determinado nivel en una única operación, sin necesidad de iteraciones, excepto que se produzca algún corte en la red o se produzca cualquier otra circunstancia que motive que la respuesta del servidor sea un código de error.

Esta circunstancia también está prevista y las peticiones erróneas se vuelcan a un fichero de *logs*, posibilitando que vuelvan a ser lanzadas sólo las que han fallado, mediante la ejecución de un segundo *script* basado en el anterior.

A modo de ejemplo se resumen en la tabla 8 los tiempos empleados para el *Tile Matrix Set InspireCRS84Quad*.

### 4.3. Mantenimiento del servicio

Puesto que las ortofotos del proyecto PNOA están en constante evolución se ha planificado un proceso de actualización para el servicio WMTS, consistente en:

- Identificar, basándose en las coordenadas de la zona actualizada, las teselas que están almacenadas en caché y que deben eliminarse. Para ello es necesario calcular los valores mínimos y máximos de los índices de las teselas, es decir, los mínimos y máximos valores de *TileCol* y *TileRow*.

TABLA 8  
*Tiempos para la carga completa de los niveles del  
 Tile Matrix Set InspireCRS84Quad*

InspireCRS84Quad	Tiempo aproximado	Datos servidos
Niveles 0 a 9	7 minutos	Imagen satélite Spot
Nivel 10	7 minutos	
Nivel 11	20 minutos	
Nivel 12	1 hora 30 minutos	
Nivel 13	11 horas 30 minutos	Ortofotos PNOA
Nivel 14	40 horas	

- Una vez eliminadas las teselas antiguas, se vuelve a lanzar la carga de teselas correspondiente a la zona actualizada, y se sustituye la caché del entorno de producción por la nueva caché generada con las teselas actualizadas y las teselas que no han sufrido cambios.

## 5. CONCLUSIONES

Los servicios WMTS del nodo IDE del IGN, como el de imágenes de satélite y ortofotografías del PNOA, se han implementado de acuerdo con la especificación OGC y con el perfil Inspire de WMTS 1.0.0 que establece la guía técnica sobre servicios de visualización Inspire.

El análisis de las estadísticas de uso de los servicios WMTS del IGN revela que todavía es bastante escaso el empleo de este tipo de servicios teselados, en comparación con sus correspondientes servicios de visualización Inspire WMS 1.3.0, aún cuando cada vez son más los clientes que ofrecen la posibilidad de conexión a estos servicios WMTS.

Además, se han detectado en ocasiones consultas masivas al servicio WMS del PNOA con parámetros que serían más adecuados para servicios teselados. De hecho se está utilizando el *software Varnish* que actúa como una caché para aplicaciones web y que permite mitigar la pérdida de rendimiento debida a este tipo de consultas.

En definitiva, queremos recomendar el empleo de este tipo de servicios que vienen a dar respuesta a la creciente demanda de servicios de mapas por Internet, de una manera no solo más eficaz sino también normalizada.

Como objetivo futuro se plantea la incorporación del atributo `xml:lang` en los elementos XML del documento de capacidades del servicio para cumplir el requisito de multilingüismo. Por último, sólo nos queda recomendar a las organizaciones que estén publicando servicios de visualización que tengan mucha demanda y cuyos datos no se actualicen con excesiva frecuencia, que implementen servicios teselados WMTS-Inspire por el gran salto cualitativo que ello supone en el rendimiento del servicio, uno de los puntos más débiles de los WMS.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Open GeoSpatial Consortium, <http://www.opengeospatial.org/>.
- [2] OGC 07-057r7, OpenGIS® Web Map Tile Service Implementation Standard.
- [3] OGC 6-042, Web Map Service WMS Implementation Specification.
- [4] Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire).

- [5] Technical Guidance for the implementation of Inspire View Services.
- [6] Web Mapping Service-Cached, [http://wiki.osgeo.org/wiki/WMS\\_Tile\\_Caching](http://wiki.osgeo.org/wiki/WMS_Tile_Caching).
- [7] Open Source Geospatial Foundation (OSGeo), <http://www.osgeo.org>.
- [8] Tile Map Service Specification (OSGeo), [http://wiki.osgeo.org/wiki/Tile\\_Map\\_Service\\_Specification](http://wiki.osgeo.org/wiki/Tile_Map_Service_Specification).
- [9] Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España (LISIGE).
- [10] D2.8.III.3 Data Specification on Orthoimagery-Draft Technical Guidelines.
- [11] Canal RSS del directorio servicios de IDEE, <http://www.idee.es/DirectorioServicios/rss>.
- [12] Canal RSS de noticias del IGN-CNIG, <http://www.ign.es/ign/rss>.
- [13] Inspire Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO19119.



# Una aplicación inteligible de validación de servicios INSPIRE

FRANCISCO J. LÓPEZ-PELLICER (1), JESÚS BARRERA (2), ANTONIO F. RODRÍGUEZ (3), PALOMA ABAD POWER (3), JOSÉ M. AGUDO MOLINA (1), F. JAVIER ZARAGOZA-SORIA (1) y RUI PEDRO JULIÃO (4)

## Resumen

La aplicación de la Directiva INSPIRE requiere verificar la conformidad de un amplio número de Servicios de Red con las Normas de Ejecución de dicha directiva. Verificar la conformidad de esos servicios con INSPIRE es un proceso complejo que requiere el uso de software especializado que suele generar informes ininteligibles. Este tipo de software debería explicar cómo se ha realizado la verificación e identificar la no conformidad y sus causas de una forma comprensible. Además, esas herramientas suelen requerir para su uso un elevado grado de conocimiento técnico (programadores, administradores de sistemas, expertos en Servicios de Red, etc.) que hace muy difícil a partes interesadas no técnicas (usuarios finales, gestores, expertos en un dominio, etc.) participar de forma efectiva en el proceso de conformidad e incluso comprender las implicaciones reales de los resultados de no conformidad. Esta situación puede llegar a provocar desinterés e incluso causar el desistimiento en la resolución de los problemas de no conformidad.

Con el objetivo de facilitar la participación de todas las partes interesadas, esta comunicación presenta una aproximación para verificar la conformidad de Servicios de Red OGC basada en un proceso de desarrollo de software denominado BDD (Behaviour Driven Development). Este proceso enfatiza la participación de las partes no técnicas en el diseño de las pruebas. Se caracteriza por describir el comportamiento observable esperado de un proceso utilizando un lenguaje controlado en un documento pensado para ser leído por usuarios humanos y, al mismo tiempo, para ser ejecutado por máquinas.

Un resultado concreto de esa aproximación a la conformidad es una herramienta de conformidad de Servicios de Visualización y Descubrimiento INSPIRE que próximamente estará disponible en el geoportal de la IDEE. Las pruebas genéricas de esa herramienta están especificadas en inglés, español y portugués con la ayuda de Gherkin, un lenguaje natural de especificación, y pueden ser ejecutadas para validar la conformidad de un servicio concreto con la herramienta de validación Cucumber.

## Palabras clave

INSPIRE, Servicios de Red, WMS, CSW, Conformidad, BDD, Gherkin, Cucumber.

## 1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de la Directiva INSPIRE requiere verificar la conformidad de determinados Servicios de Red con las Normas de Ejecución de dicha Directiva. En la práctica, esta tarea asume la existencia de herramientas de *software* especializadas que automatizan total o parcialmente dicho proceso. Estas herramientas suelen requerir para su uso un elevado grado de conocimiento técnico (programadores, administradores de sistemas, expertos en Servicios de Red, etc.) que hace muy difícil a partes interesadas no técnicas (usuarios finales, gestores, expertos en

(1) Universidad Zaragoza IAAA: {fjlopez, joselilo, javy}@unizar.es

(2) GeoSpatiumLab S.L.: jesusb@geoslab.com

(3) Instituto Geográfico Nacional: {afrodriguez, pabad}@fomento.es

(4) Universidade Nova de Lisboa Departamento Geografia e Planeamento Regional: rpj@fctsh.unl.pt

un dominio, etc.) participar de forma efectiva en el proceso de conformidad e incluso comprender las implicaciones reales de los resultados de no conformidad identificados por dichas herramientas.

Este artículo desarrolla y concreta una aproximación presentada en las III Jornadas Ibéricas de Datos Espaciales [1] para verificar la conformidad de Servicios de Red. Esta aproximación, que está alineada con la Norma ISO 19105 [2], se basa en buenas prácticas de la Ingeniería de Software para el desarrollo y puesta en práctica de pruebas de aceptación denominadas *Desarrollo Guiado por el Comportamiento (Behavior-driven development o BDD)* [3]. El principio rector seguido es que los intereses de las partes no técnicas involucradas en INSPIRE y la perspicacia técnica de los desarrolladores, ambos, guíen el proceso de verificación de la conformidad.

Este artículo presenta tres contribuciones. La primera contribución es un análisis de las similitudes y las diferencias con la Norma ISO 19105 del lenguaje Gherkin<sup>1</sup> y de la herramienta Cucumber<sup>2</sup>, dos de las herramientas de software más utilizadas en BDD [4]. La segunda contribución es la descripción de una metodología sencilla para la elaboración de colecciones de pruebas genéricas (ATS) y colecciones de pruebas ejecutables (ETS) multilingües utilizando herramientas BDD. Esta metodología se ha aplicado en la elaboración de ATS y ETS para verificar la conformidad de Servicios de Visualización y de Descubrimiento con las Normas de Ejecución de la Directiva INSPIRE. Finalmente, la tercera contribución es un prototipo de aplicación Web de acceso público<sup>3</sup> capaz de ejecutar dichos ETS para verificar la conformidad de Servicios de Visualización y Descubrimiento concretos con las Normas de Ejecución. Una versión más avanzada se encontrará próximamente disponible en el geoportal de la IDEE.

## 2. ¿QUÉ ES BDD?

Durante la inyección de una herramienta de validación de la conformidad con las Normas de Ejecución de la Directiva INSPIRE para el portal de la IDEE se llegó a la conclusión que la mejor manera de hacer útil e inteligible dicha herramienta a las partes interesadas no técnicas era seguir una aproximación basada en el Desarrollo Guiado por el Comportamiento (Behavior-driven development o BDD) [3]. BDD es un término de la Ingeniería de Software que identifica a un tipo de proceso de desarrollo de software guiado por pruebas en el que expertos en un dominio y desarrolladores de software colaboran con el objetivo de crear software con valor añadido. Aunque BDD representa la idea de que el desarrollo de software debe involucrar a los expertos en el dominio, en la práctica BDD asume que existe un conjunto de herramientas especializadas que soportan este proceso. Estas herramientas son el elemento clave de BDD y sirven para automatizar especificaciones semi-formales inteligibles que validan el comportamiento del sistema que han sido elaboradas y validadas por las partes interesadas y los desarrolladores. Es decir, si somos capaces de escribir los requisitos de implementación de las Guías Técnicas como especificaciones BDD, las herramientas BDD podrían ejecutar dichas especificaciones. Y no solo eso, si además aplicamos la idea de que el desarrollo de dichas especificaciones debe involucrar a expertos en el dominio no técnicos se conseguiría el objetivo propuesto de hacer útil e inteligible la herramienta de validación.

Gherkin es uno de los formatos en el que estas especificaciones en texto plano se escriben (ficheros con extensión .feature). Por defecto Gherkin asume que se va a escribir en inglés la especificación y que se va a utilizar términos controlados como Feature (requisito), Scenarió (prueba), Given (paso de un método de prueba que lleva el sistema a sus estado inicial), When (paso de un método de prueba) y Then (paso de un método de prueba que analiza un resultado) para estructurar la especificación. Otros términos como And y But sirven para dividir un método de prueba complejo en tareas simples.

Gherkin proporciona términos controlados para más de 40 idiomas. Por ejemplo, el Listado 1 muestra un ejemplo de especificación de comportamiento escrita en español en Gherkin. La Tabla 1 nos proporciona un ejemplo de las facilidades de Gherkin ofrecidas para redactar especificaciones en diversos idiomas.

<sup>1</sup> <https://github.com/cucumber/cucumber/wiki/Gherkin>

<sup>2</sup> <http://cukes.info/>

<sup>3</sup> <http://martin.cps.unizar.es:8080/servicesValidator/>

## LISTADO 1

*Una especificación del comportamiento deseado de un visualizador*

```

1 # language: es
2 Característica: Visualizar KML
3 Como usuario final
4 Para poder añadir contenido personalizado en el visualizador
5 Quiero cargar ficheros KML
6
7 Escenario: Añadir un KML desde un fichero
8 Dado que he oprimido el botón "Añadir información en formato KML"
9 Y se ha abierto el diálogo "Añadir información en formato KML"
10 Cuando selecciono la opción "Desde local"
11 Y oprimo el botón "Elegir fichero"
12 Y selecciono el fichero FabricaDeArmas.kml
13 Y oprimo el botón "Cargar"
14 Entonces el visualizador debe mostrarme un pin con el nombre "Campus
    Tecnológico de la Fábrica de Armas" en las coordenadas 39.865, -4.041
15
16 Esquema del escenario: Añadir un KML desde una URL
17 Dado que he oprimido el botón "Añadir información en formato KML"
18 Y se ha abierto el diálogo "Añadir información en formato KML"
19 Cuando selecciono la opción "Desde la Web"
20 Y escribo "<url>" en el campo "URL"
21 Y oprimo el botón "Cargar"
22 Entonces el visualizador debe mostrarme una colección denominada
    "<nombre>" con <numero> <tipo>
23
24 Ejemplos:
25 | url | nombre | numero | tipo |
26 | https://... | Campus de Toledo | 11 | polígonos |
27 | https://... | Universidad de Castilla la Mancha | 6 | puntos |
  
```

TABLA 1

*Palabras claves de Gherkin equivalentes en inglés, español y portugués*

Inglés	Español	Portugués
	#Language: es	#Language: pt
Feature	Característica	Funcionalidade   Característica   Caracteristica
Background	Antecedentes	Contexto   Cenário de Fundo   Cenario de Fundo   Fundo
Scenario	Escenario	Cenário   Cenario
Scenario Outline	Esquema del escenario	Esquema do Cenário   Esquema do Cenariol Delineação do Cenário   Delineacao do Cenario
Examples	Ejemplos	Exemplos   Cenários   Cenarios
Given	Dado   Dada   Dados   Dadas	Dado   Dada   Dados   Dadas
When	Cuando	Quando
Then	Entonces	Então   Entao
And	Y	E
But	Pero	Mas

Cucumber es una de las herramientas más populares para automatizar la ejecución de especificaciones Gherkin. Cuando Cucumber ejecuta un paso (Given, When, Then, And o But) en un Scenario busca la definición correspondiente de dicho paso correspondiente para ejecutarla. Una Definición de Paso (Step Definition) es una pieza de código anotada con un patrón o expresión regular [5]. El patrón es utilizado para enlazar dicho código con todos los pasos que dicha expresión capture, y el código será lo que Cucumber ejecute cuando evalúe un paso en una especificación Gherkin. El Listado 2 muestra un ejemplo de código Java anotado como Definición de Paso aplicable al Listado 1 gracias a las anotaciones proporcionadas por la versión de Cucumber para lenguajes ejecutables sobre la máquina virtual de Java, Cucumber-JVM<sup>4</sup>.

LISTADO 2  
Ejemplo de Definiciones de Paso en Java

```

1  public class ImplementacionPruebas {
2
3      @Dado("que he oprimido el botón \"(.+)\")
4      @Cuando("oprimo el botón \"(.+)\")
5      public void oprimirUnBotonVisible(String nombre){...}
6
7      @Dado("se ha abierto el diálogo \"(.+)\")
8      public void comprobarExisteDialogoAbierto(String nombre){...}
9
10     @Cuando("selecciono la opción \"(.+)\")
11     public void seleccionarUnaOpcionEnUnCheckboxVisible(String nombre){...}
12
13     @Cuando("selecciono el fichero \"(.+)\")
14     public void seleccionarFicheroUtilizandoDialogoDeSistema(String nombre){...}
15
16     @Cuando("escribo \"(.+)\" en el campo \"(.+)\")
17     public void escribirEnCampoDeTexto(String texto, String etiquetaDeCampo){...}
18
19     @Entonces("el visualizador debe mostrarme un pin con el nombre \"(.+)\", en
20     las coordenadas (??\d+\.\d+), (??\d+\.\d+)")
21     public void comprobarExistePinEnVisualizador(String nombre, double latitud,
22     double longitud){...}
23
24     @Entonces("el visualizador debe mostrarme una colección denominada \"(.+)\",
25     con (\d+) (.+)")
26     public void comprobarVisualizaColeccion (String nombre, int numero, String
27     tipo) {...}
28
29 }

```

Una vez que tenemos un la especificación de un requisito en Gherkin (fichero .feature) y las Definiciones de Paso correspondientes podemos utilizar Cucumber para automatizar la ejecución de la prueba del requisito. Cucumber generará un informe basado en la propia especificación del requisito que ofrecerá una traza de la ejecución de la especificación indicando llegado el caso el paso en el que se ha producido algún error (Listado 3).

<sup>4</sup> <https://github.com/cucumber/cucumber-jvm>

### LISTADO 3 *Informe de ejecución de la especificación*

```
1 $ cucumber.sh —modo implicado visualizador.feature
2 Característica: Visualizar KML
3 Como usuario final
4 Para poder añadir contenido personalizado en el visualizador
5 Quiero cargar ficheros KML
6 Escenario: Añadir un KML desde un fichero
7 Dado que he oprimido el botón "Añadir información en formato KML" (PASA)
8 Y se ha abierto el diálogo "Añadir información en formato KML" (PASA)
9 Cuando selecciono la opción "Desde local" (PASA)
10 Y oprimo el botón "Elegir fichero" (PASA)
11 Y selecciono el fichero FabricaDeArmas.kml (ERROR)
12 No se ha encontrado el fichero FabricaDeArmas.kml
13 Y oprimo el botón "Cargar"
14 Entonces el visualizador debe mostrarme un pin con el nombre "Campus Tecnológico de
15 la Fábrica de Armas" en las coordenadas 39.865, ?4.041
16
```

### 3. CUCUMBER, GHERKIN Y LA NORMA ISO 19105

La Norma ISO 19105 proporciona el armazón conceptual para la verificación de la conformidad dentro del campo de la información geográfica. La definición de pruebas y su implementación para Servicios de Red siguiendo esta Norma es una tarea compleja. La iniciativa denominada Compliance Testing Program (CITE) iniciada por OGC en el año 2003 es un buen ejemplo. CITE ha desarrollado un lenguaje XML que mezcla expresiones XSLT denominado CTL [6] para especificar pruebas genéricas y su implementación. Estas pruebas pueden ser ejecutadas por la herramienta TEAM Engine, también desarrollado por el programa CITE.

TEAM Engine y CTL permiten desarrollar conjuntos de pruebas genéricas y conjuntos de pruebas ejecutables en los términos que exige la Norma ISO 19105. Es razonable plantearnos si Cucumber y Gherkin permiten también desarrollar conjuntos de pruebas conformes con dicha Norma. La Tabla 2 muestra las similitudes que existen entre los conceptos que manejan la Norma ISO 19105, Cucumber y Gherkin cuando se refieren a requisitos, pruebas y métodos. En general hay una correspondencia reconocible entre conceptos relacionados con la prueba de un requisito particular. Sin embargo Cucumber y Gherkin no proporcionan un mecanismo robusto para dar soporte a los conjuntos de pruebas definidos en la Norma. La experiencia muestra que un desarrollador puede sin mucha dificultad organizar físicamente los ficheros .feature emulando la estructura jerárquica de un conjunto de pruebas.

TABLA 2  
 Similitudes entre conceptos

ISO 19105	Definición	Cucumber/Gherkin	Definición
Requisito	Característica deseable	<i>Feature</i>	Característica deseable
Prueba Genérica	Prueba genérica para un requisito particular	<i>Scenario</i>	Prueba genérica para una característica ( <i>Feature</i> ) determinada
Método de prueba genérica	Método para probar implementaciones independientemente de cualquier procedimiento particular; debe incluir el criterio de veredicto de la prueba	<i>Step List</i>	Un escenario se descompone en pasos que describen textualmente acciones o condiciones; da un resultado positivo si en el periodo de pruebas todos los pasos tienen implementación ( <i>Step Definition</i> ) y se ejecutan todos los pasos sin detectarse una condición de error.
Prueba ejecutable	Prueba específica de una implementación para satisfacer requisitos particulares	<i>Step Definition</i>	Prueba parametrizable en un lenguaje de implementación concreto. Los parámetros se extraen de la descripción textual del paso. Una expresión regular asociada a la definición se utiliza para determinar en tiempo de ejecución su vinculación con distintos pasos.
Módulo de pruebas genéricas	Conjunto de pruebas genéricas relacionadas	<i>Tagged Features</i>	Conjunto de características anotadas con la misma etiqueta (@importante, @obligatoria, etc.). Las etiquetas son un mecanismo para organizar características y escenarios en Gherkin.
Conjunto de pruebas genéricas (ATS)	Módulo de pruebas genéricas que especifican todos los requisitos de conformidad que deben satisfacerse		
Conjunto de pruebas ejecutables (ETS)	Conjunto de pruebas ejecutables		Conjunto formado por una serie de <i>Features</i> y una serie de <i>Step Definitions</i> que van a ser utilizados por una herramienta para probar un sistema.

La Tabla 3 analiza las similitudes entre el proceso de evaluación propuesto en la Norma y el proceso que se sigue al utilizar Cucumber y Gherkin. Es bastante evidente que Cucumber y Gherkin poseen algunas características interesantes para su uso durante un proceso de evaluación como es el hecho de automatizar la ejecución del ETS y la generación del informe de la prueba de conformidad. Sin embargo, Cucumber incorpora en su código un determinado criterio de evaluación de resultados.

TABLA 3  
*Similitudes en el proceso de evaluación*

ISO 19105	Descripción	Cucumber/Gherkin	Descripción
Preparación para la prueba	Elaboración de las ATS identificación de los requisitos relevantes, creación de las pruebas ejecutables, configurar parámetros de ejecución para el sistema bajo prueba.	Preparación para la prueba	Elaboración de las <i>Features</i> , sus <i>Scenarios</i> y <i>Steps</i> , identificar las <i>Features</i> relevantes mediante <i>Tags</i> , crear las definiciones de los pasos, configurar parámetros de ejecución del sistema bajo prueba.
Período de pruebas	Ejecución de un ETS para un sistema bajo prueba.	Ejecución de la prueba	En tiempo de ejecución <i>Cucumber</i> recorre las <i>Features</i> seleccionadas iterando la <i>Step List</i> de cada <i>Scenario</i> . Para cada paso se ejecuta la definición de paso que le corresponde determinando el éxito de la prueba. Si falla lanzando una excepción se considera un resultado negativo. La correspondencia se descubre en tiempo de ejecución buscando aquella definición de paso cuya expresión regular capture la descripción del paso.
Análisis de resultados	Evaluación de los resultados de pruebas. Se puede solapar con el período de pruebas.		
Informe de la prueba de conformidad	Documentación de los resultados de la prueba de conformidad.		

Sin embargo, aun cuando ISO 19105, Cucumber y Gherkin tienen aspectos similares, hoy por hoy, no poseen la misma capacidad expresiva que ISO 19105. Por ejemplo, podemos señalar que no tienen un buen soporte para expresar requisitos de conformidad condicionales, no disponen de una lógica ternaria en los veredictos, no pueden organizar las pruebas en jerarquías y niveles, y no hay un mecanismo para señalar la dependencia entre pruebas (Tabla 4).

TABLA 4  
*Limitaciones de Cucumber y Gherkin*

ISO 19105	Descripción	Limitación	Implicaciones
Requisitos de conformidad condicionales	Los requisitos de conformidad condicionales deben ser observados si las condiciones establecidas en la especificación se aplican.	Los pasos Given no tienen el rol de guarda condicional del escenario correspondiente.	No es compatible con esta semántica aquellos requisitos condicionales que sólo se puede comprobar si se cumple o no la condición una vez comenzado el periodo de pruebas.
Veredictos no concluyentes	Un veredicto no concluyente significa que la prueba no origina ni un veredicto positivo ni negativo.	No hay soporte para veredictos no concluyentes.	Los resultados tienen que ser analizados en detalle para identificar si hay falsos veredictos positivos o negativos que en realidad son veredictos no concluyentes.
Estructura jerárquica de los módulos de pruebas genéricas	Los módulos de pruebas genéricas pueden contener a su vez otros módulos de pruebas genéricas.	Los Tags no están pensados para organizar jerárquicamente las pruebas	Dificulta replicar la estructuración de un conjunto de pruebas muy jerarquizado.
Niveles de conformidad	Un nivel de conformidad es un tipo de conformidad en la que los requisitos de un nivel superior contienen todos los requisitos de niveles inferiores.	Los Tags no están relacionados entre sí.	Los Tags pueden utilizarse para identificar la pertenencia a clases y niveles de conformidad, sin embargo hay que declarar explícitamente todos los niveles de conformidad a los que una especificación pertenece.
Dependencia entre métodos de pruebas	Un método de prueba puede depender del resultado de las comprobaciones de otros métodos de prueba.	No hay soporte.	Complica la elaboración de las especificaciones al producir especificaciones que se solapan.

#### 4. METODOLOGÍA PARA LA ELABORACIÓN DE PRUEBAS ABSTRACTAS Y EJECUTABLES

En esta sección presentamos la metodología seguida basada en BDD para la elaboración de pruebas abstractas y de pruebas ejecutables para validar la conformidad de servicios de red de INSPIRE. Se compone de tres partes diferenciadas:

- *Elaboración de pruebas abstractas de referencia* redactadas en *Gherkin* a partir de los requisitos de implementación en el idioma original por parte de expertos en el dominio y desarrolladores.
- *Elaboración de pruebas ejecutables de referencia* compuestas por Definiciones de Paso (Step Definitions) en un lenguaje de programación concreto por parte de expertos en el dominio.
- *Traducción de las pruebas abstractas y las pruebas ejecutables a otro idioma* (y/o lenguaje de programación).

En una primera etapa, a partir del texto original de cada uno de los requisitos de implementación (por ejemplo el Listado 4), expertos en el dominio del problema (la parte implicada) y desarrolladores (la parte técnica) analizan cómo abordar su validación descomponiendo cada requisito en una serie de verificaciones independientes o escenarios. Cada escenario debe proporcionar un valor a la parte implicada en relación con el requisito. Este valor debe poder ser medido de forma objetiva. Los términos utilizados en la descripción del escenario, así como su método de prueba, deben ser, en la medida de lo posible, los términos que los expertos utilizarían. La redacción final de los métodos de prueba abstracta se realiza siguiendo el esquema *Given-When-Then* propuesto en *Gherkin*. El resultado es un documento .feature con una Feature que contiene uno o varios escenarios que a su vez se descomponen en varios pasos (por ejemplo el Listado 5).



## LISTADO 4

*Texto original de un requisito de implementación*

- 1 **Implementation Requirement 46:** Style shall be mapped to the <wms:Style> element. The
- 2 humanreadable name shall be mapped to the <wms:Title> element and the Unique Identifier shall be
- 3 mapped to the <wms:Name> element.

## LISTADO 5

*Interpretación consensuada entre los expertos y los desarrolladores*

- 1 **Feature:** Requirement 46
- 2 Style shall be mapped to the <wms:Style> element. The humanreadable name
- 3 shall be mapped to the <wms:Title> element and the Unique Identifier shall
- 4 be mapped to the <wms:Name> element.
- 5
- 6 **Scenario:** Check if every Style has a Title
- 7 **Given** the service's capabilities document
- 8 **And** prefix wms is http://www.opengis.net/wms
- 9 **Then** there is a wms:Name node in each wms:Style section
- 10 **And** there is a wms:Title node in each wms:Style section

A partir de este momento los desarrolladores comenzarán a desarrollar las pruebas ejecutables de forma incremental mediante el desarrollo de las Definiciones de Paso. El primer paso de dicho desarrollo es la identificación de los patrones que anotan las Definiciones de Paso. Este patrón será utilizado en tiempo de ejecución por la herramienta BDD seleccionada para ejecutar dicho código al ver que el patrón captura el texto asociado a un Paso. A modo de ejemplo, la Tabla 5 muestra patrones que se pueden utilizar en las Definiciones de Paso que implementan Pasos del Listado 5.

TABLA 5

*Ejemplos de patrones usados para anotar las Definiciones de Paso*

Línea	Expresión regular	Acción asociada
7	the service's capabilities document	Si no hay una copia cacheada del documento Capabilities XML del servicio bajo test lo obtiene mediante una petición GetCapabilities
8	prefix ([^\s]+) is ([^\s]+)	Comprueba que en la copia cacheada del documento Capabilities XML existe un determinado prefijo (primer grupo capturado) y tiene asociado un determinado namespace (segundo grupo capturado). De la línea 8 extraerá "wms" y "http://www.opengis.net/wms"
9 y 10	there is a ([^\s]+) node in each ([^\s]+) section	Comprueba que en la copia cacheada del documento Capabilities XML se cumple que todos los nodos con un determinado nombre (segundo grupo capturado) contienen un nodo determinado (primer grupo capturado). De la línea 9 extraerá "wms:Name" y "wms:Style". De la línea 10 extraerá "wms:Title" y "wms:Style"

El segundo paso es la implementación de las Definiciones de Paso. Es un proceso muy dependiente del lenguaje de programación y de la herramienta BDD seleccionada. Por ejemplo si nuestro lenguaje de programación es Java y la herramienta BDD seleccionada es *Cucumber-JVM* utilizaremos las anotaciones Java @Given, @Then y

@When para indicar qué métodos deben ser considerados como Definiciones de Paso y asociarles su correspondiente patrón. A modo de ejemplo, el Listado 6 muestra cómo se anotaría el código con los patrones identificados en la Tabla 5.

LISTADO 6  
*Anotaciones Given-Then-When en acción*

```

1 public class ImplementacionPruebasWMS {
2     ...
3     @Given("the service's capabilities document")
4     public void cachearCapabilities() {...}
5
6     @Given("prefix" ([^\s]+) is ([^\s]+)")
7     public void ligarNamespace(String prefix, String namespace) {...} 8
8
9     @Then("there is a ([^\s]+) node in each ([^\s]+) section")
10    public void comprobarExistencia(String nodoHijo, String nodoPadre) {...}
11    ...
12 }
13
  
```

Durante el periodo de prueba, el código que contiene las Definiciones de Paso debe estar situado en una localización conocida por la herramienta BDD seleccionada para que pueda ser ejecutado el código correspondiente al Paso que esté examinando la herramienta.

Todo el esquema descrito anteriormente puede ser adaptado a situaciones donde se requiera una solución multilingüe. La aproximación más natural es tomar como Implementación de Referencia (IR) ATS y ETS ya desarrollados en un idioma y traducirlos al resto de idiomas (y/o lenguajes de programación). En ese caso los pasos a seguir son:

- *Traducir pruebas abstractas.* Cada prueba abstracta de la IR expresada en Gherkin es traducida al nuevo idioma. Como vimos anteriormente, Gherkin proporciona un juego de palabras claves equivalentes en más de 40 idiomas y obliga, cuando no está en inglés, a añadir una anotación al documento para identificar el idioma en el que estará escrito (Listado 7).
- *Extraer patrones.* Se extraen nuevos patrones para anotar las Definiciones de Paso correspondientes. Si la traducción de la IR se ha hecho con cuidado es posible que cada patrón utilizado en la IR se corresponda con un único patrón en el nuevo idioma (Tabla 6).
- *Reutilizar pruebas ejecutables.* Se implementan las Definiciones de Paso reutilizando, en la medida de lo posible, las Definiciones de Paso de la IR. Este proceso es muy dependiente de la herramienta BDD seleccionada. Por ejemplo, el Listado 8 muestra que es trivial en Cucumber-JVM asociar un método Java con patrones en diferentes idiomas.

LISTADO 7  
*Equivalencia en español de la prueba abstracta*

```

1 #language:es
2 Característica: Requisito 46
3 Los estilos se encuentran emparejados en el elemento <wms:Style>.
4 El nombre legible para humanos se encuentra en el elemento <wms:Title> y
5 el identificador único se encuentra en el element
6
7 Escenario: Comprobar si cada estilo tiene un título
8 Dado el documento de capabilities del servicio
9 Y la URI para el prefijo wms es http://www.opengis.net/wms
10 Entonces existe un nodo wms:Name en cada sección wms:Style
11 Y existe un nodo wms:Title en cada sección wms:Style
  
```

TABLA 6  
Equivalencia en español de los patrones usados para anotar las Definiciones de Paso

Expresión regular en Inglés	Expresión regular en Español	Cambios
the service's capabilities document	el documento de capabilities del servicio	Ninguno
prefix ([^\s]+) is ([^\s]+)	la URI para el prefijo ([^\s]+) es ([^\s]+)	Ninguno
there is a ([^\s]+) node in each ([^\s]+) section	existe un nodo ([^\s]+) en cada sección ([^\s]+)	Ninguno

LISTADO 8  
Anotaciones Dado-Cuando-Entonces en acción

```

1  public class ImplementacionPruebasWMS {
2      ...
3      @Given("the service's capabilities document")
4      @Dado("el document de capabilities del servicio ")
5      public void cachearCapabilities() {...}
6
7      @Given("prefix ([^\s]+) is ([^\s]+)")
8      @Dado("la URI para el prefijo ([^\s]+) es ([^\s]+)")
9      public void ligarNamespace(String prefix, String namespace) {...}
10
11     @Then("there is a ([^\s]+) node in each ([^\s]+) section")
12     @Entonces ("existe un nodo ([^\s]+) en cada sección ([^\s]+)")
13     public void comprobarExistencia(String nodoHijo, String nodoPadre) {...}
14     ...
15 }

```

## 5. APLICACIÓN DE VALIDACIÓN

Todo lo descrito en las secciones anteriores ha sido materializado en una aplicación Web prototipo capaz de validar la conformidad de Servicios de Visualización y Descubrimiento OGC con las Normas de Ejecución de la directiva INSPIRE<sup>5</sup>. Una versión más avanzada y completa estará próximamente disponible en el geoportal de la IDEE. La versión en español de este prototipo, con las especificaciones en español codificadas en Gherkin, se encuentra en la dirección:

<http://martin.cps.unizar.es:8080/servicesValidator/>

La aplicación ha sido diseñada para ser multilingüe. Para acceder a una versión en otro idioma hay que añadir el parámetro lang con el identificador del idioma correspondiente:

<http://martin.cps.unizar.es:8080/servicesValidator/?lang=en>

Las especificaciones está localizadas, luego un cambio en el idioma del interfaz implica utilizar las especificaciones redactadas en dicho idioma. Actualmente sólo se dispone de especificaciones redactadas en español e inglés. Está en desarrollo una versión en portugués.

<sup>5</sup> <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/5>

La aplicación ha sido desarrollada con el framework open source de desarrollo de aplicaciones Web Grails<sup>6</sup>. La arquitectura de la aplicación está descrita en la Figura 1. La herramienta BDD que la aplicación utiliza es la librería Cucumber-JVM<sup>7</sup>. Esta librería es una implementación de Cucumber para lenguajes que se ejecutan sobre la máquina virtual de Java (JVM). Con el objeto de aumentar la compatibilidad con ISO 19105, la librería Cucumber-JVM utilizada ha sido extendida por el componente Intérprete de especificaciones para soportar requisitos de conformidad condicionales, veredictos no concluyentes y dependencias entre métodos de prueba.

La aplicación expone tres servicios:

- *Constructor de informes*. Orquesta las pruebas necesarias para realizar un informe de conformidad. Las pruebas ejecutables se construyen a partir de una colección seleccionada de especificaciones expresadas en Gherkin programándose su ejecución como trabajos concurrentes mediante la librería Quartz Scheduler<sup>8</sup>. El constructor de informes crea, asigna un identificador único y da persistencia a un borrador del informe de conformidad en el que todas las pruebas ejecutables están pendientes de ejecución.
- *Ejecutor de pruebas*. Utiliza la librería Intérprete de Especificaciones para ejecutar una prueba ejecutable que está pendiente de ejecución a partir de la especificación Gherkin correspondiente. Al finalizar la prueba ejecutable, este servicio actualiza el estado de dicha prueba almacenando el veredicto y todos los detalles de la traza de ejecución.
- *Acceso a informes*. Proporciona acceso mediante URL únicas a los informes de conformidad y a los veredictos y detalles de ejecución de pruebas ejecutables. También es el responsable de notificar cambios en tiempo real al usuario que en ese momento esté visualizando un informe de conformidad.

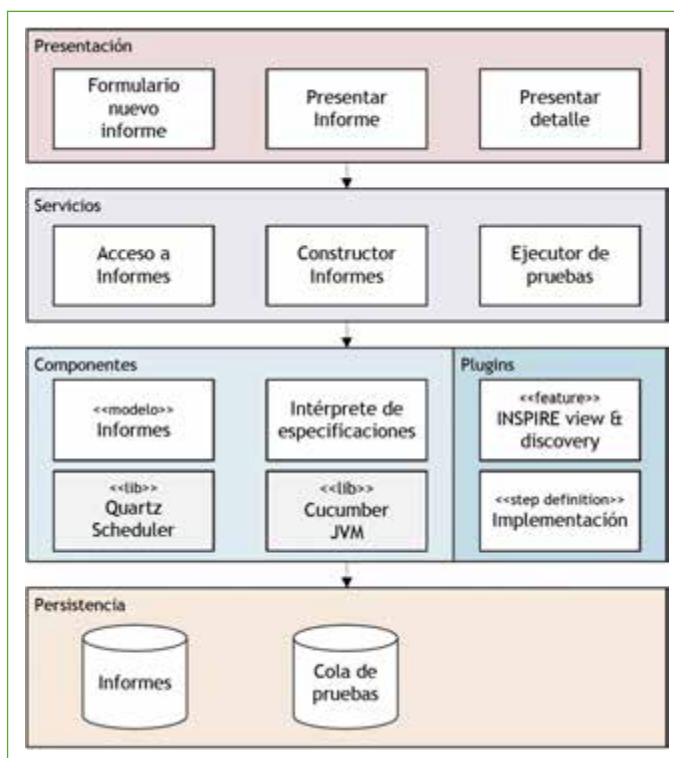


Figura 1. Diagrama de Arquitectura.

A continuación se describe cómo se interactúa con esta aplicación. Primero, el usuario accede a la página principal (Figura 2) donde se encuentra con un formulario que le solicita la introducción de la localización del documento Capabilities XML de un servicio de mapas OGC WMS 1.3.0 o de un servicio de catálogo OGC CSW 2.0.2 conforme con el perfil de aplicación ISO. También le solicita que indique contra qué guía técnica INSPIRE va a comprobar la conformidad de dicho servicio.

Con la información introducida anteriormente, la aplicación llama al servicio *Constructor de Informes* para crear un borrador de informe de conformidad con un identificador único. Este borrador de informe es inmediatamente presentado al usuario en su navegador Web por el servicio *Acceso a Informes* (Figura 3).

<sup>6</sup> <http://grails.org/>

<sup>7</sup> <https://github.com/cucumber/cucumber-jvm>

<sup>8</sup> <http://quartz-scheduler.org/>

**Servicios**

Mediante esta aplicación es posible comprobar la conformidad de un servicio de visualización (WMS) o de localización (CSW) con los perfiles Inspire:

- WMS 1.3.0 (Guía Técnica para la Implementación de los Servicios de Visualización)
- CSW 2.0.2 ISO SOAP (Guía Técnica para la Implementación de los Servicios de Localización)

**1. Introducir la URL de la petición GetCapabilities**

**2. Seleccionar perfil Inspire**

- Perfil INSPIRE de WMS 1.3.0 (es)
- Perfil INSPIRE de CSW 2.0.2 ISO AP (es)

Figura 2. Página de llegada.

**Informe de conformidad**

Perfil INSPIRE de WMS 1.3.0: **No pasa**

Justificación: **43 Pasa** **13 No pasa** **1 No concluyente** **16 No implementado**

**Conjunto de Pruebas:**

Propósito de la prueba	Resultado
<b>Requisito 1</b> Un Servicio de Visualización de INSPIRE debe implementar los requisitos mínimos de comportamiento de un servicio ISO 19128, y además las extensiones requeridas por las reglas de implementación y la directiva de INSPIRE existentes para servicios de visualización.	No implementado
<b>Requisito 2</b> El uso de ISO 19128 como el estándar defacto para implementar un servicio INSPIRE de visualización	Pasa

Figura 3. Informe de conformidad.

Simultáneamente el servicio *Ejecutor de Pruebas* va ejecutando en un segundo plano cada una de las pruebas ejecutables asociadas al informe de conformidad. Al finalizar la ejecución de una prueba ejecutable se produce un veredicto que puede ser:

- *Pasa* (veredicto positivo en ISO 19105), que señala que han ejecutado correctamente todos los pasos de todos los escenarios de una especificación.
- *No concluyente* (veredicto no concluyente en ISO 19105), que señala habitualmente que se ha producido un problema al evaluar no achacable al sistema bajo prueba.
- *No pasa* (veredicto negativo en ISO 19105), que señala que algún paso no se ha pasado.
- *No implementado*, que señala que algún paso no tiene implementación.

El servicio *Acceso a Informes* mantiene informado al usuario en tiempo real de los veredictos obtenidos actualizando el borrador de informe de conformidad en su navegador. También es el responsable de calcular una

valoración global de conformidad teniendo en cuenta sólo los veredictos. El criterio utilizado está recogido en la Tabla 7 y tiene tres veredictos posibles (*Pasa*, *No concluyente* y *No pasa*).

TABLA 7  
Criterio de veredicto del informe de conformidad

	Pruebas ejecutables			
	Pasan	No concluyentes	No pasan	No implementadas
Pasa	Al menos una	Ninguna	Ninguna	Se ignora
No concluyente	Se ignora	Al menos una	Ninguna	Se ignora
No pasa	Se ignora	Se ignora	Al menos una	Se ignora

El servicio *Acceso a Informes* es también el responsable de que el usuario pueda acceder desde el borrador del informe de conformidad a los detalles de cada una de las pruebas ejecutables que lo componen. El detalle de una prueba ejecutable explica, utilizando la especificación escrita en Gherkin, su propósito, su método de prueba, su traza de su ejecución y el veredicto resultante (Figura 4).

**Conjunto de Pruebas: Perfil INSPIRE de WMS 1.3.0**

**Requisito 46**

Servicio de Prueba: <http://www.ign.es/wms-inspire/ign-base?REQUEST=GetCapabilities&SERVICE=WMS>

Propósito de la Prueba: Los estilos se encuentran emparejados en el elemento <wms:Style>. El nombre legible para humanos se encuentra en el elemento <wms:Title> y el identificador único se encuentra en el elemento <wms:Name>.

Requisito establecido en el documento guía *Guía Técnica para la Implementación de los Servicios de Visualización Versión 3.1 para servicios de visualización basados en el estándar internacional ISO 19128 (OGC WMS 1.3.0)*. La legislación aplicable es el Reglamento (CE) nº 976/2009 de la Comisión (modificado por el Reglamento (UE) nº 1088/2010 de la Comisión).

Método de Prueba:

**Escenari@:** Comprobar si cada estilo tiene un título

1. Dado el documento de capabilities del servicio
2. Y la URI para el prefijo wms es <http://www.opengis.net/wms>
3. Entonces existe un nodo wms:Name en cada sección wms:Style
4. Y existe un nodo wms:Title en cada sección wms:Style **Pasado en 00:01.061**

Veredicto: **Pasa**

Figura 4. Detalle de prueba.

## 6. CONCLUSIONES

Hemos presentado los avances realizados en la investigación de procedimientos inteligibles para la verificación de la conformidad de Servicios de Red con las Normas de Ejecución de la Directiva INSPIRE. Los resultados presentados muestran que es factible tecnológicamente aplicar una aproximación BDD a la verificación de conformidad, que es suficientemente compatible con el marco conceptual para la verificación de la conformidad establecido en la Norma ISO 19105 y, sobre todo, que esta aproximación facilita la participación de todas las partes interesadas al estar basada en la elaboración de especificaciones inteligibles.



## 7. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Gobierno de España a través del proyecto TIN2012-37826-C02-01, del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y de GeoSpatiumLab S.L.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] F. J. Lopez-Pellicer, J. Barrera, P. Abad Power, A. Sánchez, E. López, y P. R. Muro-Medrano: «Una aproximación ágil al problema de la conformidad de servicios con INSPIRE,» presentado en Actas de las III Jornadas Ibericas de Infraestructuras de Datos Espaciales JIIDE, Madrid, 2012.
- [2] «ISO 19105:2000 Geographic information-Conformance and testing», International Organization Standardization, 2000.
- [3] C. Solís y X. Wang: «A Study of the Characteristics of Behaviour Driven Development,» presentado en 37th EUROMICRO Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA), 2011, pp. 383–387.
- [4] M. Wynne y A. Hellesøy: The cucumber book: behaviour-driven development for testers and developers. Dallas, USA: Pragmatic Bookshelf, 2012.
- [5] «Regular expression», en Wikipedia: The Free Encyclopedia. Wikimedia Foundation. 2013, [http://en.wikipedia.org/wiki/Regular\\_expression](http://en.wikipedia.org/wiki/Regular_expression).
- [6] C. Morris, «Compliance Test Language (CTL) Best Practice,» Open Geospatial Consortium Inc., OGC 06-126r2, 2009.





# El servicio de descarga Inspire basado en ATOM y OpenSearch del Centro Nacional de Información Geográfica

## Experiencias y conocimientos adquiridos a través de la implementación de un servicio de descarga de conjuntos de datos predefinidos del Centro Nacional de Información Geográfica, utilizando la aproximación Atom más OpenSearch

(\*) EMILIO LÓPEZ ROMERO, JULIÁN GONZÁLEZ GARCÍA, PALOMA ABAD POWER, MARCOS FCO. PAVO LÓPEZ y DAVID GARCÍA DÍAZ

---

### Resumen

Uno de los productos más utilizados, reconocidos y valorados del Centro Nacional de Información Geográfica es el Centro de Descargas de productos cartográficos (<http://centrodedescargas.cnig.es>). A través de este sitio web, el usuario puede buscar, localizar y descargar miles de ficheros de datos de manera gratuita. Hoy en día se trata de una aplicación creada mediante un desarrollo propio y que no está sujeta a normalización. Sin embargo, es necesario que este servicio adopte las recomendaciones dictadas por la guía técnica de implementación de servicios de descarga INSPIRE y, en concreto, las definidas para la utilización del formato ATOM junto con la tecnología OpenSearch para la creación de un servicio de descargas de conjuntos de datos predefinidos. En este artículo, se mostrarán las acciones llevadas a cabo, incluyendo los aspectos técnicos exigidos, la creación y configuración de los ficheros ATOM, y se mostrarán ejemplos de los resultados obtenidos.

### Palabras clave

Servicio, descarga, INSPIRE, ATOM, OpenSearch, predefinidos.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

La Directiva 2007/2/EC del Parlamento Europeo y del Consejo [1], adoptada el 14 de marzo de 2007 tiene como objeto el establecimiento de una Infraestructura para Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE) para políticas medioambientales u otras políticas y actividades que tengan impacto en el medio ambiente.

La Directiva INSPIRE [1] establece en su artículo 11 que los Estados miembros establecerán y gestionarán una red con los siguientes servicios, orientados a los conjuntos de datos espaciales y servicios relacionados con ellos para los que se hubieran creado metadatos, de acuerdo con lo dispuesto en la presente Directiva:

---

(\*) Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG):  
{elromero, jgonzalezg, paabd}@fomento.es  
{marcosf.pavo, tahbit.dg.externo}@cnig.es

- a) servicios de localización que posibiliten la búsqueda de conjuntos de datos espaciales y servicios relacionados con ellos partiendo del contenido de los metadatos correspondientes, y que muestren el contenido de los metadatos;
- b) servicios de visualización que permitan, como mínimo, mostrar, navegar, acercarse o alejarse mediante zoom, moverse o la superposición visual de los conjuntos de datos espaciales, así como mostrar los signos convencionales o cualquier contenido pertinente de metadatos;
- c) servicios de descarga que permitan descargar copias de conjuntos de datos espaciales, o partes de ellos y, cuando sea posible, acceder directamente a ellos;
- d) servicios de transformación, que permitan transformar los datos espaciales con vistas a lograr su interoperabilidad;
- e) servicios que permitan el acceso a servicios de datos espaciales.

Para asegurar que las infraestructuras de datos espaciales de los Estados miembros son compatibles y útiles en un contexto transfronterizo y comunitario, la Directiva precisa la adopción de unas reglas de implementación comunes en diversas áreas, entre las que se incluye el Reglamento por el que se ejecuta la Directiva INSPIRE en lo que se refiere a los servicios de red [2].

En ese reglamento, se determinan los requisitos para el establecimiento de los servicios de red previstos en la Directiva INSPIRE, así como las obligaciones relacionadas con la disponibilidad de esos servicios por parte de las autoridades públicas de los Estados miembros y terceros. En concreto, se determinan para cada uno de los servicios de red, los requisitos de calidad, los plazos para la provisión de los servicios y las operaciones que debe soportar.

## 2. OPERACIONES DE LOS SERVICIOS DE DESCARGA

Los servicios de descarga proporcionarán como mínimo las siguientes operaciones:

- Obtener metadatos del servicio de descarga (*Get Download Service Metadata*): Proporciona toda la información necesaria sobre el servicio y los conjuntos de datos espaciales disponibles, y describe las capacidades del servicio.
- Obtener conjunto de datos espaciales (*Get Spatial Data Set*): Permite recuperar un conjunto de datos espaciales.
- Describir un conjunto de datos espaciales (*Describe Spatial Data Set*): Devuelve la descripción de todos los tipos de objeto espacial contenidos en el conjunto de datos espaciales.
- Conectar con servicio de descarga (*Link Download Service*): Permite a una autoridad pública o a un tercero dar a conocer la disponibilidad de un servicio de descarga para la descarga de conjuntos de datos espaciales o, cuando sea practicable, de objetos espaciales, a través del servicio de descarga del Estado miembro, manteniendo la capacidad de descarga en la ubicación de la autoridad pública o del tercero.

## 3. PLAZOS DE LOS SERVICIOS DE DESCARGA

A más tardar el 28 de junio de 2012, los Estados miembros proporcionarán los servicios de descarga con una capacidad operativa inicial, esto es, ofrecerán toda la funcionalidad sin garantizar la calidad del servicio o sin garantizar el acceso al servicio a todos los usuarios a través del geoportal INSPIRE.

A más tardar el 28 de diciembre de 2012, los Estados miembros proporcionarán los servicios de descarga tal como dispone el Reglamento por el que se ejecuta la Directiva INSPIRE en lo que se refiere a los servicios de red.

#### 4. REQUISITOS DE CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE DESCARGA

Se aplican los siguientes criterios de calidad de servicio en relación con el rendimiento, la capacidad y la disponibilidad para los servicios de descarga de conjuntos de datos predefinidos:

##### *Rendimiento*

El tiempo para enviar la respuesta inicial para la operación «obtener metadatos del servicio de descarga» (*Get Download Service Metadata*) será de 10 segundos como máximo en una situación normal.

El tiempo para enviar la respuesta inicial para la operación «obtener conjunto de datos espaciales» (*Get Spatial Data Set*) será de 30 segundos como máximo en una situación normal y, a continuación, aún en una situación normal, el servicio de descarga mantendrá una respuesta sostenida superior a 0,5 Megabytes por segundo o superior a 500 objetos espaciales por segundo.

El tiempo para enviar la respuesta inicial para la operación «describir conjunto de datos espaciales» (*Describe Spatial Data Set*) será de 10 segundos como máximo en una situación normal y, a continuación, aún en una situación normal, el servicio de descarga mantendrá una respuesta sostenida superior a 0,5 Megabytes por segundo o superior a 500 descripciones de objetos espaciales por segundo.

##### *Capacidad*

El número máximo de peticiones simultáneas a un servicio de descarga que deben atenderse en conformidad con los criterios de calidad del servicio relativos al rendimiento será de 10 por segundo. El número de peticiones procesadas en paralelo podrá limitarse a 50.

##### *Disponibilidad*

La probabilidad de que un servicio de red esté disponible será el 99% del tiempo total.

#### 5. LA GUÍA TÉCNICA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SERVICIO DE DESCARGA INSPIRE

Además de las reglas de implementación, la Comisión Europea llevó a cabo la creación del *IOC Task Force* compuesto por representantes de los Estados miembros, responsables del diseño de la arquitectura y de la implementación de los servicios de las infraestructuras de datos espaciales nacionales. El propósito de este equipo es ayudar y proporcionar la implementación de INSPIRE en los Estados miembros.

Fruto del trabajo del *IOC Task Force* se han desarrollado una serie de guías técnicas para la implementación de servicios de red INSPIRE. Estas guías técnicas, no vinculantes, describen los detalles de la implementación y las relaciones con las prácticas, tecnologías y estándares existentes.

Una de las guías técnicas publicadas trata de la implementación de servicios de descarga INSPIRE. Atendiendo a las operaciones que se implementan, se definen dos tipos de servicios de descarga; los que proporcionan los requisitos mínimos y los que ofrecen todos los requisitos funcionales. Estos últimos deberán implementarse cuando sea factible. Los dos tipos se conocen como:

- a) Servicios de descarga de conjuntos de datos predefinidos. Proporcionan la descarga de conjuntos de datos predefinidos (o partes de un conjunto de datos predefinido), sin permitir consultas o la selección de subconjuntos definidos por el usuario. Un conjunto de datos predefinido o un subconjunto de datos predefinido puede ser, por ejemplo, un fichero almacenado en un repositorio, que puede descargarse como

una unidad completa sin la posibilidad de cambiar el contenido, la codificación, el sistema de referencia, etc.

- b) Servicio de descarga de acceso directo. Este servicio extiende la funcionalidad del servicio de descarga de conjuntos de datos predefinido permitiendo consultar y descargar subconjuntos de los conjuntos de datos.

Este artículo hace referencia únicamente al primer tipo de servicios de descarga, esto es, aquellos que simplemente permiten la descarga de conjuntos de datos predefinidos. Además de lo expuesto anteriormente, los conjuntos de datos predefinidos se caracterizan por dos condiciones:

- a) Tienen un metadato y pueden ser localizados usando un servicio de descubrimiento INSPIRE.
- b) El metadato contiene un enlace (URL) al conjunto de datos o parte de él que puede ser descargado inmediatamente mediante una petición HTTP GET.

La guía técnica propone dos posibles alternativas para implementar servicios de descarga de conjuntos de datos predefinidos:

- a) Utilizando el formato de sindicación ATOM [4]
- b) Utilizando las normas ISO 19142 *Web Feature Service* [5] e ISO 19143 *Filter Encoding Specification* [6].

Este artículo sólo hará referencia al primero de los métodos, dado que ha sido el elegido en la implementación del servicio de descarga de conjuntos de datos predefinidos del CNIG.

## 6. IMPLEMENTACIÓN CON ATOM DE UN SERVICIO DE DESCARGA DE CONJUNTOS DE DATOS PREDEFINIDOS

El formato de sindicación Atom [4] proporciona un mecanismo fácil y muy conocido para la publicación de información en la web en la forma de fuentes (*feed*), de tal manera que es compatible con las arquitecturas web existentes y con muchas de las herramientas de desarrollo disponibles.

Atom es un documento basado en el formato XML que describe listas de información conocidas como fuentes. Esas fuentes están compuestas de un conjunto de elementos llamados entradas (*entry*) y cada una de esas entradas tiene un conjunto de elementos que contiene información sobre ella. Por ejemplo, cada entrada tiene un título. Además, las entradas pueden contener fuentes adicionales.

Por otro lado, en la guía técnica se propone la utilización del estándar *Open Search* [7] para proporcionar las operaciones de manera convencional y documentarlas siguiendo los requisitos del Reglamento sobre servicios de red INSPIRE. *Open Search* permite especificar, mediante un documento XML, las operaciones y sus parámetros de forma estructurada e interoperable. El mecanismo OpenSearch es reconocido por los navegadores más importantes como Mozilla Firefox, Internet Explorer, Safari y Chrome.

El documento de descripción *Open Search* se enlaza desde la «fuente del servicio de descarga». Además del documento de descripción, es necesario implementar un servicio simple para satisfacer las operaciones «obtener conjunto de datos espaciales» (*Get Spatial Data Set*) y «describir conjunto de datos espaciales» (*Describe Spatial Data Set*).

La guía técnica recomienda la utilización de las fuentes Atom para poner a disposición conjuntos de datos predefinidos siguiendo las siguientes premisas:

- Se publica una única fuente Atom al nivel más alto como «fuente del servicio de descarga».
- Esta fuente contiene un enlace a un documento de descripción de OpenSearch [7] que proporciona los metadatos de las operaciones para el servicio de descarga. El documento de descripción de OpenSearch proporciona información sobre las operaciones implementadas por el servicio de descarga.

- Esta fuente contiene una o más entradas Atom: una por cada conjunto de datos predefinido.
- Cada una de esas entradas Atom debe contener un enlace a otra fuente Atom (una «fuente de un conjunto de datos») que describe un determinado conjunto de datos predefinido.
- Cada una de las «fuentes de conjuntos de datos» debe contener entradas Atom con enlaces para la descarga de conjuntos predefinidos en diferentes formatos (por ejemplo, en GML, ShapeFile, etc.) y en diferentes sistemas de referencia de coordenadas (CRS). Se debe proporcionar un enlace para cada combinación formato /CRS.
- Se pueden proporcionar fuentes en múltiples idiomas.

En la siguiente figura se muestra la estructura de las fuentes Atom para un servicio de descarga de conjuntos de datos predefinidos.

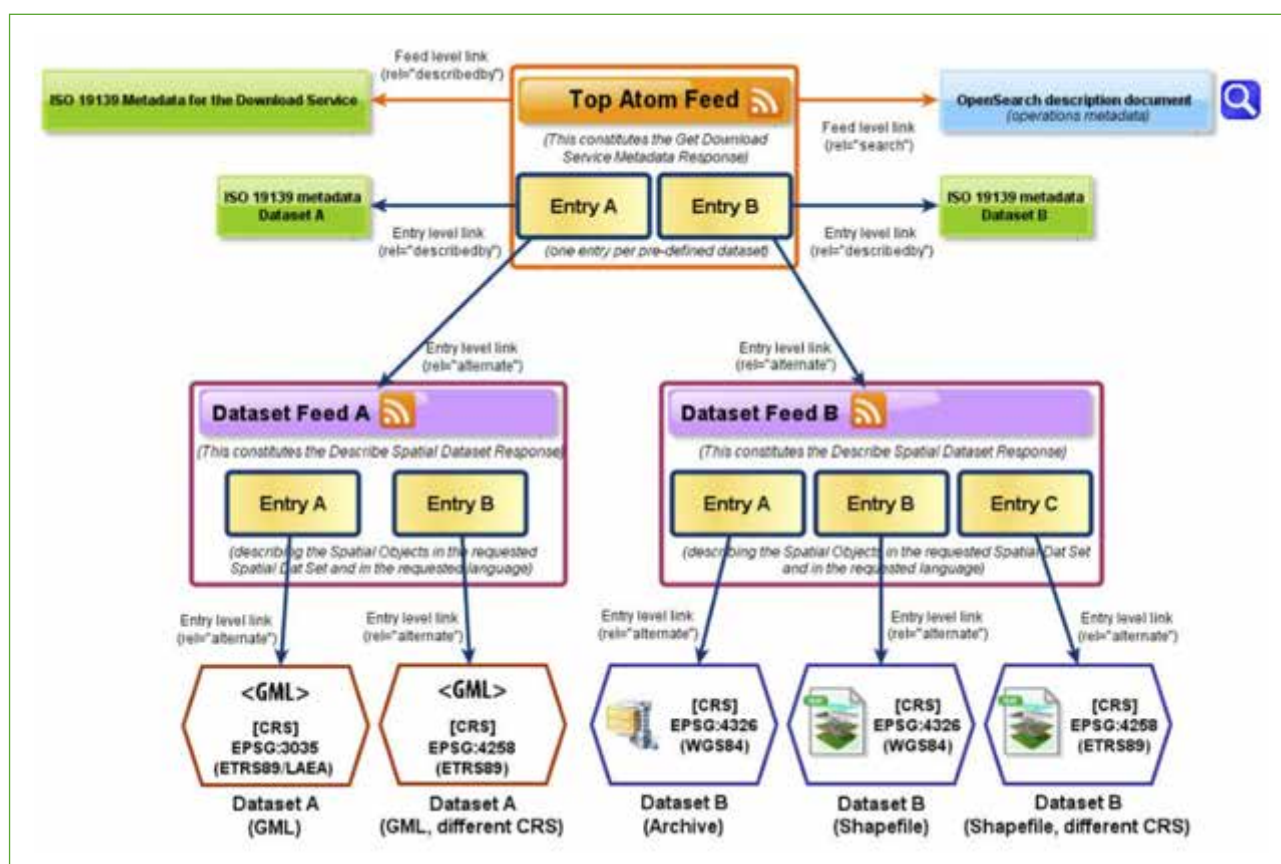


Figura 1. Esquema jerárquico de la estructura de las fuentes Atom.

## 7. PASOS PREVIOS A LA GENERACIÓN DE LAS FUENTES ATOM EN EL CNIG

En la actualidad el CNIG dispone de un centro de descargas desde el cual se da acceso a los productos del IGN. Habitualmente estos productos no pueden ser descargados en un solo fichero sino que se distribuyen por varios ficheros, debido a limitaciones en el tamaño máximo permitido por el formato del fichero, o por ser más conveniente para su distribución y posterior uso. La información se distribuye por los ficheros espacialmente atendiendo a dos criterios principalmente:

- División por provincias.
- División por hojas, de las escalas 1/25.000 o 1/50.000.

Después de analizar la guía técnica para servicios de descarga INSPIRE, se decidió implementar el servicio de descarga utilizando ficheros ATOM. Por varias razones:

- En el caso de que ya existan conjuntos de datos predefinidos para descargar, tal y como sucede en el centro de descargas del CNIG, parece la alternativa más fácil de implementar.
- No necesita de software específico, con un simple editor de textos pueden crearse todas las fuentes. En el caso de grandes volúmenes de ficheros será necesario programar la generación de la parte de las fuentes de los conjuntos de datos donde se especifican los vínculos de las descargas a partir de la información guardada en una base de datos o similar.
- La gran cantidad de ejemplos que se dan en la guía.
- La existencia de un servicio de ejemplo en la siguiente dirección: <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/demos/cdm/>.

Como primera tarea se identificaron como conjunto de datos los productos o familias de productos disponibles en el centro de descargas del CNIG. De todos los productos disponibles se seleccionó solo una parte atendiendo a los siguientes criterios:

- Que contengan datos vectoriales. En el caso de que exista la misma serie o familia en formato vectorial y ráster sólo se dará acceso al vectorial.
- Que contengan datos actuales. En el caso de que exista la misma serie o familia actualizada y como cartografía histórica sólo se dará acceso a la serie actualizada.

La lista definitiva de conjuntos de datos disponibles a los que se dará acceso desde el servicio de descarga será:

- PNOA MÁXIMA ACTUALIDAD.
- PNOA MÁXIMA RESOLUCIÓN.
- CORINE LAND COVER.
- BCN25/BTN25.
- MDT05/MDT05-LIDAR.
- MDT25.
- MDT200.
- CARTOCIUDAD.
- BCN200.
- SIOSE.
- BCN500.
- BTN100.

Además se consideró que sería necesario incluir el Equipamiento Geográfico de Referencia Nacional (EGRN) en el servicio de descarga. Al igual que en el caso de los productos del centro de descargas, se seleccionó una parte del EGRN atendiendo a los siguientes criterios:

- Que contengan información en formato que permita la representación espacial directa en sistemas de información geográfica (ShapeFile, Geodatabase, etc.).
- Que contengan datos vectoriales. En el caso de que exista la misma serie o familia en formato vectorial y ráster sólo se dará acceso al vectorial.
- Que no sean provisionales.

La lista definitiva de ficheros del EGRN a los que se dará acceso desde el servicio de descarga serán:

- CUADRICULAS CARTOGRÁFICAS MTN25 Y MTN50.
- LÍNEAS LIMITE MUNICIPALES.
- NOMENCLÁTOR GEOGRÁFICO CONCISO DE ESPAÑA.



Antes de comenzar con la generación de las fuentes fue necesario crear los metadatos del servicio conforme a la norma ISO 19139 ya que hay una referencia a los mismos dentro de la fuente del servicio, el documento de descripción OpenSearch del motor de búsqueda y el motor de búsqueda.

## 8. ESTRUCTURA DE LA FUENTE DEL SERVICIO DE DESCARGA

A continuación se explica de forma detallada la estructura de la fuente del servicio y como se dotó de contenido a cada elemento.

La fuente del servicio contiene los elementos, «*title*», y «*subtitle*», que dan una breve descripción del servicio. Para generar su contenido se utilizó el contenido de los siguientes elementos del metadato del servicio:

- `//gmd:identificationInfo/srv:SV_ServiceIdentification/gmd:citation/gmd:CI_Citation/gmd:"title"/gco:CharacterString`
- `//gmd:identificationInfo/srv:SV_ServiceIdentification/gmd:abstract/gco:CharacterString`

Los atributos «*href*» de los vínculos («*link*») hacia los metadatos, hacia la propia fuente del servicio y hacia la descripción OpenSearch del motor de búsqueda, se fijaron teniendo en cuenta la petición al catálogo de metadatos del IGN donde está publicado el metadato del servicio, y las respectivas URLs de la fuente del servicio y del documento OpenSearch. El resto de los valores de los atributos se indican en la guía en función del recurso al que apunta cada vínculo.

Como identificador (contenido del elemento «*id*») se utilizó la URL de la fuente, ya que se cumple que el identificador de la fuente debe ser único al ser la URL única, tal y como indica la guía técnica.

Los derechos de propiedad, restricciones de uso, etc. del servicio se indicaron como contenido del elemento «*rights*» y coinciden con los que aparecen en el resto de servicios publicados por el IGN/CNIG.

La marca de tiempo de la fuente presente en el contenido del elemento «*updated*» se generó en el momento de creación del fichero.

La información referente al autor de la fuente se codifica en el contenido del elemento «*author*» y suele ser suficiente con informar sobre el nombre de la organización y una dirección de correo electrónico.

## 9. ENTRADAS EN LA FUENTE DEL SERVICIO DE DESCARGA

En la fuente del servicio aparecen tantas entradas como conjuntos de datos estén disponibles para la descarga. Cada entrada contendrá a su vez otros elementos hijos:

- «*title*» (título del conjunto de datos).
- «*inspire\_dls:spatial\_dataset\_identifier\_code*» (código que identifica el conjunto de datos dentro de un cierto espacio de nombres).
- «*inspire\_dls:spatial\_dataset\_identifier\_namespace*» (espacio de nombres que identifica un conjunto de elementos de metadatos).

Se utilizaron los contenidos de los siguientes elementos del metadato del servicio:

- `//gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentification/gmd:citation/gmd:CI_Citation/gmd:"title"/gco:CharacterString`
- `//gmd:MD_Metadata/gmd:identificationInfo/gmd:MD_DataIdentification/gmd:citation/gmd:CI_Citation/gmd:identifier/gmd:RS_Identifier/gmd:codeSpace/gco:CharacterString`





El servicio de descarga Inspire basado en ATOM y OpenSearch del Centro Nacional de Información Geográfica

- Mozilla Firefox presenta la fuente aplicando una hoja de estilo y generando un documento en el que aparecen los contenidos de los elementos «title» y «subtitle» de la fuente y, por cada entrada, el contenido de los elementos «title», «updated» y «summary» de manera secuencial. También se insertan hipervínculos en los contenidos de los elementos «title» de cada entrada hacia las fuentes del conjunto de datos, posibilitando la navegación.



Figura 3. Visualización de la fuente Atom en el navegador Mozilla Firefox.

Internet Explorer presenta la fuente aplicando una hoja de estilo y generando un documento en el que aparecen los contenidos de los elementos «title» de la fuente y, por cada entrada, el contenido de los elementos «title», «updated» y «summary» de manera secuencial. Sin embargo, no se insertan hipervínculos en los contenidos de los elementos «title» de cada entrada hacia las fuentes de los conjuntos de datos, imposibilitando la navegación. Además, ofrece la posibilidad de filtrar por categorías, palabras clave, etc., y ordenar por título o por fecha.

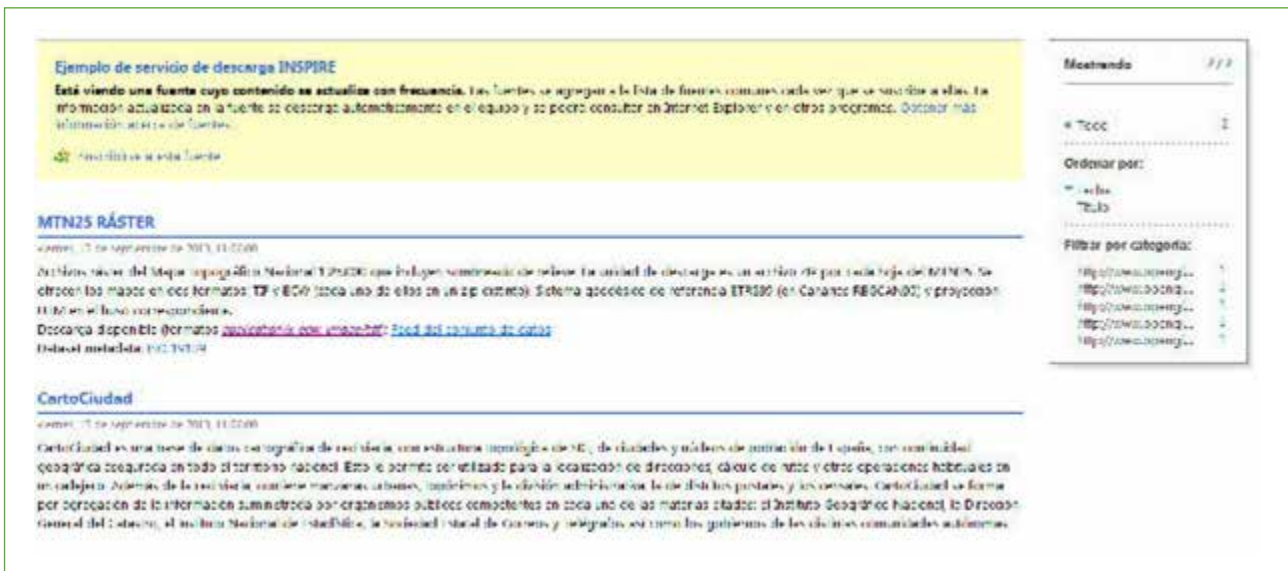


Figura 3. Visualización de la fuente Atom en el navegador Internet Explorer.

## 10. ESTRUCTURA DE LA FUENTE DE LOS CONJUNTOS DE DATOS

La información sobre la ubicación de los ficheros y los formatos en los que están disponibles cada conjunto de datos se expresa en las fuentes de los conjuntos de datos.

La generación de los contenidos de los elementos «*title*», «*id*», «*rights*», «*updated*», y «*author*» y del vínculo («*link*») a la propia fuente se realizan de una manera similar a como se crearon en la fuente del servicio.

Para informar sobre los tipos de objetos espaciales contenidos en el conjunto de datos se utilizan vínculos «*link*» que hacen referencia a temas o tipos de objetos existentes en el diccionario de fenómenos disponible en el registro de INSPIRE (<https://inspire-registry.jrc.ec.europa.eu/registers/FCD/items>), aunque se pueden sustituir por un vínculo a un catálogo de fenómenos local.

## 11. ENTRADAS EN LAS FUENTES DE LOS CONJUNTOS DE DATOS

En el caso de las fuentes de los conjuntos de datos se generó una entrada por cada una de las combinaciones de formatos de fichero y sistemas de referencia disponibles.

Las entradas en este fichero, así como el contenido y los elementos hijos se generaron utilizando la información de la base de datos con la que se gestiona el centro de descargas del CNIG, explotándola mediante una aplicación Java y consultas SQL. En dicha base de datos, para cada conjunto de datos se especifican los ficheros en los que está repartido y para estos se almacena el sistema de referencia y el formato del fichero.

Cada entrada se genera utilizando consultas resumen por cada conjunto de datos, sistema de referencia y formato de ficheros. Y para cada una de ellas se especifica:

- Un identificador «*id*» que se generó concatenando a la localización de los ficheros en el centro de descargas del CNIG, el código EPSG y el formato de los ficheros a descargar.
- El sistema de referencia mediante el elemento «*category*», al igual que se hace en la fuente del servicio.
- La manera en la que se distribuye el conjunto de datos en el caso de que haya varios ficheros por conjunto de datos en el elemento «*content*».
- Los vínculos «*link*» de descarga de los ficheros.
- Un resumen en formato HTML con información relevante del conjunto de datos, así como vínculos HTML a los ficheros de manera que los ficheros del conjunto de datos estén disponibles.

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] INSPIRE, Directiva 2007/2/EC del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea.
- [2] Reglamento sobre servicios de red INSPIRE, número 976/2009, de 23 de noviembre de 2010, modificada por el Reglamento, número 1088/2010 relativa a los servicios de descarga y los servicios de transformación.
- [3] Guía Técnica para la implementación de servicios de descarga INSPIRE del IOC Task Force.
- [4] IETF RFC 4287 The Atom Syndication Format.
- [5] ISO 19142:2010 Información geográfica-Servicio web de fenómenos.
- [6] ISO 19143:2010 Información geográfica-Codificación de filtros.
- [7] Formato de documento de descripción OpenSearch, <http://www.opensearch.org/Specifications/OpenSearch/1.1>

# Servicios de visualización y descarga INSPIRE de la Dirección General del Catastro

## Parcelas Catastrales y Direcciones

JOSÉ MIGUEL OLIVARES (\*), FRANCISCO JAVIER QUINTANA (\*), LUIS IGNACIO VIRGÓS (\*)  
y AMALIA VELASCO (\*\*)

---

### Resumen

Siguiendo las especificaciones de la directiva INSPIRE, se han puesto en marcha desde la Dirección General del Catastro un servicio de visualización y dos servicios de descarga de Parcelas Catastrales y Direcciones.

El servicio de visualización WMS contiene las capas de «CP:CadastralParcel, CP:CadastralZoning y AD:Addresses», ajustándose a la simbología propuesta en las especificaciones respectivas con sus diferentes estilos y umbrales de escala de visualización.

El servicio de descarga de Parcelas Catastrales usa la tecnología ATOM. La descarga es por municipio y tipo de cartografía (urbana/rústica) y el «dataset» resultante en formato GML contiene los objetos «CadastralParcel» y «CadastralZoning» correspondientes a las parcelas y polígonos/manzanas con su geometría y atributos definidos en las especificaciones INSPIRE.

El servicio de descarga de Direcciones sigue el esquema de descarga de las Parcelas Catastrales, usando también ATOM. El resultado final del «dataset» en formato GML contiene los objetos: «AD:Address, AD:ThoroughfareName AD:PostalDescriptor y AD:AdminUnitName»

Se verán las especificaciones y características de cada uno de estos servicios en cuanto a su uso y forma de acceso a los datos. Se analizará el contenido de la geometría y atributos de los «dataset» en formato GML para Parcelas Catastrales y Direcciones.

### Palabras clave

Parcelas Catastrales, Direcciones. INSPIRE, descarga, visualización, WMS, ATOM.

---

## 1. ANTECEDENTES

Desde 2005 la Dirección General del Catastro cuenta con un servicio de visualización WMS con la información de la cartografía catastral [1]. Este servicio tiene un gran número de accesos, actualmente supera los 440.000 mapas diarios. Además se tiene otro servicio de visualización WMS con información de las zonas de valor de las ponencias de valores.

---

(\*) Dirección General del Catastro. Subdirección General de Estudios y Sistemas de Información:  
{jmiguel.olivares, francisco.quintana,luis.virgos}@catastro.minh.ap.es

(\*\*) Dirección General del Catastro. Relaciones Internacionales:  
amalia.velasco@catastro.minh.ap.es

Otros servicios que también están funcionando desde la D. G. del Catastro son: el servicio WFS, que proporciona la descarga de la información vectorial de las capas de la cartografía catastral, es de uso restringido para usuarios registrados de la administración; los servicios SOAP de callejero y coordenadas que permite obtener información catastral no protegida; y los servicios de descarga masiva de cartografía vectorial en formato SHP, e información catastral no protegida en formato CAT.

Estos servicios, totalmente operativos, cubren prácticamente todas las necesidades de los usuarios que requieren información cartográfica catastral, como cartografía de base y referencia para multitud de propósitos y disciplinas.

El Catastro como organismo productor de información geográfica a nivel nacional, miembro del Consejo Superior Geográfico e integrante de la Infraestructura de Datos Espaciales de España, cumple con las directrices marcada por INSPIRE. Las capas de información geográfica del Catastro están enmarcadas en el ANEXO I (parcelas catastrales y direcciones) y en el ANEXO III (edificios) [2].

## 2. SERVICIO DE VISUALIZACIÓN INSPIRE

El desarrollo y puesta en marcha de este servicio, se ha basado en los otros servicios WMS, ajustándonos a las especificaciones técnicas definidas en INSPIRE para cada capa de los anexos. Utiliza una nueva versión del servicio WMS, pasando a la versión 1.3.0, con variaciones mínimas básicamente relativas a sintaxis y a nombres de parámetros. Se establecen las capas y la simbología basada en el «portrayal» de las especificaciones de Parcela Catastral y Direcciones: «D2.8.I.6 INSPIRE Data Specification on Cadastral Parcels-Guidelines version 3.0.1» y en «D2.8.I.5 INSPIRE Data Specification on Addresses-Guidelines version 3.0.1», respectivamente. Se añaden los estilos definidos para el caso de las parcelas y los umbrales de visualización por escala.

Resumiendo, el nuevo servicio WMS del Catastro según las especificaciones INSPIRE reúne las siguientes características:

- Desarrollo propio.
- Mapa Continuo para todo el territorio con competencias de la D. G. del Catastro.
- Amplias posibilidades de elección de Sistemas de Referencia.
- Posibilidad de transparencia y opción histórica con parámetro TIME.
- Integrado en la arquitectura de la Sede Electrónica del Catastro.
- Altas prestaciones y disponibilidad, igual que el servicio WMS de Catastro.

Se definen de momento 3 «layers» con sus respectivos estilos, a falta de incorporar los edificios: CP.CadastralParcel y CP.CadastraZoning para Parcelas Catastrales y AD.Address para Direcciones.

## 3. CAPAS Y ESTILOS

### 3.1. CP.CadastralParcel.Default

Líneas perimetrales de las parcelas catastrales urbanas y rústicas en mapa continuo, más el atributo de la etiqueta del número de parcela situado en el centroide.

Simbología: Línea negra de 1 pixel + atributo Arial 10 negro. Rango de escala: 1:1 a 1:20.000.

El estilo de CP.CadastralParcel.LabelOnReferencePoint en nuestro caso es el misma que «default» porque siempre situamos las etiquetas en el interior de la parcela, no en el centro geométrico.

<http://ovc.catastro.meh.es/cartografia/INSPIRE/spadgcwms.aspx?service=wms&request=getmap&>

[format=image/jpeg&bbox=512300,4663000,512500,4663200&width=1000&height=1000&srs=epsg:23029&layers=cp.cadastralparcel](http://ovc.catastro.meh.es/cartografia/INSPIRE/spadgcwms.aspx?service=wms&request=getmap&format=image/jpeg&bbox=512300,4663000,512500,4663200&width=1000&height=1000&srs=epsg:23029&layers=cp.cadastralparcel)



Figura 1. CP.CadastralParcel.Default.

### 3.2. CP.CadastralParcel.BoundariesOnly

Líneas perimetrales de las parcelas catastrales urbanas y rústicas en mapa continuo.

Simbología: Línea negra de 1 pixel.

Rango de escala: 1:1 a 1:40.000.

### 3.3. CP.CadastralParcel.ReferencePointOnly

Simbología de puntos representados por una cruz magenta situados en los centroides de las parcelas.

Simbología: Punto representado por cruz magenta de 2 pixel

Rango de escala: 1:1 a 1.60.000

<http://ovc.catastro.meh.es/cartografia/INSPIRE/spadgcwms.aspx?service=wms&request=getmap&format=image/jpeg&bbox=512300,4663000,512500,4663200&width=1000&height=1000&srs=epsg:23029&layers=cp.cadastralparcel,cp.cadastralparcel&styles=boundariesonly,ReferencePointOnly>



Figura 2. CP.CadastralParcel.BoundariesOnly + CP.CadastralParcel.ReferencePointOnly.

### 3.4. CP.CadastralZoning.Default

Líneas perimetrales de las manzanas urbanas y los polígonos de rústica en mapa continuo, más el atributo de la etiqueta del número de manzana o polígono situado en el centroide.

Simbología: Línea negra de 2 pixel + atributo Arial 20 negro.

Rango de escala: 1:1 a 1:20.000

<http://ovc.catastro.meh.es/cartografia/INSPIRE/spadgcwms.aspx?service=wms&request=getmap&format=image/jpeg&bbox=512300,4663000,512500,4663200&width=1000&height=1000&srs=epsg:23029&layers=cp.cadastralzoning>

Por equivalencia con las parcelas catastrales, se ha añadido un nuevo estilo CP.CadastralZoning.BoundariesOnly, para representar solamente las líneas de manzanas y polígonos sin atributo, que aunque no está definido en las especificaciones, permite una representación de la estructura parcelaria más coherente con el modelo. La simbología es exclusivamente de línea y el umbral de escala el mismo que el de parcela para «BoundariesOnly».

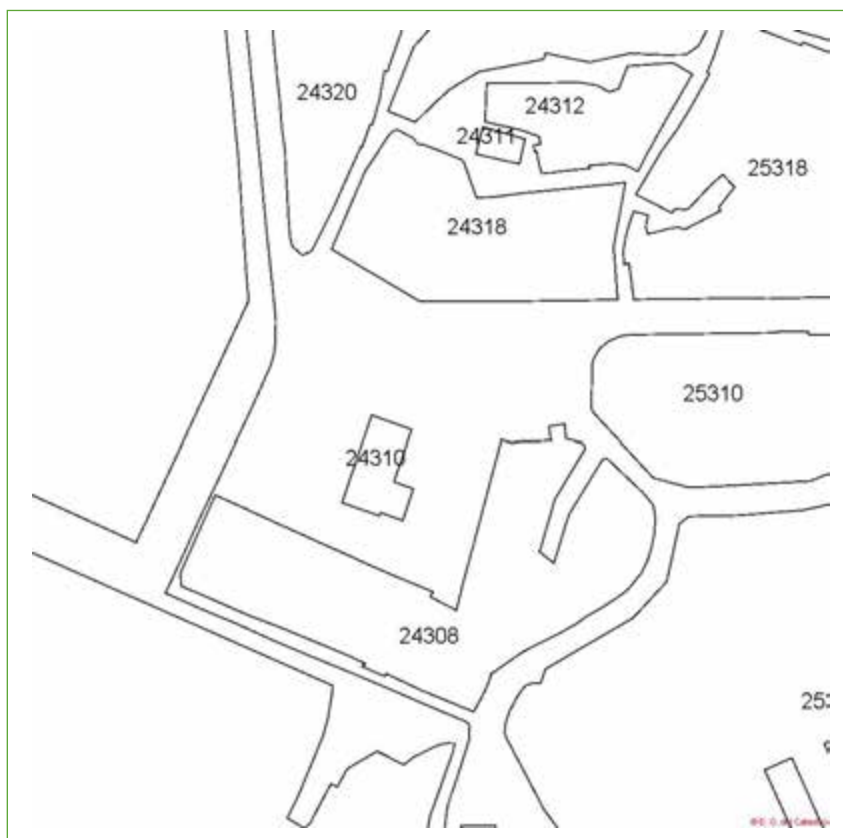


Figura 3. CP.CadastralZoning.Default.

### 3.5. AD.Address.Default

La simbología varía en función de donde se posicione el punto donde se defina una dirección. El color de relleno es:

Blanco: Acceso desde la calle o portal

Gris 75%: parcela o edificio

Gris 50%: Segmento de acceso de calle

Gris 25%: otros casos

En nuestro caso el punto se posiciona en el centroide de la parcela.

Simbología: Punto representado por cuadrado de borde negro y relleno de gris al 75%. Rango de escala: sin límites

<http://ovc.catastro.meh.es/cartografia/INSPIRE/spadgcwms.aspx?service=wms&request=getmap&format=image/jpeg&bbox=512300,4663000,512500,4663200&width=1000&height=1000&srs=epsg:23029&layers=ad.address>

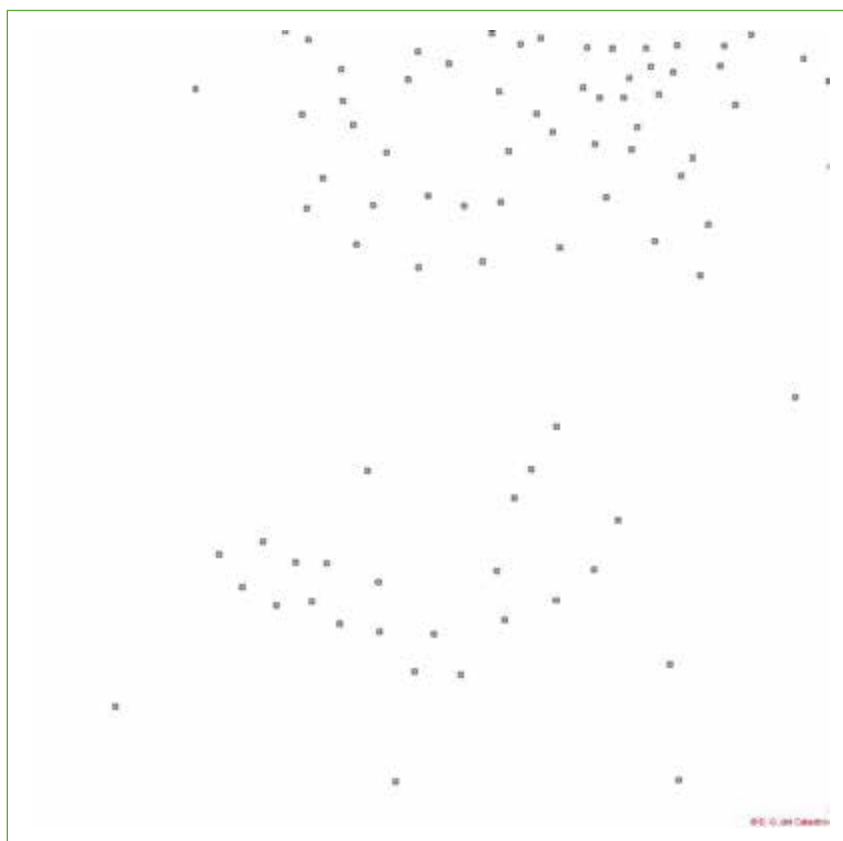


Figura 4. AD.Address.Default.

La opción de GETFEATUREINFO para la identificación sobre el visualizador, muestra una página con el link de la referencia catastral a la página de la Sede Electrónica del Catastro (SEC), con la información de los datos no protegidos de la parcela.

El servicio de visualización WMS según las especificaciones de INSPIRE, comparándolo con el servicio WMS de la Cartografía Catastral, carece de la vistosidad del color y de la riqueza que aportan el resto de las capas que completan una cartografía catastral. Otro inconveniente, por el alto grado de parcelación que existe en todo el territorio, son los umbrales de visualización, que para escalas muy pequeñas, la información no es legible al empastan rótulos y líneas. La aplicación cliente o el navegador deberán controlar las escalas de visualización y la combinación de capas y estilos para que de forma coherente se pueda hacer una visualización más legible.

En contrapartida, el disponer de servicios de visualización, que permitan unificar criterios únicos de simbología en todo el territorio europeo para cada capa de información de los distintos anexos INSPIRE, es una ventaja que permitirá tener un mapa continuo de toda Europa.

#### 4. SERVICIO DE DESCARGA DE PARCELA CATASTRAL Y DIRECCIONES

Según las especificaciones técnicas descritas en el documento «Technical Guidance for the implementation of INSPIRE Download Services» para la implementación de los servicios de descarga, en su capítulo 5 «Atom Implementation of Pre-defined Dataset Download Service» se describe la forma de poder suministrar servicios de descarga basados en la tecnología ATOM con «dataset» predefinidos.





El criterio para optar por esta solución, en lugar de la otra solución propuesta en el documento que sería la de implementar un servicio WFS, han sido:

- Simplicidad.
- Experiencia en desarrollos propios.
- Evitar software externo para la implementación del servicio.
- Facilitar la descarga para usuarios de variada formación y procedencia.
- Integración en los procesos internos.

Los «dataset» predefinidos para las parcelas catastrales se generan por cada término municipal y por cada tipo de cartografía (urbana y rústica). Para el caso de las direcciones el «dataset» es único para cada municipio. El resultado es un fichero comprimido .zip que contiene dos ficheros: Un fichero XML con los metadatos del «dataset» y un fichero GML con la información de las parcelas catastrales o las direcciones. Estos ficheros se generan, de forma automática, gerencia por gerencia, mediante un módulo de la herramientas de la aplicación corporativa del catastro, SIGCA3.

La sintaxis de la nomenclatura de los ficheros, sigue el siguiente esquema:

- A.ES.SDGC.CP.R.GGMMM
- A: Puede tomar valores A y H para definir si la información es actual o con historia.
- ES: País España
- SDGC: Organismo: Spanish Directorate General for Cadastre
- CP: Cadastral Parcels o AD para direcciones
- R: Corresponde al tipo de cartografía U o R (Urbana o Rústica) para el caso de parcelas.
- GGMMM: Es el código de gerencia y municipio de la D.G. del Catastro.

Los ficheros de metadatos, incluyen «MD» dentro de la sintaxis del fichero.

ATOM es un fichero en formato XML usado para Redifusión Web. Permite que los programas busquen actualizaciones del contenido publicado en un sitio Web. En esencia este fichero XML tiene una etiqueta <feed> global en la cual, existen otras etiquetas <entry> con los links a los documentos a descargar.

Por organización y claridad se establecen 2 niveles de ficheros ATOM. Uno principal donde se definen las entradas (<feed>) por gerencia donde aparecen listados los términos municipales que tienen asignadas.

<http://www.catastro.minhap.es/INSPIRE/CadastralParcels/ES.SDGC.CP.atom.xml>

<http://www.catastro.minhap.es/INSPIRE/Addresses/ES.SDGC.CP.atom.xml>

Y otro nivel para cada gerencia donde se encuentran propiamente los links a las descargas de los «dataset».

[http://www.catastro.minhap.es/INSPIRE/CadastralParcels/GG/ES.SDGC.AD.atom\\_GG.xml](http://www.catastro.minhap.es/INSPIRE/CadastralParcels/GG/ES.SDGC.AD.atom_GG.xml)

[http://www.catastro.minhap.es/INSPIRE/Adresse/GG/ES.SDGC.AD.atom\\_GG.xml](http://www.catastro.minhap.es/INSPIRE/Adresse/GG/ES.SDGC.AD.atom_GG.xml)

Siendo GG el código de la gerencia.

La forma de acceder al servicio ATOM, se hace directamente llamando a la URL del fichero XML desde el navegador, que lo interpreta como fichero ATOM y lo enriquece permitiendo la suscripción al servicio, búsqueda de texto, ordenación y filtrado. Existen algunos navegadores que no interpretan bien los ficheros ATOM y no permiten realizar la descarga, como por ejemplo Chrome.

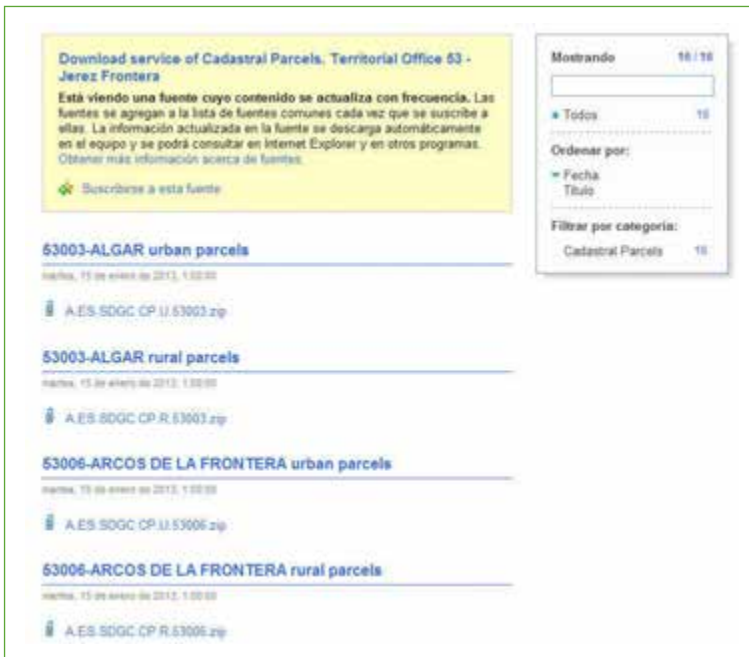


Figura 5. Fichero ATOM de descarga en Internet Explorer.

Al contener el fichero ATOM etiquetas <georss> pueden visualizarse los ámbitos espaciales de los «dataset» desde Google Maps, simplemente introduciendo la URL del fichero XML en el buscador de Google Maps.

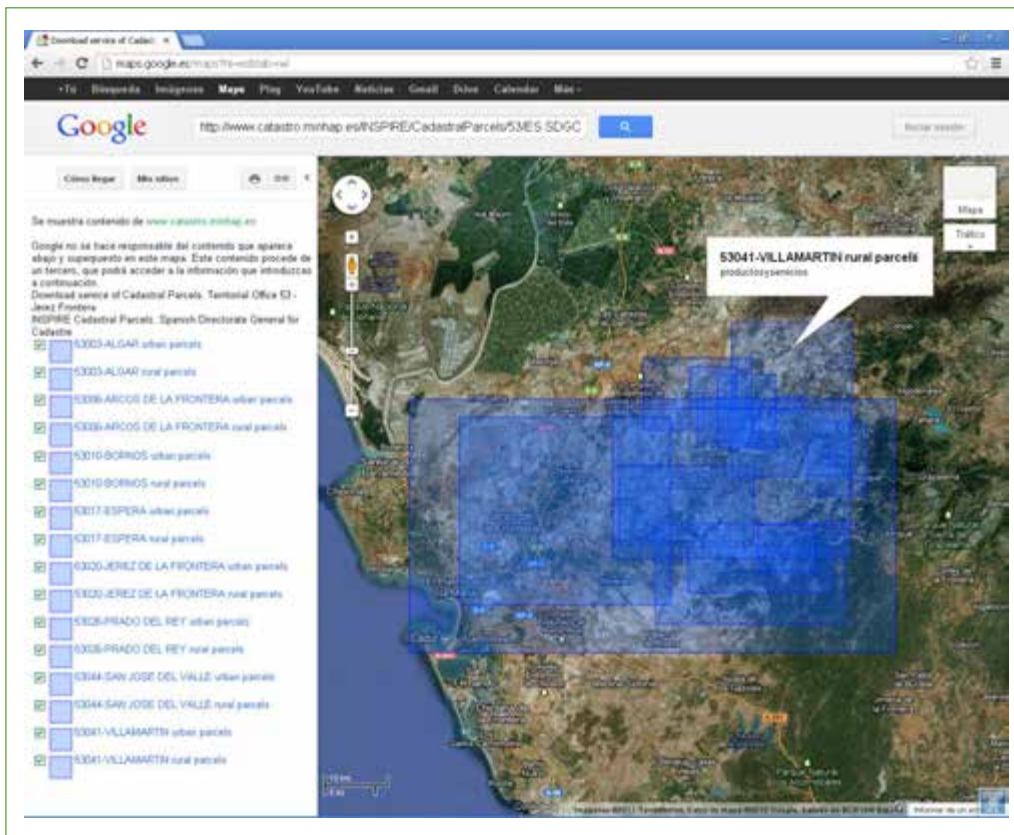


Figura 6. Fichero ATOM en Google Maps.

El resultado de la descarga es un fichero .zip comprimido que contiene dos ficheros: Un fichero XML con los metadatos del «dataset» y un fichero GML con el propio «dataset», geometría más atributos de los objetos.

## 5. DATASET DE PARCELA CATASTRAL

El «dataset» predefinido de parcela catastral se basa en las especificaciones del documento «D2.8.1.6 INSPIRE Data Specification on Cadastral Parcels-Guidelines».

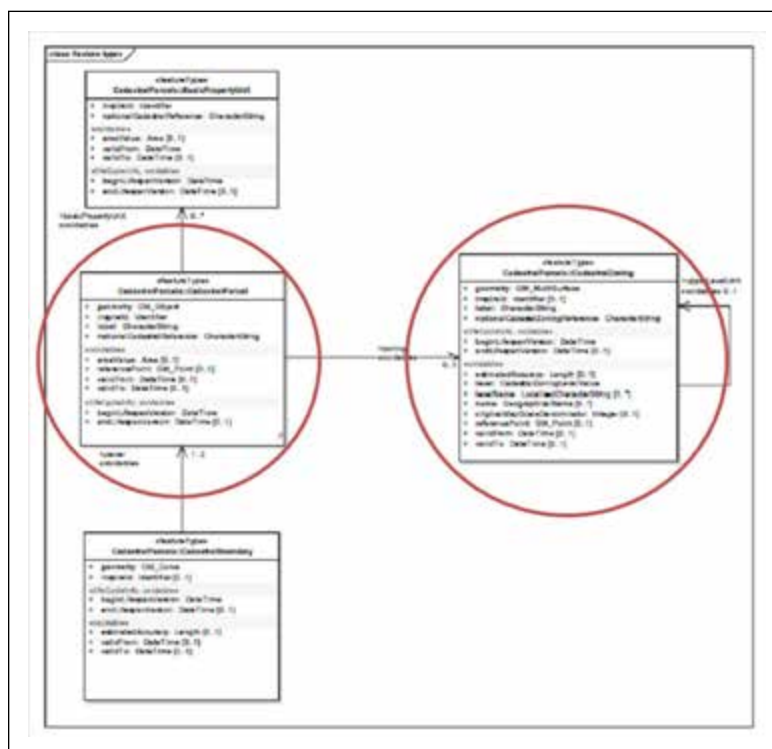


Figura 7. Esquema UML de CP.CadastralParcel.

El resultado final del «dataset» es un fichero GML que contiene 2 tipos de objetos: CP.CadastralParcel y CP.CadastralZoning. Existen otros objetos dentro de las especificaciones que son más propios de otros países y que no están presentes en nuestro modelo de datos.

Los atributos obligatorios que definen los objetos, además de su geometría, cabe destacar el identificador único a nivel europeo, que básicamente es la referencia catastral más el prefijo «ES.DGC.CP.» que identifica el país, el organismo productor del dato y el tipo de objeto. La fecha de alta del objeto en base de datos, la etiqueta, la superficie y el identificador nacional son otros atributos presentes en el modelo.

Cada parcela catastral tiene un enlace por su identificador al objeto CP.CadastralZoning al cual pertenece, de esta forma el «dataset» completo contiene información espacial del parcelario a nivel de parcelas y manzanas/polígonos.

## 6. DATASET DE DIRECCIONES

El «dataset» predefinido de direcciones se basa en las especificaciones del documento «D2.8.1.5 INSPIRE Data Specification on Addresses-Guidelines».

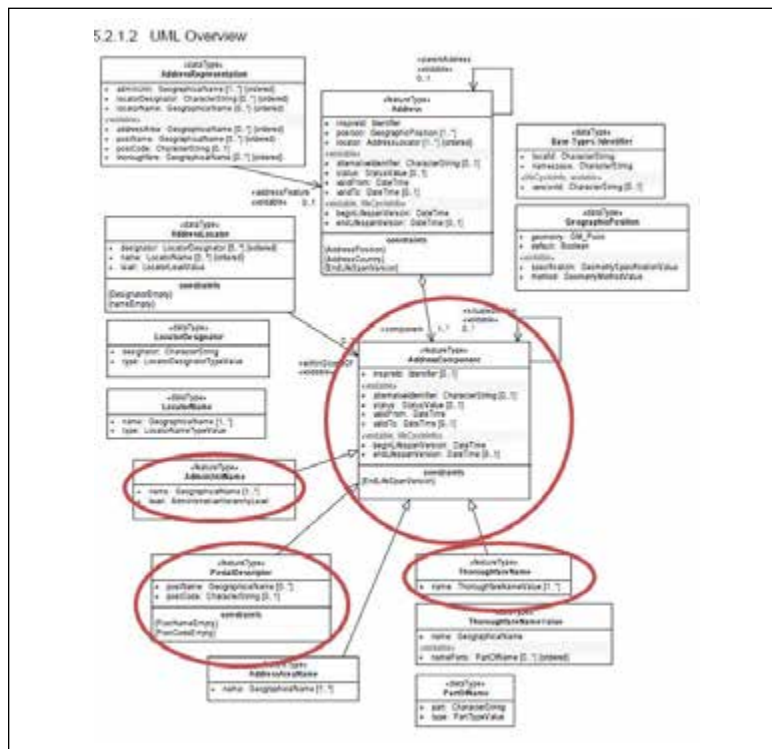


Figura 8. Esquema UML de AD.Address.

El objeto principal Address definido como Feature Type esta formado por los distintos Data Type que lo identifican, además se enlaza con otros Feature Type que complementan todo el conjunto para definir una dirección.

Los Feature Type integrantes en un objeto dirección son:

- AD:Address: Es el objeto principal y existen tantos como direcciones físicas. Está compuesto por la posición (geometría), su localización y los link al resto de componentes.
- AD:ThoroughfareName: Componente con la descripción del nombre geográfico de la vía. Existirán en el dataset tantos objetos como calles tenga el municipio.
- AD:PostalDescriptor: Componente del código postal. Existirán tantos objetos como códigos postales tenga el municipio.
- AD:AdminUnitName: Componente del nombre de la unidad administrativa.

La geometría del fichero GML resultante solo tiene topología de punto que además corresponde con las coordenadas del centroide de la parcela de la cual se ha obtenido su dirección.

Se puede dar el caso que existan varias direcciones asociadas a un único punto. Es el caso de parcelas que tengan edificios con varios portales que den a distintas calles o vías. En estos casos son dos objetos distintos que comparten geometría.



La forma de construir todas las direcciones que constituyen el «dataset» del municipio, se obtiene de la lista de direcciones asociadas a cada bien inmueble, llegando hasta el nivel de calle, número y duplicado si lo hay.

En todo el «dataset», su geometría está referenciada al centroide de la parcela catastral, no al acceso o entrada al portal.

Para que la Dirección General del Catastro pudiera dar con garantía direcciones cuya geometría estuviera asociada al acceso del portal, habría que cambiar el modelo de datos interno, así como los procedimientos de carga y mantenimiento para guardar integridades del modelo y asociar el texto presente en la cartografía catastral del número del portal a la parcela. Dándose relaciones de una parcela a varios accesos.

El objeto principal del «dataset» de direcciones es AD.Address contiene un identificado único a nivel europeo, las coordenadas de la geometría del punto, el localizador que es el número del portal, más duplicado su hubiese, las fechas de alta en base de datos y los links a los otros objetos que constituyen una dirección y son: el nombre de la vía (AD:ThoroughfareName), el código postal (AD:PostalDescriptor) y el nombre de la unidad administrativa (AD:AdminUnitName).

## 7. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS DE TRABAJO

Estos servicios de visualización y descarga INSPIRE, puede que a nivel nacional, no cumplan con todas las necesidades que los usuarios demandan, en comparación con otros servicios existentes que están operativos y que facilitan más o mejor información, pero su existencia es una exigencia de obligado cumplimiento hacia la directiva INSPIRE y además permite homogeneizar y armonizar la información, a nivel nacional e internacional.

Como líneas de trabajo a corto plazo está la de incorporar los edificios, en servicios de visualización y de descarga, de igual forma, que las parcelas catastrales y las direcciones.

Otra línea de actuación, es la de difusión de estos modelos, para su utilización por parte de los usuarios externos que requieren información de cartografía catastral y la incorporación de estos formatos como propios para los requerimientos internos. Como por ejemplo usar el modelo de objeto CP.CadastralParcel de INSPIRE para proporcionar la geometría del objeto en certificaciones, descargas, etc.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Olivares J.M., Virgós L.I.: Revista Catastro, n.º 56. La Cartografía Catastral como servicio WEB, pp. 27-40 (2006).
- [2] Velasco A., Olivares J.M., Groeger G.: Revista Catastro, n.º 70. El Catastro que nos viene ..., pp. 27-43 (2010).



## El estereotipo «voidable» y su influencia en la implementación de las especificaciones

### Ejemplos de aplicación en Geología y Recursos Minerales

(\*) FERNANDO PÉREZ, MARÍA JESÚS MANCEBO

(\*\*) MARÍA TERESA LÓPEZ

---

#### Resumen

La implementación de los esquemas de aplicación de las especificaciones de todos los temas de La Directiva INSPIRE exige la recopilación, análisis, filtrado y adaptación de abundantes datos que o bien no existen o no se encuentran disponibles por su carácter estratégico; o bien si existen no se adecuan exactamente o se encuentran repartidos entre distintas administraciones.

Esto se traduce en que las primeras pruebas realizadas en el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) con datos reales para la implementación de las especificaciones en los temas que le conciernen, resultaran ciertamente desalentadoras. Cubrir la información exigida por los esquemas de aplicación requeriría un notable esfuerzo y coste sin totales garantías de éxito.

Sin embargo, esta potencial falta de datos por las circunstancias expuestas no implica que se vayan a incumplir los mínimos que exige la Directiva. La presencia del estereotipo «voidable» en el esquema de aplicación permite la carencia o ausencia de datos aun existiendo en el mundo real. Los valores «unpopulated» y «unknown» son perfectamente válidos cuando un atributo o asociación sea del estereotipo «voidable».

En el caso concreto de la implementación del núcleo del esquema de aplicación de las especificaciones de Recursos Minerales, se encuentra por un lado, información repartida en distintas administraciones, como la Subdirección General de Minas y sus delegaciones, o información de carácter estratégico no susceptible de ser puesta a disposición de los usuarios; y por otro lado la falta de algunos datos referentes a las actividades de exploración y a las medidas de los recursos.

Ante esta perspectiva, se ha optado por establecer un modelo de datos preliminar con sólo aquellos elementos no etiquetados como «voidable». El resultado ha sido un subconjunto del esquema de aplicación, sensiblemente reducido, pero que suministra la información esencial que caracteriza a los indicios minerales y minas. A partir de este núcleo esencial, y a la vista de los datos disponibles o de fácil adquisición, se ha enriquecido este subconjunto esencial añadiendo aspectos relacionados con el uso de los recursos y ciertas características físicas de los yacimientos.

Este aparente éxito logrado con la aplicación de esta metodología no es extensible a todos los casos. Empleada en el esquema de aplicación del subdominio geología del tema Geología tiene como consecuencia un subconjunto que suministra escasa información de utilidad a los usuarios, pues los fenómenos espaciales pierden la mayoría de sus atributos fundamentales.

---

(\*) Instituto Geológico y Minero de España (IGME) – Departamento de Investigación y Prospectiva Geocientífica: f.perez@igme.es, mj.mancebo@igme.es

(\*\*) Instituto Geológico y Minero de España (IGME) – Departamento de Investigación en Recursos Geológicos: m.lopez@igme.es

En resumen, el estereotipo «voidable» puede compatibilizar el cumplimiento de la Directiva con la escasez de datos, asegurando unos mínimos de interés para los usuarios; pero ha de estudiarse con detenimiento cada caso.

### Palabras clave

Jornadas IDE, Especificaciones INSPIRE, estereotipo «voidable», Geología, Recursos Minerales.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Es indudable que los objetivos de La Directiva Inspire [1] son más que ambiciosos pues suponen organizar y difundir de forma homogénea metadatos, datos y servicios de 34 disciplinas o temas de información espacial en 28 países europeos repartidos en múltiples organismos de las administraciones públicas.

Uno de los pilares para garantizar la interoperabilidad es organizar la información espacial y alfanumérica asociada en un modelo de datos común mediante los esquemas de aplicación formulados para cada uno de los temas [2], [3]. Para ello se han desarrollado unas especificaciones de datos concretos con una metodología general [4].

Sin embargo, la adaptación de la información a estos modelos comunes no es sencilla. Existen ya modelos consolidados que hay que compatibilizar y se requiere información que en muchas ocasiones o no está disponible o se encuentra dispersa en diferentes organismos de distintos niveles de la administración. Intentar completar estos modelos puede ser una tarea ardua y a veces desalentadora, como le ha sucedido al Instituto Geológico y Minero de España, IGME, en la implementación del modelo de Recursos Minerales.

Sin embargo, el examen detallado de las especificaciones de datos permite detectar un mecanismo que permite cumplir con los mínimos de datos establecidos en primera instancia para dar luego paso a fases posteriores de enriquecimiento de la información a suministrar.

## 2. EL ESTEROTIPO VOIDABLE

Los esquemas de aplicación de las especificaciones de datos de Inspire se han elaborado haciendo uso del denominado «Consolidated UML model» [5], que se fundamenta principalmente en las Normas ISO de la familia 19100, información geográfica y en especificaciones del Open Geospatial Consortium, OGC.

El lenguaje de modelado es UML, Unified Modelling Language, que suministra todos los artefactos necesarios para el desarrollo de las especificaciones y que, por ser extensible, permite añadir aquellos elementos necesarios para adaptar los modelos a las necesidades de cada caso [6].

Para solucionar los casos en los que los atributos de un fenómeno tienen un valor o conjunto de valores medidos o estimados en el mundo real, pero que el suministrador de los datos no dispone de ellos, se ha implantado el estereotipo «voidable».

En las especificaciones de datos de cualquier tema de La Directiva se detalla el estereotipo «voidable» en el apartado 5, exactamente el 5.2.2 en el caso de los Recursos Minerales. En cualquier caso no hay variación entre las especificaciones en cuanto a contenido e instrucciones sobre este estereotipo. Se hace además una apreciación con relación al documento referente al General Feature Model [7], y es que en las especificaciones de datos se considera que cuando el valor de un atributo no se puede conseguir a un coste razonable puede utilizarse este estereotipo.



Se recomienda que se utilice un valor de la lista VoidReasonValue para estos casos, proponiendo dos alternativas:

- Unpopulated, cuando la propiedad no se ha incluido en el conjunto de datos espaciales por parte del administrador.
- Unknown, cuando la propiedad se desconozca en algunos de los objetos espaciales concretos.

El estereotipo «voidable» se puede aplicar a atributos y asociaciones de cualquier cardinalidad, pues es ésta la que indica si una propiedad está presente o no en un fenómeno y no la cualidad tipo de atributo.

Finalmente es necesario citar la Recomendación número 8 del documento «Generic Conceptual Model» que dice:

«Todas las propiedades de los tipos de objetos espaciales, excepto aquellas en las que el objeto espacial carecería de sentido sin ellas, deberían ser «voidables».

### 3. EL NÚCLEO DEL MODELO DE RECURSOS MINERALES DE INSPIRE

El origen de las especificaciones de datos de Recursos Minerales, [8] se encuentra en los trabajos realizados por La GGIC, (Australasian) Government Geologist Information Committee, iniciados en el año 2004 con el denominado «Mineral Occurrence Model». En octubre de 2010 se publicó la versión 1.1 de EarthResourceML (<http://www.earthresourceml.org/>), ya bajo el auspicio de la CGI, Commission for the Management and Application of Geoscience Information, perteneciente a la IUGS, International Union of Geological Sciences, (<https://www.grid.csiro.au/wiki/CGIModel/EarthResourceML>).

Las especificaciones INSPIRE de datos de Recursos Minerales están constituidas por dos bloques de información (según se especifica en el punto 2.2.1 de las especificaciones). En primer lugar se encuentra el núcleo, en el que se consideran tanto la componente de presencia o concentración de recursos susceptibles de trabajos posteriores de investigación, como la actividad minera derivada de éstos. En segundo lugar está la extensión, (anexo D.2 de las especificaciones), que profundiza más en las propiedades de los recursos minerales y comprende también aspectos sobre los residuos resultantes de la explotación y beneficio de los recursos minerales, siguiendo las disposiciones de la Directiva 2006/21/EC, de 15 de marzo de 2006, sobre la gestión de los residuos de las industrias extractivas.

El núcleo de las especificaciones gira en torno a dos fenómenos principales, ambos abstractos, con los que se representan por un lado el recurso en sí mismo como materia, EarthResource, y por otro la extracción de los recursos mediante la minería, MiningFeature.

EarthResource se define como cualquier tipo de fenómeno observado o inferido necesario para clasificar los recursos en económicos y no económicos.

MiningFeature es un tipo de objeto espacial que agrupa las propiedades comunes de la mina (Mine) de la actividad minera (MiningActivity).

Desde el punto de vista del recurso o de la materia el fenómeno principal es el denominado MineralOccurrence, o indicio mineral, definido de forma muy sencilla como «una acumulación mineral en la litosfera». El indicio mineral es el fenómeno que siempre estará presente en cualquier base de datos de recursos minerales.

Los elementos con los que se asocia MineralOccurrence son:

- Commodity, la materia prima mineral.
- OreMeasure, la cantidad de materia prima en términos de Reservas, Recursos y Dotación.
- ExplorationActivity, el tipo actividad de exploración en un periodo concreto.
- MineralDepositModel, características principales que definen el tipo de concentración mineral.

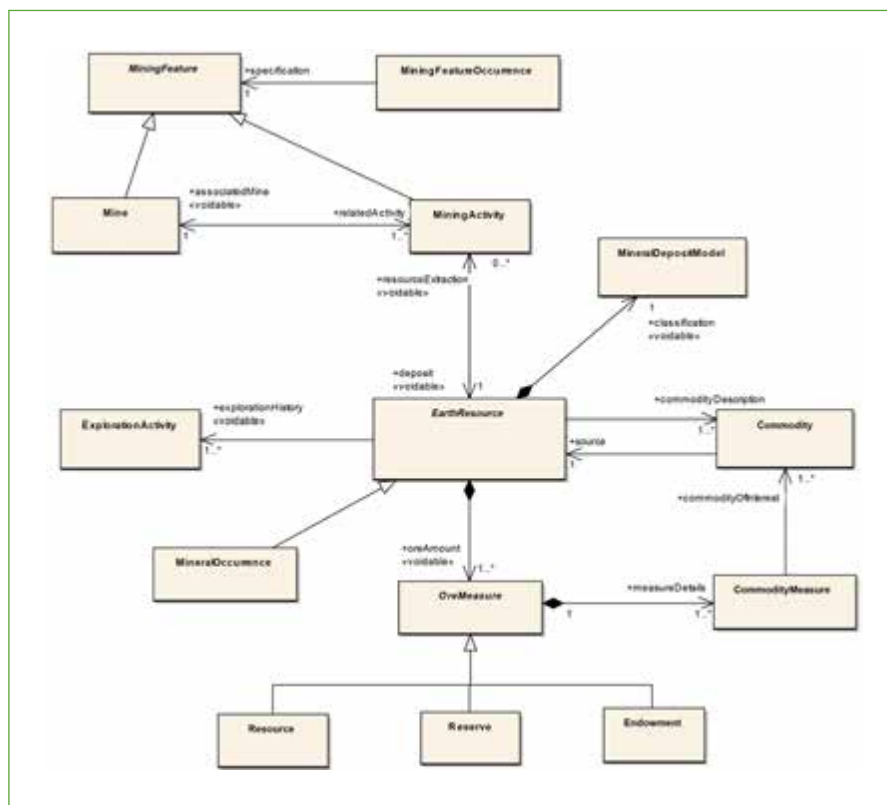


Figura 1. Vista completa del núcleo del modelo de Recursos Minerales

El fenómeno MiningFeature tiene una asociación de herencia con dos fenómenos subordinados:

- Mine, cualquier excavación hecha para la extracción de recursos minerales.
- MiningActivity, la actividad minera asociada a una mina, que incluye el tiempo de ejecución.

EarthResource y MineFeature se vinculan a través de MiningActivity, un fenómeno subordinado por herencia de MiningFeature. Es importante señalar que un EarthResource puede tener una asociación de cardinalidad mínima 0 con MineFeature, evidentemente hay indicios minerales que no constituyen más que una anomalía de concentración mineral que por su reducido volumen o falta de conocimiento impide cualquier tipo de explotación. La asociación inversa es siempre 1 a 1, toda actividad minera se realiza en sobre la existencia de un indicio. En ambos casos la asociación es de tipo «voidable».

El número total de listas de términos controlados con las que cuenta el núcleo del modelo asciende a 14.

#### 4. LA IMPLANTACIÓN DEL MODELO DE RECURSOS MINERALES EN EL IGME

Si bien es cierto que la práctica totalidad de los Servicios Geológicos tienen competencias sobre la localización e inventariado de los recursos minerales, la información relativa a labores de exploración y de explotación de los yacimientos queda en manos en otros organismos.

En España las Delegaciones Provinciales de Minas son las que tienen las competencias sobre la concesión de los diferentes permisos relativos a la actividad minera y son, además, el destino de los informes anuales correspondientes. Queda patente la dispersión de la información minera, que obviamente tiene sus consecuencias a la hora de abordar la implementación de la Directiva INSPIRE en esta materia.

Por otro lado, la información relativa a valoración y cuantificación de los recursos minerales es muy valiosa, sobre todo en las fases de exploración, por lo que puede ser confidencial; no llegando a las redes de información pública.

El Instituto Geológico y Minero de España, atendiendo las misiones que tiene encomendadas en su Estatuto (Real Decreto 1953/2000, de 1 de diciembre, modificado por los Reales Decretos 1134/2007, de 31 de agosto, y 718/2010, de 28 de mayo); ha desarrollado una serie de pruebas de implementación del esquema de aplicación con datos reales que han puesto de manifiesto ciertas carencias de información.

#### 4.1. La base de datos de Recursos Minerales del IGME, BDMIN

La Base de Datos de Recursos Minerales (BDMIN) implantada en el IGME, fue realizada con el objetivo fundamental de generar una Base de Datos que integrara toda la información preexistente y futura generada por el IGME en los ámbitos de Metalogenia y Rocas y Minerales Industriales de una forma ordenada, accesible y consultable.

BDMIN integra la información geológico minera sobre indicios y explotaciones minerales metálicas, no metálicas, rocas ornamentales y rocas industriales. Está articulada en torno a dos fenómenos principales: el «indicio mineral» (que cubre el dominio metalogenético) y la «roca» (que cubre el dominio de las rocas y minerales industriales y las rocas ornamentales).

Ambos fenómenos tiene un conjunto importante de atributos en común, la mayoría correspondientes a listas de términos controlados, pero las características singulares de cada uno de ellos hace que posean atributos específicos.

El estudio que se presenta en este trabajo se ha centrado en una prueba piloto de implementación de la base de datos de rocas y minerales industriales de Asturias, por lo que únicamente se detallarán las propiedades de este fenómeno, obviando el indicio mineral.

Los grupos de datos principales con los que se describen de las rocas y minerales industriales son:

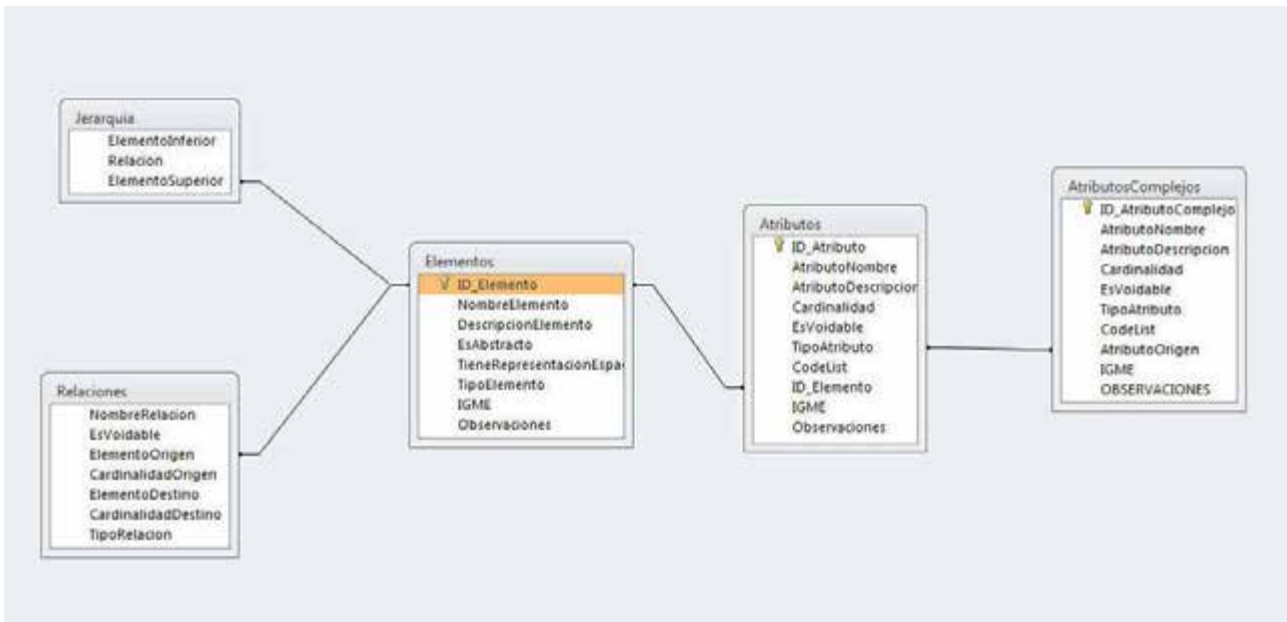
- Localización
- Recursos y usos
- Descripción geológica
- Propiedades geométricas del yacimiento
- Datos catastrales
- Reservas
- Exploración, actividad minera y método de explotación

Es evidente que la base de datos diseñada es muy ambiciosa, sobre todo teniendo en cuenta que parte de la información radica en otras instituciones como se ha mencionado anteriormente.

#### 4.2. Procedimiento

A partir de los esquemas de aplicación de las especificaciones se construyó un catálogo de fenómenos en una base de datos Access. Este catálogo cuenta con cinco tablas:

- Fenómenos (bajo el nombre Elementos)
- Atributos
- Atributos complejos (para detallar los Type y DataType)
- Jerarquía
- Relaciones



A las tres primeras tablas se les añadió un campo denominado «IGME» y otro «Observaciones» para establecer la correspondencia entre fenómenos y atributos de INSPIRE y fenómenos y atributos de BDMIN y dejar constancias de las particularidades de la correspondencia.

Para facilitar las tareas de correlación se generó una vista en la que se encuentran todos los atributos asociados directamente a sus fenómenos, es decir, los Type y DataType se descompusieron hasta el último atributo.

Finalizada la correlación se detectaron carencias de información en BDMIN en tres aspectos:



La comparación de este «modelo esencial» de Recursos Minerales con los datos almacenados realmente en BDMIN permitió aumentar ligeramente el número de elementos del modelo. Se incluyeron los usos potenciales del recurso (DataType EndUsePotential) con su CodeList correspondiente y se añadió el ciclo de vida del indicio mineral en el fichero de datos espaciales, (atributos beginLifespanVersion y endLifespanVersion).

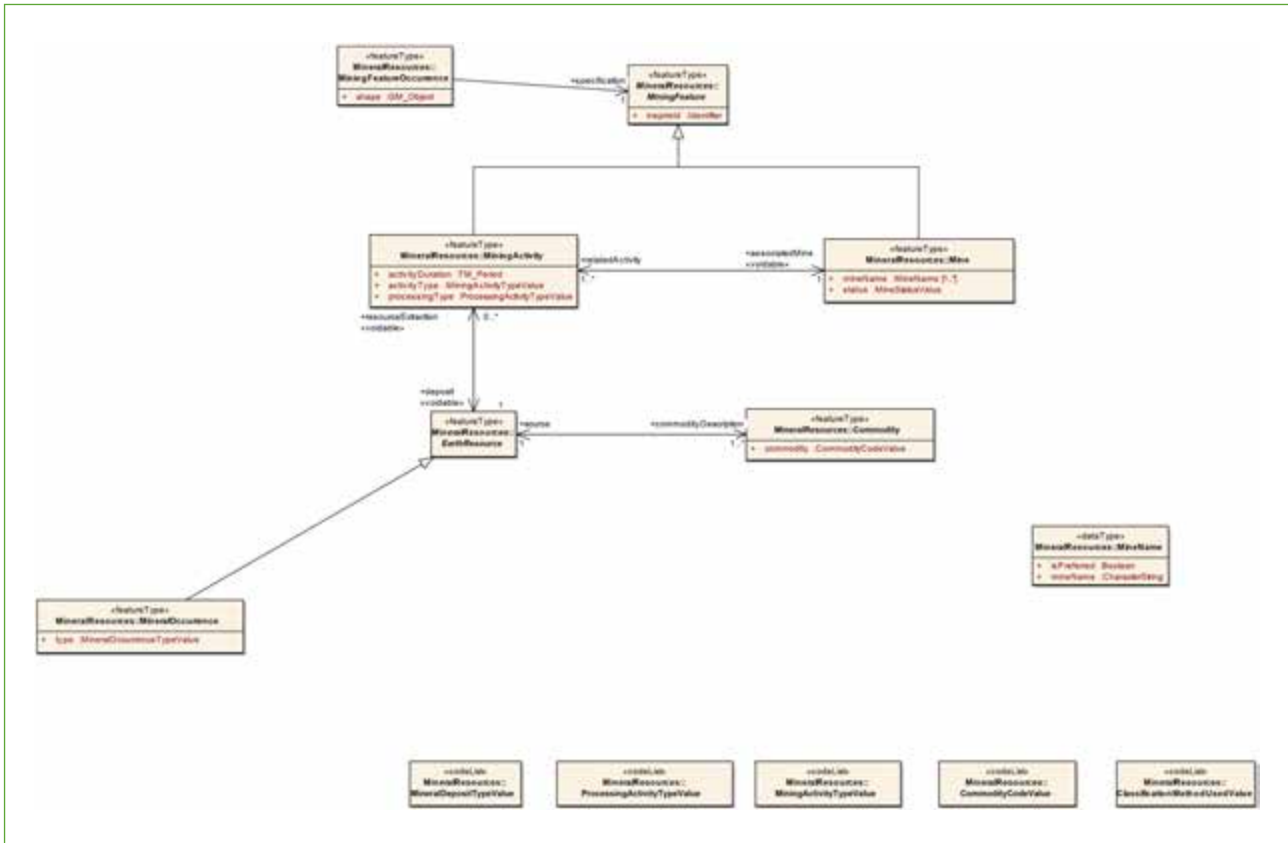


Figura 4. Esquema de aplicación «esencial» de Recursos Minerales.

## 5. LA IMPLANTACIÓN DEL MODELO DE GEOLOGÍA CON LA MISMA METODOLOGÍA

A lo largo de los años 2012 y 2013 el IGME trabajó en la implantación de las especificaciones INSPIRE de Geología, subdominio Geología. Los objetivos se centraron fundamentalmente en detectar aquellos fenómenos existentes en los modelos de datos consolidados en el Instituto, no considerados en las especificaciones [9], [10] y en la correlación de las listas de términos controlados, principalmente rocas y sedimentos y edades geológicas [9], [11].

En este caso se examinarán dos fenómenos en concreto aplicando los mismos criterios que los expuestos anteriormente: GeologicEvent y GeologicUnit.

### 5.1. GeologicEvent

Todos sus atributos son de tipo «voidable» [12], por lo que si se suprimen el fenómeno se queda sin atributos y por lo tanto carece de sentido. Se perderían propiedades de los fenómenos geológicos, entre ellas la edad. Significaría que las unidades geológicas se quedarían sin una propiedad fundamental.

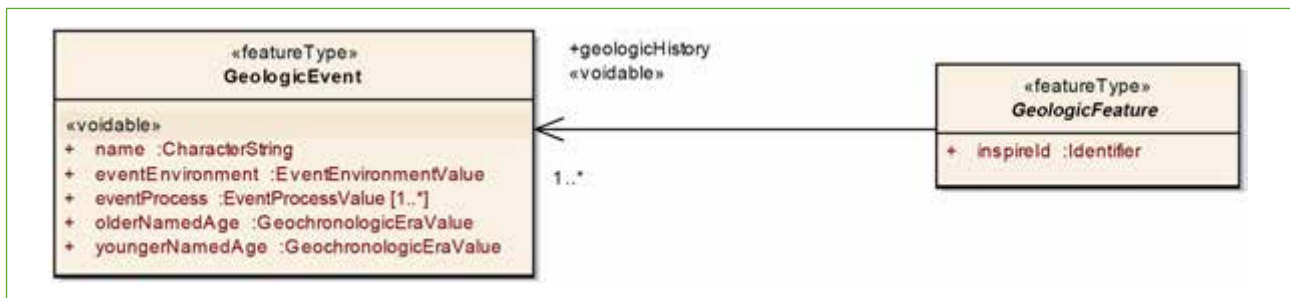


Figura 5. Extracto del esquema de aplicación de Geología. Relación entre el Fenómeno Geológico (GeologicFeature) y el Evento Geológico (GeologicEvent).

## 5.2. GeologicUnit

Mantiene una relación de composición de tipo «voidable» con CompositionPart [12], donde se indican las litologías de las unidades. Si se suprime las unidades quedarían sin la propiedad más importante no distinguiéndose entre ellas.

En estas dos situaciones habría que acudir a la Recomendación número 8 del documento «Generic Conceptual Model» mencionada anteriormente que indica cuándo un atributo puede ser de tipo «voidable».

Parece evidente que esta recomendación no fue aplicada en los dos casos anteriores pero es indudable que a la hora de la implementación de los modelos se debe atender a ella como si fuera un requerimiento.

## 6. CONCLUSIONES

El examen detallado de los elementos etiquetados como «voidable» permitir descubrir a un elemento «amigo» de las organizaciones que han de adaptar los modelos de datos INSPIRE. Su aplicación hace posible en

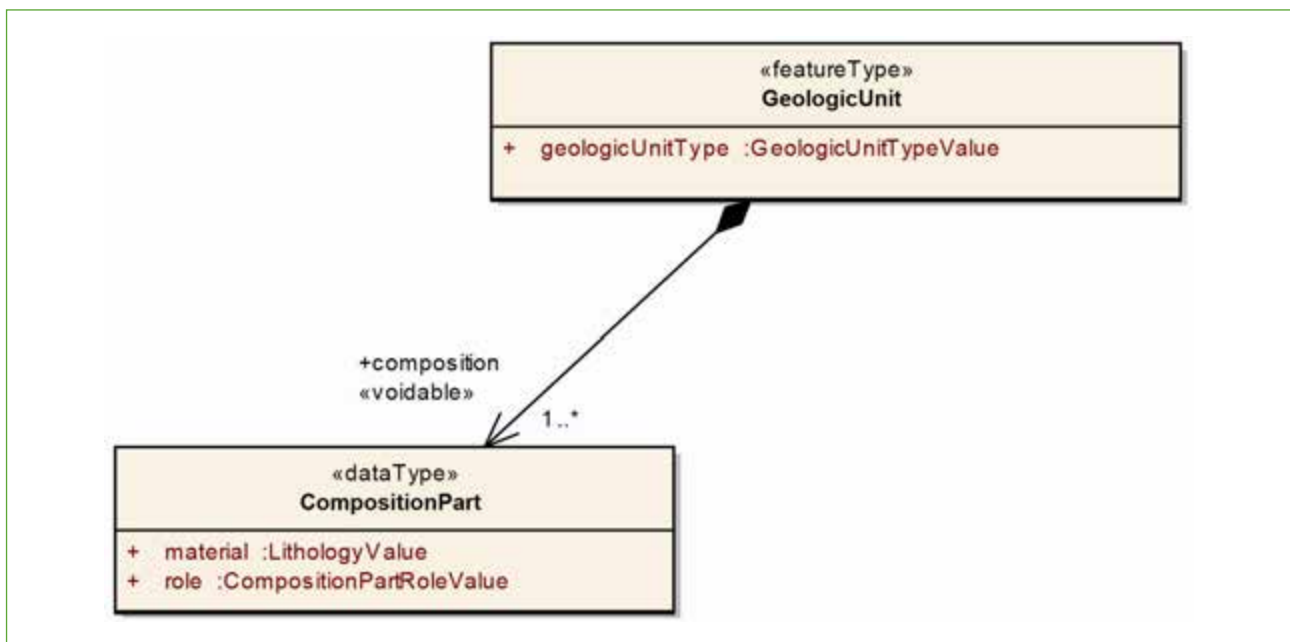


Figura 6. Extracto del esquema de aplicación de Geología. Relación de la Unidad Geológica (GeologicUnit) y el tipo de dato Parte Componente (CompositionPart).

muchos casos la implantación de los nuevos modelos y además de una forma equilibrada, jugando con la eficacia y el coste.

El empleo del estereotipo «voidable» permite crear un esquema de aplicación de mínimos exigibles para determinar cuál es el mínimo de información a suministrar y a partir de ahí, con los datos disponibles comenzar a agregar elementos.

El manejo del estereotipo «voidable» no es directo y en algunos casos no es sencillo. Es necesario definir una metodología de aplicación mediante el análisis en detalle del resultado que se obtiene de su aplicación, comprobando que cumple con la necesidad y la disponibilidad de información de cada

## 6.1. Organización

Por último precisar que, aparentemente el Requerimiento número 8 del Modelo Consolidado de INSPIRE no se ha aplicado con todo el rigor que es necesario pues puede inducir a crear bases de datos espaciales solo con geometría sin posibilidad de distinguir los fenómenos por sus propiedades fundamentales.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] INSPIRE 2007: Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). Disponible en el sitio web: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>
- [2] INSPIRE 2010: COMMISSION REGULATION implementing Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council as regards interoperability of spatial data sets and services. Disponible en el sitio web: <http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2010:323:SOM:EN:HTML>
- [3] Joint Research Centre, 2012, «A Conceptual Model for Developing Interoperability Specifications in Spatial Data Infrastructures». European Commission. Documento disponible en el sitio web: [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/IES\\_Spatial\\_Data\\_Infrastructures\\_\(online\).pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/IES_Spatial_Data_Infrastructures_(online).pdf)
- [4] INSPIRE 2008: D2.6: Methodology for the development of data specifications, Versión 3.0. Disponible en: [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/DataSpecifications/D2.6\\_v3.0.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/DataSpecifications/D2.6_v3.0.pdf)
- [5] INSPIRE 2012: Consolidated UML model. Generated (r4002). Disponible en la página web: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/541/downloadid/1707>
- [6] ISO 2005:ISO 19103, Geographic Information – Conceptual Schema Language. Organization of Standardization. Ginebra, Suiza, <http://www.iso.org>
- [7] INSPIRE 2009: D2.5: Generic Conceptual Model, Version 3.2. Disponible en: [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/D2.5\\_v3.2.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/D2.5_v3.2.pdf)
- [8] INSPIRE 2013: D2.8.II.21 INSPIRE Data Specification on Mineral Resources - Draft Technical Guidelines v3.0 rc3. Documento disponible en el sitio web: [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/INSPIRE\\_DataSpecification\\_MR\\_v3.0rc3.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_MR_v3.0rc3.pdf)
- [9] Mancebo, M. J.: Propuesta para la adopción de las especificaciones de Geología de la Directiva INSPIRE en el Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Trabajo de Fin de Grado en Ingeniería Geomática y Topografía por la Escuela Politécnica Superior de Ávila.
- [10] F. Pérez Cerdán; M. J. Mancebo Mancebo and F. Rubio Pascual. 2012: The Impact of the Inspire Directive on Geologic Data Models of Geological Surveys. The IGME (Spain) Case. Actas del 7th European congress on Regional GEOscientific cartography and Information systems, Bolonia, Italia. Junio 2012. Vol II, pp 829-830
- [11] Mancebo, M. J., Pérez, F. y Rubio, F., 2012: Análisis de la problemática de la implantación de la Directiva INSPIRE en un Servicio Geológico Nacional. JIIDE. Madrid (España). Disponible en el sitio web: <http://www.ign.es/resources/jiide2012/miercoles/manana/Ecuador/5.IGME.pdf>
- [12] INSPIRE 2013: D2.8.III.4 INSPIRE Data Specification on Geology - Draft Technical Guidelines v3.0 rc3. Documento disponible en el sitio web: [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/INSPIRE\\_DataSpecification\\_GE\\_v3.0rc3.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_GE_v3.0rc3.pdf)



# «SITNA en tu móvil». Cliente HTML5 para dispositivos móviles basado en servicios IDE.

## Explorando las posibilidades de HTML5

(\*) FERNANDO LACUNZA, JUAN LUIS CARDOSO, CARLOS SABANDO, PABLO ECHAMENDI y CRISTINA SÁNCHEZ

---

### Resumen

SITNA en tu móvil es una aplicación web ideada para dispositivos móviles, basada en estándares y software libre, que acerca la información del SITNA (Sistema de Información Territorial de Navarra) a usuarios de smartphones y tablets a través de la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA).

Desde el punto de vista de la tecnología empleada se opta por un desarrollo en HTML5, CSS3 y JavaScript, apoyándose en librerías de software libre, concretamente OpenLayers y jQuery Mobile. Se descartan desarrollos específicos para las distintas plataformas móviles (Android, iOS, Windows Phone, etc.) en busca de la universalidad de la solución.

Los datos se obtienen por defecto de los servicios de IDENA, pero se puede acceder a cualquier otro servicio de mapas WMS (estándar OGC) que ofrezca capas compatibles. La aplicación es multiplataforma y accesible desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, incluidos los navegadores actuales de equipos de escritorio, aunque la interfaz está optimizada para dispositivos táctiles y la función de geoposicionamiento es de mayor interés en terminales móviles.

### Palabras clave

SITNA, IDENA, movilidad, mobile, HTML5, jQuery, OpenLayers, Android, iOS, smartphone, tablet.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

En Navarra, desde el año 2000, existe el SITNA (Sistema de Información Territorial de Navarra [1]), según los principios de INSPIRE [2]. Este portal ofrece datos y servicios de mapas conformes a estándares y de libre acceso.

Durante el año 2012 se decide desarrollar una versión de IDENA [3] para dispositivos móviles. El objetivo es aportar a la sociedad en general, y a los profesionales en particular, una nueva y sencilla manera de acceder desde dispositivos móviles a toda la información geográfica que ofrece el Gobierno de Navarra a través de IDENA.

Para ello se toma la decisión de desarrollar SITNA en tu móvil [4] una aplicación con las siguientes características principales:

---

(\*) Tracasa – Sistemas de Información Territorial:

flacunza@tracasa.es, jlcardoso@tracasa.es, csabando@tracasa.es, pechamendi@tracasa.es, csanchez@tracasa.es

- Multiplataforma, móvil y accesible desde navegadores de PCs.
- Intuitiva y enfocada a usuarios no expertos.
- Que permita eliminar de costes de licencias de software.

El proyecto ha consistido en el desarrollo de una aplicación Web en HTML5 [5] y JavaScript para dispositivos móviles, basada en estándares y software libre, que acerca la información del SITNA a usuarios de smartphones y tablets a través de la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA).

Los datos se obtienen por defecto de los servicios de IDENA (WMS, WMTS y WFS, estándares OGC [6]), pero se puede acceder a cualquier otro servicio de mapas WMS que ofrezca capas en el sistema de referencia espacial utilizado para representar los datos geográficos en IDENA (EPSG:25830 [7]). La aplicación es multiplataforma, accesible desde cualquier dispositivo con conexión a Internet, también navegadores actuales de equipos de escritorio, si bien la interfaz está optimizada para dispositivos táctiles y la función de geoposicionamiento es de mayor interés en terminales móviles.

El alcance de esta primera fase incluye la funcionalidad habitual en un visualizador geográfico tradicional con acceso online a los datos: navegación, selección de capas, leyenda, identificación y búsquedas; añadiendo la explotación del geoposicionamiento y optimizando la experiencia del usuario de este tipo de dispositivos. Queda para fases posteriores el acceso desconectado a datos que permitiría solventar el clásico problema en telefonía móvil de falta de disponibilidad de cobertura.



Figura 1. Pantalla de inicio de SITNA en tu móvil Geológico (GeologicEvent)

## 2. TECNOLOGÍA

Desde el punto de vista de la tecnología empleada, y después de estudiar las distintas alternativas, se opta por HTML5, CSS3 y JavaScript, apoyándose en librerías de software libre, en concreto OpenLayers [8] y jQuery [9] Mobile [10]. Se descartan por tanto los desarrollos específicos para las distintas plataformas móviles (Android, iOS, Windows Phone, etc.) en busca de la universalidad de la solución.

Los motivos que nos llevan a optar por una aplicación Web frente a aplicación nativa son los siguientes:

- No es necesario instalar nada en el cliente.
- El código es reutilizable en gran medida para aplicaciones web orientadas a navegadores de PCs.
- El coste de desarrollo es menor, si se pretende soportar todas las plataformas móviles.

Los requisitos mínimos de uso son:

- Navegador con soporte HTML5
- Sistema Operativo: cualquiera que soporte un navegador HTML5. En el caso de los navegadores nativos de plataformas móviles:
  - Android a partir de la versión 2.3
  - Apple iOS a partir de la versión 6.0

### 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS CLAVE

El trabajo de adaptar una aplicación web a dispositivos móviles conlleva enfrentarse a problemas que no existen o son menos graves en entornos de escritorio, como es el menor tamaño de las pantallas, ausencia de teclados o disponibilidad de conexión.

También conlleva aprovecharse de ciertas ventajas típicas de dispositivos móviles, como las pantallas táctiles o la capacidad de geoposicionamiento.

A continuación se describen las principales optimizaciones técnicas realizadas en la aplicación para el entorno móvil.

#### 3.1. Geoposicionamiento

En dispositivos móviles es de especial interés mostrar la posición actual en el mapa. Las características de HTML5 permiten el acceso al hardware del dispositivo para que en base a medios como la recepción de señal GPS o la triangulación de señal celular se obtenga una estimación de la posición actual y de la exactitud de esa posición. En SITNA en tu móvil ambos parámetros se muestran gráficamente en el mapa.

#### 3.2. Definición relativa de tamaños

En el entorno móvil existe una gran variedad de tamaños y resoluciones de pantalla. Esta circunstancia puede hacer que un botón dimensionado en cierta cantidad de píxeles sea de tamaño aceptable en una tablet de gran tamaño pero difícilmente usable en un teléfono. Por tanto, en SITNA en tu móvil todos los componentes del visor tienen tamaños definidos relativamente al ancho y alto de la pantalla. Esto garantiza que el aspecto del visor es similar independientemente de la resolución de la pantalla del dispositivo que lo muestra.

Con respecto al tamaño de los botones se aplica una regla extra, y es un tamaño máximo en centímetros para evitar que en tablets de gran tamaño los botones ocupen demasiada área útil.

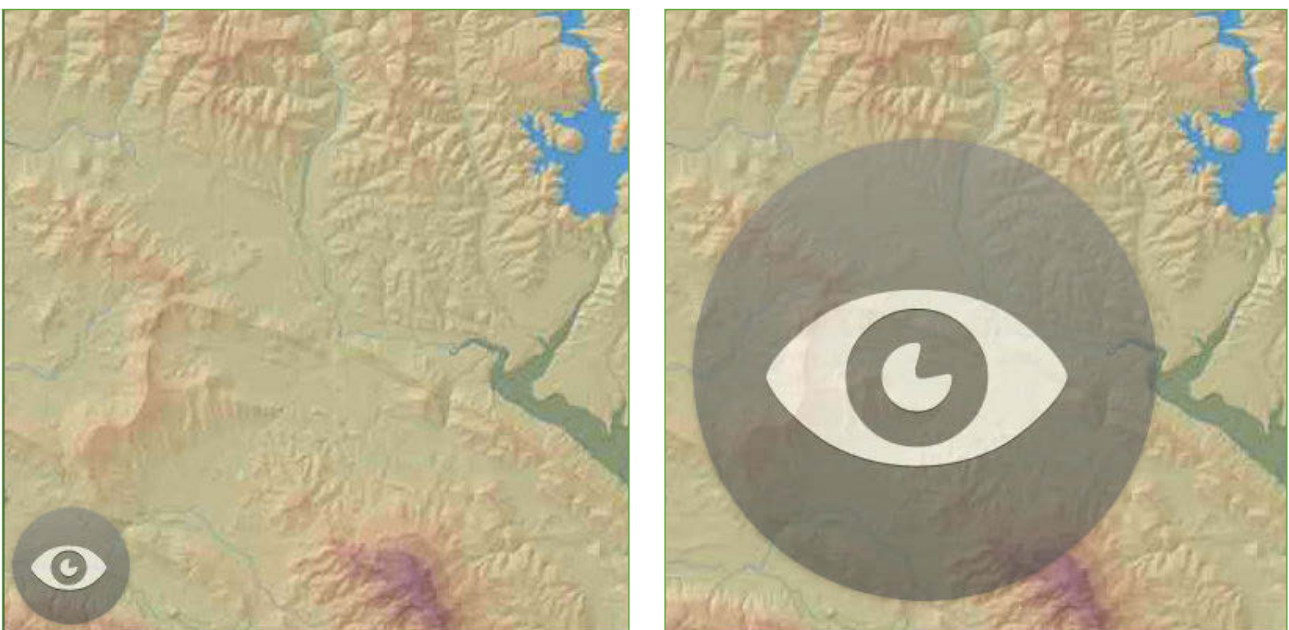


Figura 2. Los iconos se escalan sin pérdida de calidad

### 3.3. Logo e iconos vectoriales

Dado que los tamaños definidos son relativos, los iconos de los botones deben ser capaces de reescalarsen. Si se utiliza la solución clásica de imágenes mapa de bits (PNG o GIF) se puede experimentar un pixelado de las imágenes en pantallas grandes. Por ello se utilizan vectores para representar los iconos y el logotipo del SITNA, que por definición son escalables sin pérdida de calidad.

Para los iconos de los botones se utilizó una biblioteca de gráficos empaquetada en una fuente tipográfica descargable (bajo el estándar WebFonts [11]). Cada carácter en esa fuente representa un glifo o icono. La biblioteca elegida fue Entypo [12]. Para el logotipo se confeccionó una imagen DGN exportada a partir de una imagen de mapa de bits de alta resolución.

### 3.4. Media queries

Las media queries [13] son un mecanismo de CSS3 que permiten adaptar el estilo de los elementos de la página dependiendo de factores externos como tamaño de pantalla, resolución, orientación, etc. Son un recurso muy potente para conseguir un diseño adaptativo, dado la gran variedad de tamaños y resoluciones de pantalla que hay en los dispositivos móviles.

En el caso de SITNA en tu móvil, se utilizaron media queries para detectar si la pantalla estaba orientada en modo apaisado o modo retrato. Según esta orientación, los botones de herramientas se distribuyen en línea o en un formato más compacto, para garantizar su visibilidad en cualquier circunstancia. Así mismo, el panel de la leyenda se coloca en distinta posición para mejorar la experiencia de navegación por el mapa con dicho panel desplegado.

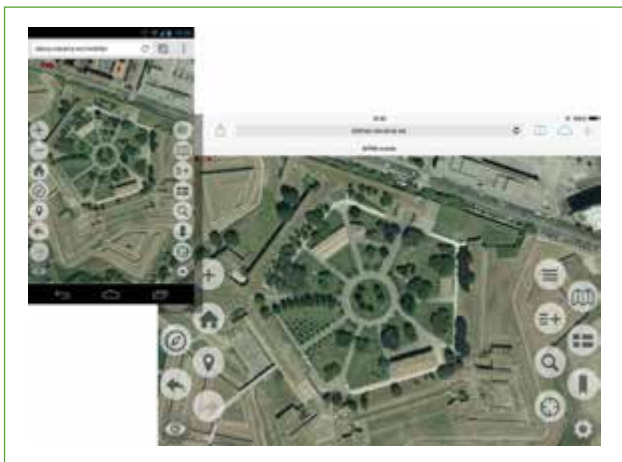


Figura 3. Media queries – Posicionamiento de botones.



Figura 4. Media queries – Ubicación del panel de leyenda.

### 3.5. Application Cache

Las redes móviles no siempre garantizan una conexión rápida del dispositivo. Además, todavía es común la tarificación con un tope de consumo mensual de datos. Esta problemática hace importante la reducción al mínimo la transferencia de datos en las conexiones con el servidor, incluso eliminándolas completamente si es posible.

HTML5 ofrece un mecanismo que permite el funcionamiento offline de aplicaciones web: la application cache [14]. Su funcionamiento se basa en la publicación de un documento de manifiesto con la lista de recursos

que la aplicación necesita para funcionar. En la primera conexión al servidor, se descargan todos al navegador. En sucesivas conexiones se utiliza la copia almacenada localmente.

Con la application cache activada la primera carga del visor puede costar más tiempo porque se pueden descargar archivos que no vayan a ser utilizados en la sesión, pero las cargas sucesivas son inmediatas. Con una elección correcta de la lista de recursos del documento de manifiesto ni siquiera es necesaria una conexión a Internet para cargar la aplicación.

En SITNA en tu móvil se cachean los documentos HTML, CSS, imágenes, fuentes descargables para los glifos y el documento de capacidades del WMS con las capas de IDENA.

Actualmente el visor no funciona completamente offline, porque sigue siendo necesario cargar las imágenes del mapa desde el servidor, y esa carga de imágenes, que es dinámica, se sale de las capacidades de la application cache, que solo sirve para recursos estáticos. En un futuro se plantea una herramienta de descarga de mapas para uso offline, aprovechando los métodos de almacenamiento local que ofrece HTML5 (Indexed DB, File API).

### 3.6. Local Storage

Tradicionalmente, para guardar el estado de una aplicación web de una sesión a otra se han utilizado cookies. Las cookies son archivos de texto que se almacenan del lado del cliente. Tienen dos problemas que limitan su utilidad: No permiten el almacenamiento de grandes cantidades de datos y se transmiten entre cliente y servidor en cada petición. Este último problema se agrava en el caso de conexiones móviles, donde es especialmente importante minimizar la transferencia de datos.

Por tanto, en los casos en que esté disponible, SITNA en tu móvil utiliza local storage [15], una herramienta de HTML5 para almacenar información textual en el cliente que no adolece de los problemas mencionados en las cookies.

Los datos que se almacenan por este método son los marcadores y los mapas WMS externos cargados en la tabla de contenidos.

### 3.7. Compresión de código

El tamaño de un archivo JavaScript se puede reducir apreciablemente eliminando todos los caracteres innecesarios y cambiando los nombres de variables por otros más cortos. También se puede juntar el código de todos los archivos en uno solo. De este modo se minimiza tanto el número de conexiones abiertas con el servidor así como la cantidad total de datos transferida.

Existen herramientas como Closure Compiler [16] que realizan este proceso automáticamente.

La biblioteca OpenLayers tiene incorporada su versión de Closure Compiler. En ella se puede especificar qué clases JavaScript se incluyen en el proceso. Para SITNA en tu móvil se hizo un recuento de las clases de OpenLayers que se utilizan y se descartaron el resto, obteniéndose de este modo una biblioteca ad-hoc para la aplicación.

### 3.8. Generación dinámica de páginas

La estructura de capas de IDENA es grande y compleja. Por tanto la tabla de contenidos de SITNA en tu móvil se compone de una gran cantidad de páginas. Si el marcado HTML de cada una de ellas estuviera generado a priori el tamaño total de la aplicación sería muy grande y provocaría un consumo excesivo de memoria del navegador, además de exigir una carga inicial mayor.

Para evitar esta situación, las páginas de la tabla de contenidos no existen en el momento de la carga de la aplicación. Estas páginas se van generando dinámicamente bajo demanda a partir del documento de capacidades del servicio (que ya está almacenado localmente desde la primera carga de la aplicación) según el usuario va navegando por la tabla.

### 3.9. Almacenaje local de consultas

En la medida de lo posible se intenta minimizar el número de consultas al servidor. Por ello, los resultados de todas las búsquedas al callejero y los documentos de capacidades de servicio de WMS externos se almacenan en objetos JavaScript locales.

## 4. FUNCIONALIDADES

El visor clásico de IDENA incorpora una detección automática de dispositivo, por lo que en caso de ser consultado desde un navegador móvil, redireccionará a SITNA en tu móvil.

La aplicación consta de un mapa y de herramientas con diferentes funcionalidades. Estas herramientas se clasifican en dos grupos: herramientas de navegación y herramientas que permiten actualizar y mostrar el contenido que se visualiza en el mapa.

### 4.1. Herramientas de navegación

En líneas generales, la navegación en SITNA en tu móvil se realiza interactuando con la pantalla del dispositivo. Por ejemplo, para desplazarse por el mapa, basta tocar la pantalla y arrastrar el dedo.



#### **Menú herramientas de navegación**

Situado en la parte inferior izquierda del visor. Despliega las diferentes opciones de navegación sobre el mapa.



#### **Zoom acercar**

Alternativamente, tocar la pantalla con 2 dedos y separarlos o bien hacer doble clic sobre la pantalla.



#### **Zoom alejar**

Alternativamente, con dos dedos separados, tocar la pantalla y acercarlos.



#### **Zoom al mapa completo**

Muestra la extensión completa del mapa.



#### **Centrar en posición actual**

Centrar el mapa en la ubicación en la que se encuentra el usuario a través de la función de geoposicionamiento del navegador.



#### **Ir a XY**

Esta herramienta permite introducir coordenadas geográficas y UTM en tres sistemas (ETRS89, ED50 y WGS84) para centrar el mapa.



#### **Vista anterior**

Muestra la extensión previa del mapa en el historial de navegación.



#### **Vista siguiente**

Muestra la extensión siguiente del mapa en el historial de navegación.

## 4.2. Otras herramientas

SITNA en tu móvil ofrece un conjunto de herramientas para realizar distintas tareas con la aplicación como pueden ser cambiar los mapas de fondo, cambiar las capas superpuestas, buscar objetos, ver leyenda, guardar marcadores, etc.

### Menú otras herramientas

Situado en la parte inferior derecha del visor. Despliega un conjunto de herramientas.

### Capas disponibles

Permite seleccionar las capas que se desea visualizar. Por defecto se sirven aquellas que aparecen en IDENA. El usuario puede navegar por distintos niveles y seleccionar aquellas capas o grupos de capas que desee cargar en su mapa. Una vez cargadas capas en el mapa, el usuario puede identificar los objetos visualizados pulsando y manteniendo el dedo sobre el mapa, mediante la operación GetFeatureInfo del servicio WMS correspondiente. Esta herramienta permite también limpiar el mapa de todos los elementos superpuestos, incluida la referencia a la ubicación GPS del dispositivo.

### Mapas de fondo

Permite seleccionar la imagen que queremos como fondo sobre el que cargar capas de información. Este mapa nos sirve de referencia para la localización de la información referida al territorio.

### Añadir WMS

Permite añadir los servicios WMS que se muestran en la lista o cualquier otro a partir de su URL. Por conveniencia se ofrece también una lista de WMS existentes.

### Ver leyenda

Muestra la leyenda de las capas cargadas en el mapa, tanto de IDENA como de WMS externos.

### Buscar lugar

Permite la búsqueda de un lugar de Navarra. Es posible localizar un municipio, entidad de población, calle o dirección postal a partir de Palabras claves separadas por comas. Por ejemplo: plaza del Castillo, Pamplona. Conforme se introduce el texto la aplicación va mostrando una lista de sugerencias que corresponden al patrón de búsqueda.

### Crear marcador

Permite crear un marcador que permite recuperar en una sesión posterior el mapa creado. El marcador creado se añade a una lista de marcadores del usuario que se almacenan en local storage de HTML5 o en una cookie si aquel no está disponible.

### Coordenadas y barra de escala

Muestra el indicador de coordenadas del centro del mapa y la barra de escala gráfica del mapa.



Figura 5. Sugerencias de resultado de búsqueda

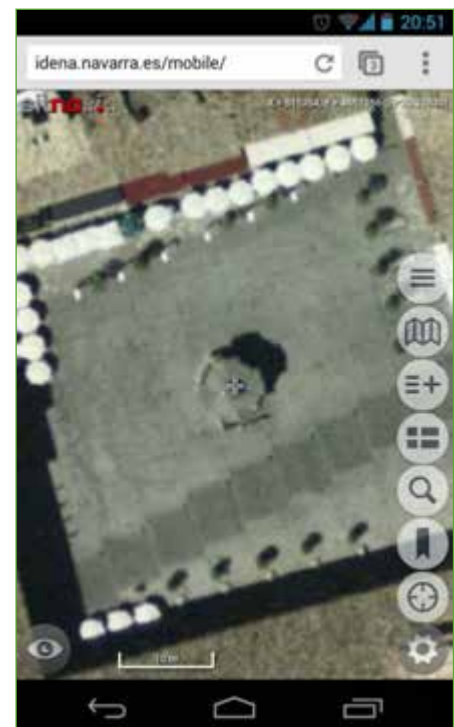


Figura 6. Coordenadas y barra de escala en pantalla

## 5. APP DE ANDROID

Una de las ventajas de que SITNA en tu móvil sea una aplicación web es que no requiere instalación de ningún software en el dispositivo, y es usable simplemente accediendo a su URL. No obstante para muchos usuarios es más cómodo descargar una aplicación nativa (comúnmente llamada app) desde una tienda de aplicaciones como Google Play Store, Apple App Store o Windows Phone Store, que abrir un navegador y escribir una dirección web.

Para facilitar el uso de SITNA en tu móvil a estas personas se ha publicado en Google Play Store una app [17] que actúa como lanzadora de la aplicación web.

## 6. DESARROLLOS FUTUROS

SITNA en tu móvil ha superado su primera fase y ha cubierto los requerimientos de funcionalidad más inmediatos, pero hay margen para mejoras futuras, tanto funcionales como no funcionales, y seguir explotando las ventajas inherentes que ofrecen los dispositivos móviles. A continuación se describen las más relevantes.

### 6.1. Importación, grabación y exportación de rutas

Dado que la aplicación puede geolocalizarse, cargarse sin conexión a Internet y grabar datos localmente, se podría usar como gestor de rutas en campo. Es factible generar un track a partir de la evolución de la posición del dispositivo, exportarlo a GPX o importar un GPX externo para visualizarlo en el mapa.

### 6.2. Descarga de mapas para uso offline

Actualmente la aplicación no se puede usar completamente offline porque sigue necesitando una conexión a Internet para descargarse las imágenes de los mapas.

Se puede aprovechar la API de archivos de HTML5 [18] para descargar localmente todas las teselas de mapa WMTS de una región geográfica definida por el usuario para su uso posterior. En caso de que se perdiera la conexión a Internet la aplicación podría geolocalizarse y proponer el uso de un mapa descargado si hay alguno disponible para la posición actual.

### 6.3. Brújula

HTML5 está trabajando en una API que ofrezca la orientación del dispositivo en base a sus sensores [19]. Esta API permitiría mostrar en el mapa una brújula funcional, e incluso, gracias a transformaciones CSS3 (que OpenLayers en su versión 3 ya explota) orientar el mapa mismo para que quede alineado con la tierra independientemente de la orientación del dispositivo.

### 6.4. Mejoras en compatibilidad con todas las plataformas

Actualmente, debido principalmente al diferente grado de soporte HTML5 que tienen los navegadores, la experiencia de uso de la aplicación no es igual de agradable en todos los sistemas operativos. En concreto, actualmente hay pequeñas taras de usabilidad en Windows Phone, y la compatibilidad con el incipiente sistema operativo móvil Firefox OS está por comprobar. Se debe seguir trabajando para que SITNA en tu móvil sea de uso lo más universal posible.





## 6.5. Visualización del perfil del terreno

A partir del modelo digital del terreno de Navarra se puede ofrecer al usuario el perfil de una ruta introducida por el usuario.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SITNA: Sistema de Información Territorial de Navarra, <http://sitna.navarra.es/>
- [2] INSPIRE, <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>
- [3] IDENA: Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra, <http://idena.navarra.es/>
- [4] SITNA en tu móvil, <http://idena.navarra.es/mobile/>
- [5] HTML5 Specifications, <http://www.w3.org/TR/html5/>
- [6] OGC: Open Geospatial Consortium, <http://www.opengeospatial.org/>
- [7] ETRS89 / UTM zone 30N, <http://spatialreference.org/ref/epsg/25830/>
- [8] OpenLayers, <http://www.openlayers.org/>
- [9] jQuery, <http://jquery.com/>
- [10] jQuery mobile, <http://jquerymobile.com/>
- [11] WebFonts Candidate Recommendation, <http://www.w3.org/TR/css3-webfonts/>
- [12] The Entypo Pictogram Suite, <http://www.entypo.com/>
- [13] Media Queries Recommendation, <http://www.w3.org/TR/css3-mediaqueries/>
- [14] Offline Application Caching APIs, <http://www.w3.org/TR/offline-webapps/#offline>
- [15] Web Storage Recommendation, <http://www.w3.org/TR/webstorage/>
- [16] Closure Compiler, <http://closure-compiler.appspot.com/>
- [17] SITNA en tu móvil Android app, <https://play.google.com/store/apps/details?id=es.tracasa.sitna>
- [18] File API Working Draft, <http://www.w3.org/TR/FileAPI/>
- [19] DeviceOrientation Event Specification Working Draft, <http://www.w3.org/TR/orientation-event/>



# Nuevas tendencias en el análisis y el tratamiento de la toponimia en el marco de las Infraestructuras de Datos Espaciales

(\*) AYAR RODRÍGUEZ DE CASTRO y ANTONIO VÁZQUEZ HOEHNE

---

## Resumen

Aunque imperfectos, los topónimos se consideran desde siempre los identificadores geográficos más extendidos entre los usuarios para acceder al conjunto de datos fundamental de las IDE de los países. Su función esencial en la lectura e interpretación de la información de las IDE no debe eclipsar otras valiosas misiones que cumplen, que deben ser tenidas en cuenta a la hora de incorporarse a los catálogos básicos de información geográfica.

En un trabajo anterior presentado con motivo de las JIIDE de 2012, los autores abordaron, en un primer nivel, el reconocimiento del papel de la toponimia en el marco de las IDE para la delimitación de las áreas de referencia de las entidades geográficas no definidas administrativamente. Se propuso, en este sentido, avanzar en la definición de las áreas de referencia de los topónimos a partir de la relación entre topónimos e imaginarios de los ciudadanos. Las diferentes concepciones de las áreas y elementos que designan los distintos nombres geográficos permiten diferenciar entre áreas de referencia segura de los topónimos, áreas de referencia difusa y áreas de ambigüedad, lo que facilita la optimización del valor de las IDE como herramientas de una complejidad rica y precisa.

En este nuevo trabajo se aspira a poner de manifiesto que no solo hay que profundizar en el análisis del valor referencial espacial de la toponimia, sino también en su propio valor como herramienta discursiva. Se aspira a poner de manifiesto la importancia que puede llegar a tener el tratamiento que se da a los topónimos en una IDE, dado, por un lado, el valor patrimonial inmaterial de los nombres geográficos y, por otro lado, su capacidad de afectar al discurso por las connotaciones que adquiere como signo y símbolo al referirse a una entidad geográfica.

Así, en el presente documento se abordará, en primer lugar, los motivos que hacen necesario extremar precauciones en el uso de las denominaciones toponímicas y, en segundo lugar, cómo se estima que deberían resolverse los problemas que pueden surgir a este respecto en el caso de las Infraestructuras de Datos Espaciales.

## Palabras clave

IDE, Toponimia, Discurso territorial, Patrimonio inmaterial

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Históricamente los topónimos se han considerado un elemento esencial en Cartografía, tanto por su función como identificadores geográficos, como por la información que proporcionan en sí mismos. Con el advenimiento

---

(\*) Universidad Politécnica de Madrid – ETSI de Topografía, Geodesia y Cartografía:  
ayar.rodriguez@upm.es, antonio.vazquez.hoehne.es

de las IDE digitales los nombres geográficos han mantenido esa importancia, pero se ha redefinido su rol y se ha investigado en su tratamiento como herramienta de accesibilidad a la información, profundizándose en cuestiones como la escala a partir de la que deben figurar en el mapa digital o si deben aparecer o como deben representarse en la cartografía dinámica.

Pero la puesta en valor de las IDE, paradójicamente, no ha redundado por el momento en el enriquecimiento y puesta en valor de la propia toponimia, entendida con frecuencia más como un metadato geográfico<sup>1</sup> que como información geográfica en sí misma. La toponimia, en efecto, constituye una valiosa información geográfica dotada de significado y llena de contenido semántico y simbólico que se estima que debe considerarse en el desarrollo de las IDE. Uno de los principales objetivos del presente trabajo es poner de manifiesto que el devenir de la IDE debe tomar en consideración a los nombres, asumiendo todo el potencial patrimonial e informativo de éstos, más allá de su rol identificador.

En una comunicación anterior presentada con motivo del X Congreso de Topografía y Cartografía y las Jornadas Ibéricas de IDE del pasado año en Madrid de 2012 [2], se abordó el alcance que puede llegar a tener la toponimia como fuente de información geográfica para definir la extensión de las entidades geográficas en la IDE. En este trabajo se pretende poner de relieve el alcance de la toponimia como información geográfica en sí misma en el marco de las IDE.

## 2. LA TOPONIMIA Y LAS INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES

Los topónimos son una parte esencial de la información geoespacial [3] en la medida en que, por un lado, son el referente básico de los ciudadanos en su entorno inmediato y, por otro lado, constituyen información geográfica de elevado valor simbólico y patrimonial.

Los nombres geográficos actúan como identificadores referenciales para los usuarios por dos motivos fundamentales:

- Emplear una denominación para un lugar facilita su detección, su identificación y su referenciación tanto en el mapa como en la realidad. La mayor parte de los identificadores geográficos se conciben para identificar lugares sobre la cartografía, pero el topónimo, además, sirve comúnmente de identificador geográfico también en la realidad.
- Las denominaciones toponímicas son capaces de asentarse de manera sólida en el imaginario ciudadano gracias a su transparencia semántica o a su capacidad fonética de generar cercanía o rechazo. Los nombres geográficos tienen la capacidad de conectar descripciones e ideas sobre el territorio, porque surgen en el contexto del lenguaje, donde se imbrican de una fuerte componente emocional y, por tanto, pueden funcionar como etiquetas territoriales mucho más fácilmente que otros identificadores geográficos.

En su condición de elementos del lenguaje, los topónimos son, además, información geográfica en sí mismos, que conectan territorio y discurso adquiriendo valor como etiquetas cognitivas llenas de contenido sobre el lugar. Los topónimos encierran, por tanto, una valiosa información territorial que puede ser un objeto de estudio muy interesante para numerosas disciplinas.

Dada la doble condición de los topónimos como identificadores geográficos e información geográfica en sí mismos, se puede afirmar que en el marco de las IDE los nombres geográficos constituyen datos y metadatos de manera simultánea. La IDE, como principal mecanismo de recopilación, transporte y difusión de la información geográfica, establece una profunda relación con la toponimia. Por un lado, los topónimos actúan de referencia

<sup>1</sup> De hecho, las normas ISO sobre información geográfica suelen evitar la noción de «topónimo» o «nombre de lugar», al que suelen referirse como Identificador Geográfico, obviando su función como información geográfica. La ISO 19112 lo define como «referencia espacial en forma de etiqueta o código que identifica una localización» [1].

para la lectura de la información de la IDE y, por otro lado, la IDE constituye la fuente de información toponímica básica. Este hecho supone que la toponimia, como herramienta informativa, dependa en gran medida de la IDE. La forma de tratar y presentar la toponimia en una IDE puede alterar el significado de las denominaciones y el imaginario ciudadano.

El ciudadano conceptualiza un lugar a partir de un nombre concreto, asignándole en su imaginario unos atributos específicos. La sola modificación de alguno de estos atributos (localización asignada, nomenclatura de la denominación, asociación a un determinado tipo de entidad, etc.) tiene la capacidad de modificar de manera más o menos notable distintos aspectos de los topónimos, tal y como se irá mostrando en los siguientes apartados.

### 3. EL ALCANCE ACTUAL DE LOS TOPÓNIMOS EN EL MARCO IDE

En el contexto IDE aún no se ha puesto en valor todo el potencial de la toponimia como información geográfica en sí misma, aunque sí se ha venido recientemente reconociendo el importante papel que juega como herramienta informativa del territorio<sup>2</sup> [4] y como patrimonio cultural inmaterial<sup>3</sup>.

#### 3.1. El interés por la toponimia permite optimizar la funcionalidad las IDE

En los últimos años, la toponimia se ha comenzado a explorar como fuente de información de base para el desarrollo de determinados aspectos de una IDE. La explotación de la toponimia, habitual en estudios de corte histórico o patrimonial, puede servir a las IDE para desarrollarse y evolucionar su diseño y su usabilidad:

- Una de las grandes aspiraciones de las IDE es avanzar en la precisión en la representación de las áreas a las que hacen referencia los topónimos que designan a entidades cuya conceptualización depende del imaginario colectivo, de cara a proporcionar la información geográfica precisa en dichos casos. «Barrio de Lavapiés» por ejemplo designa una entidad geográfica consolidada, sobre la que existe un importante corpus de información geográfica. Se trata de un barrio con autonomía propia que, sin embargo, no existe como delimitación administrativa [6] y carece de límites definidos que dependen, fundamentalmente, del imaginario colectivo. Solo el análisis del topónimo permite contextualizar la información geográfica existente sobre el barrio. El análisis de topónimos como éste, a los que se viene denominando como «topónimos sueltos» [2], permitiría representar en la IDE los tres niveles de interpretación de la realidad espacial a partir de la toponimia: áreas de referencia segura, zonas en las que la mayor parte de los usuarios de un topónimo identifican la entidad a la que éste designa; áreas de referencia difusa, que parte de los usuarios las identifican como parte de la entidad a la que designa un determinado topónimo y parte no; y áreas de referencia ambigua, que parte de los usuarios las identifican como asociadas a la entidad que designa un topónimo y otra parte las identifican como asociadas a la entidad a la que designa otro topónimo<sup>4</sup>.
- La IDE puede actuar como instrumento de apoyo a la investigación en ciencias humanas, sociales y territoriales si presenta la toponimia como herramienta informativa explorando su transparencia etimológica y semántica (figura 1). Por ejemplo, un nomenclátor en una IDE que contenga información sobre el origen y el significado del topónimo puede proporcionar pistas sobre enclaves de importancia arqueológica [7], donde se podrían iniciar excavaciones, o sobre la existencia de formaciones vegetales ya desaparecidas [8]. O un SIG digital que recoja de manera exhaustiva la microtoponimia de un lugar puede ayudar al catastro a solucionar conflictos territoriales.

<sup>2</sup> En [4] se habla de un giro crítico en el estudio contemporáneo de los topónimos. Hoy en día se abordan los topónimos como un objeto de estudio de lo más amplio, considerándose desde su análisis como símbolo social hasta su utilidad en el análisis histórico-político o arqueológico.

<sup>3</sup> En la IX Conferencia sobre Nombres Geográficos de Naciones Unidas [5] se enuncia la consideración de los topónimos como Patrimonio inmaterial.

<sup>4</sup> Como ya se ha indicado, todas estas consideraciones se abordan en mucha mayor profundidad en [2].

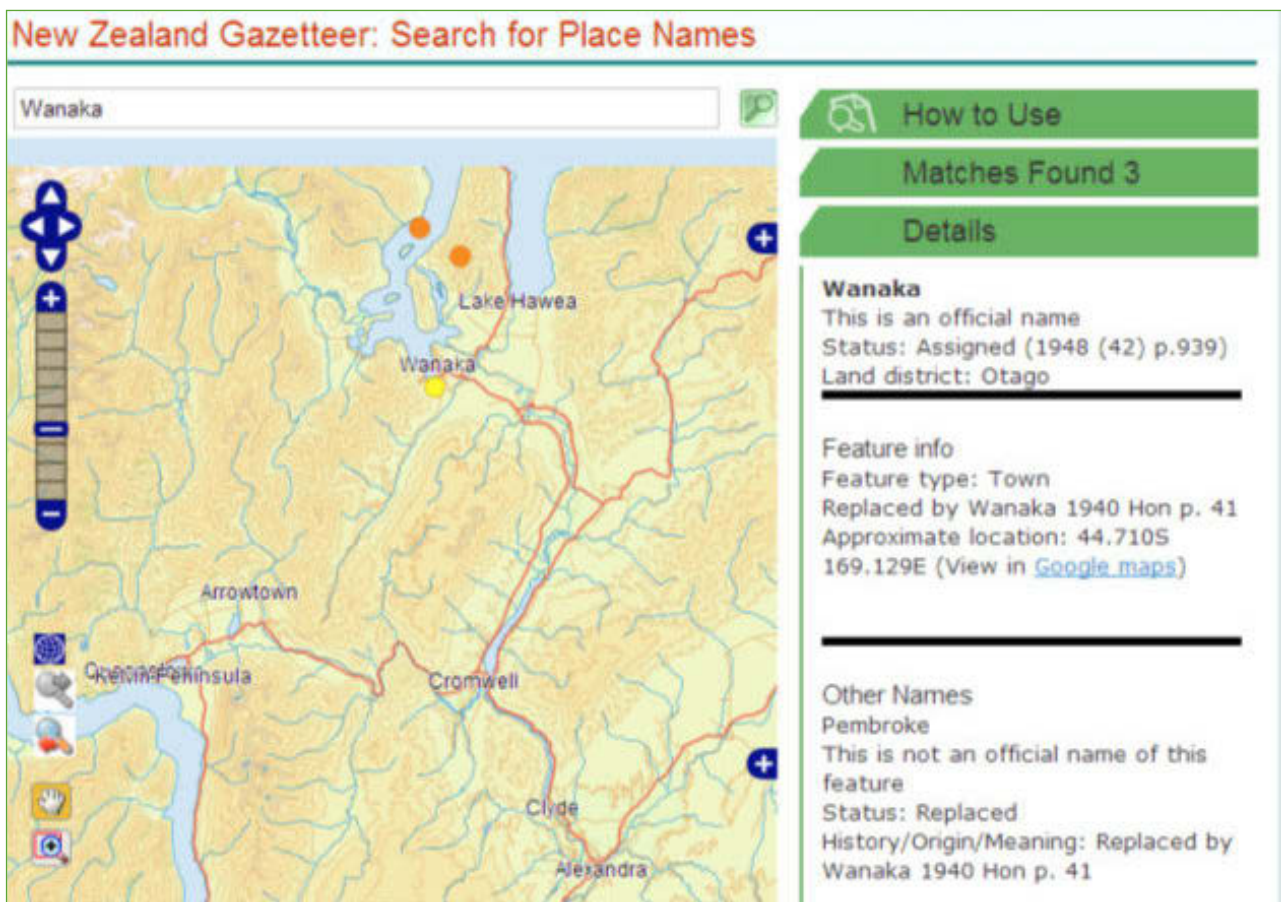


Figura 1. Resultado de la consulta «Wanaka» en el nomenclátor de Nueva Zelanda. El nomenclátor digital de Nueva Zelanda recoge información sobre los nombres anteriores de las entidades geográficas, así como información acerca de su historia, su origen y su significado, lo que facilita el uso de la IDE como instrumento de información lingüística e historiográfica. Fuente: Nomenclátor de Nueva Zelanda

- La IDE puede consolidarse como sistema de transporte de información geográfica diacrónica a través de la toponimia. En los últimos tiempos viene prestándose cierta atención a la incorporación a las IDE de información cartográfica histórica y bases históricas de ortomágenes o legajos históricos de toda índole. La incorporación a las IDE de bases de toponimia histórica de todo tipo (nombres históricos, anteriores<sup>5</sup>, propuestos y desestimados<sup>6</sup>, formas no recomendadas<sup>7</sup>, alias<sup>8</sup>, etc.) resulta la única manera de conectar gran parte de la información histórica y patrimonial entre sí<sup>9</sup>.
- A través de la toponimia y de sus implicaciones funcionales, se puede optimizar la usabilidad de la IDE. Un usuario que por ejemplo busque una denominación sobre una vía verde puede estar interesado en vi-

<sup>5</sup> Los nombres históricos hacen referencia a denominaciones empleadas para designar entidades que ya no existen mientras que los nombres anteriores son denominaciones que ya no se emplean pero que se empleaban para designar entidades que aún existen.

<sup>6</sup> Nombres que se propusieron para denominar a una entidad pero que nunca llegaron a emplearse.

<sup>7</sup> Topónimos que se encuentran recogidos en fuentes de información ampliamente difundidas pero cuyo uso se debe evitar en la medida de lo posible.

<sup>8</sup> Topónimos que se emplean de forma popular para hacer referencia a una determinada entidad.

<sup>9</sup> Es frecuente, por ejemplo, que en legajos históricos se recojan denominaciones que actualmente no existen.

Disponer de nomenclátors históricos que enlacen con la toponimia actual es, en muchas ocasiones, la única manera de relacionar estos legajos con la información geográfica actual, indispensable para la puesta en valor de la información patrimonial que contienen y su estudio en numerosas disciplinas.

sualizar información complementaria sobre rutas ciclistas, mientras que un usuario que busque denominaciones de accidentes kársticos, puede encontrar útil poder consultar la cartografía geológica asociada. A través de ontologías toponímicas, se puede mejorar la capacidad de respuesta informativa de la IDE.

- A nivel de herramienta patrimonial, las IDE tienen la capacidad de transmitir información geográfica no tangible a partir de la toponimia. A través de elementos interactivos y dinámicos, la IDE puede permitir, por ejemplo, dar preferencia a denominaciones populares en los visualizadores cartográficos de las IDE sobre denominaciones oficiales y normalizadas, reflejando el sentir del lugar del ciudadano cuando resulte conveniente. Así, en el caso de Toledo, la denominación «El Polígono» es más conocida y empleada en medios de comunicación que «Santa María de Benquerencia», barrio al que hace referencia. En una IDE flexible, adaptada al tipo de usuario, puede resultar preferible tanto funcional como sentimentalmente que aparezca una denominación y no la otra en función del usuario que la utilice<sup>10</sup>.

### 3.2. Implicaciones geográficas, patrimoniales y lingüísticas de los topónimos

Recientemente se ha empezado a poner en valor el hecho de que los topónimos son, además de información geográfica, textos que tienen un valor inmaterial en el marco patrimonial y en el propio lenguaje. De hecho, hay que entender la toponimia como elemento de estudio en sí mismo, tiene un valor diferente a cualquier otro elemento geográfico al ser el único elemento que no se manifiesta en el territorio sino en el lenguaje. En este valor reside el verdadero alcance de los topónimos en el contexto IDE: por un lado las IDE son su principal canal de puesta en valor y por otro, a su vez, son su mayor riesgo, ya que un tratamiento incorrecto del nombre en el marco IDE puede alterar irremisiblemente su significado patrimonial y semiótico en el imaginario colectivo.

The Place-names of Northern Ireland	
<b>Details for the name - Belfast</b>	<b>Origin</b>
<b>Place Name Id</b>	b: Béil Fersit 'mouth of the sand-bank ford'
17101	<b>Discussion</b>
<b>Place Name Type</b>	The 'sand-bank ford' was across the mouth of the river Lagan. The little river Fersit which flows below High Street and enters the Lagan near this point has also been named from the ford (fear-sid, genitive fersite). The centre of Belfast and the greater part of the modern city is west of the Lagan in the barony of Belfast Upper in Co. Antrim. Most computerised systems automatically pre-empt 'Co. Antrim' as the county for any Belfast City postcode, due to the use of postal counties by Royal Mail until 1996, but the part of the city which lies east of the Lagan is in Co. Down, shared between the baronies of Castlereagh Upper and Castlereagh Lower.
M/V	<b>References</b>
<b>In Townland</b>	McKay, P. (1999): A Dictionary of Ulster Place-Names, p. 21, with additions PT, 2012.
numerous	<b>Additional Information</b>
<b>1861 Parish</b>	Co. Antrim part of city (largest part incl. centre); other part in Co. Down; see also the baronies of Belfast Upper and Belfast Lower.
Shankill	
<b>Current Parish</b>	
Shankill	

Figura 2. Resultado de la búsqueda de la ciudad de «Belfast» en el nomenclátor de Irlanda del Norte. El nomenclátor norirlandés recoge información del topónimo no solo histórica y patrimonial, sino que incluye un apartado de debate sobre cuestiones relacionadas con el topónimo lo que permite poner de manifiesto de manera más evidente su valor patrimonial y su utilidad como herramienta de conocimiento.

Fuente: *The Place Names of Northern Ireland*.

Todo el valor geográfico lingüístico y patrimonial que albergan los topónimos debe quedar patente al constituir una IDE, sin perjuicio de su alteración en mayor o menor medida. Algunas IDE ya empiezan a recoger nomenclátors, sistemas de información geográfica o repositorios documentales en los que, progresivamente, comienzan a tenerse en cuenta este tipo de cuestiones (figura 2).

## 4. EL VERDADERO ALCANCE DE LOS TOPÓNIMOS

La redefinición del rol de la toponimia y su carácter eminentemente dualista como herramienta informativa e información en sí misma, hace necesario desarrollar una nueva aproximación epistemológica a la información que contiene de cara a poder sentar las bases de su tratamiento deseable en los distintos mecanismos de transmisión y difusión de la información geográfica.

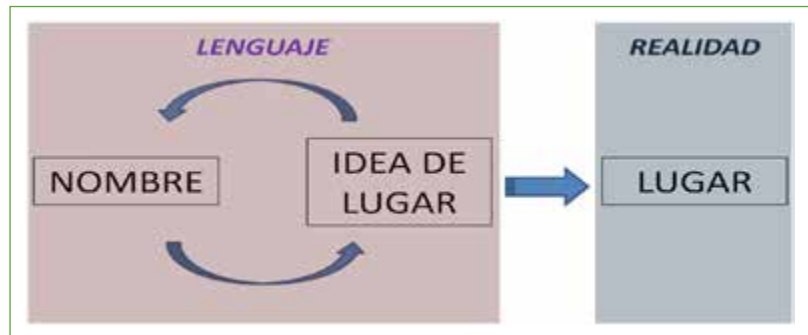
<sup>10</sup> Resultaría especialmente adecuado para zonas en conflicto. Una IDE que sea sensible al perfil del usuario puede evitar herir sus sentimientos. Las IDE podrían, en un máximo nivel de desarrollo, ser sensibles al sentir del individuo.

#### 4.1. Hacia una teoría de los nombres geográficos en el contexto IDE

En su función de etiquetas cognitivas llenas de contenido sobre el lugar, los nombres se pueden analizar desde muy diversas perspectivas. En el marco de la lingüística, la teoría descriptiva reconoce los nombres geográficos como nombres propios de lugar dotados de sentido al identificar unívocamente el lugar, correspondiéndose el contenido descriptivo que albergan con el concepto de ser único. El hecho de que los nombres sean arbitrarios significa que mantienen un vínculo estrecho con el lugar al que designan, independientemente de si incluyen o no un significado descriptivo del mismo. En este contexto, el nombre propio de lugar es, para los lingüistas, lo que designa lo que interesa designar<sup>11</sup> y por tanto, en el momento en que un nombre propio aparece, adquiere sentido como signo lingüístico – elemento de comunicación en el marco del lenguaje, vinculado al lugar pero carente de significado. Para autores de esta corriente, como Strawson, los nombres propios son, entonces, «expresiones referenciales con la función privativa de identificar objetos o individuos particulares a un oyente en un contexto de emisión mediante descripciones mostrativas que contengan el nombre en cuestión, sean o no compartidas por hablante y oyente» [9].

Por otro lado, bajo una perspectiva semiótica los nombres geográficos son elementos cargados de connotaciones. Dado que la connotación es inherente a la comunicación, los nombres propios siempre contienen una carga simbólica más o menos intensa. Así, puesto que la retórica remite a posiciones ideológicas [10], los nombres propios son elementos parcializados del lenguaje, ya que su uso o su omisión en cualquier contexto siempre implica posicionarse en un discurso específico. El topónimo, en semiótica, es un signo y es un símbolo.

Una aproximación geográfica integraría los postulados de la teoría descriptiva de los nombres propios junto con los preceptos de la semiótica. Desde una perspectiva geográfica, el topónimo o nombre propio de lugar es un símbolo lingüístico en el contexto comunicativo que permite designar y definir una idea de lugar que se manifiesta en la realidad como lugar o entidad geográfica (figura 3).



*Figura 3. El topónimo o nombre geográfico suele crearse por la necesidad de denominar un lugar que se concibe previamente a partir de una serie de «indicios de realidad», pero también puede suceder (y sucede cada vez con más frecuencia en los últimos tiempos) que se idee un lugar para asignarle un nombre preexistente con el objetivo de darle notoriedad y difusión a dicho nombre. El nombre geográfico se erige, en ambos casos, en elemento indispensable para identificar la idea del lugar en el lenguaje que, a su vez permite identificar el lugar en la realidad. Elaboración propia.*

En el proceso de asignación y uso de un nombre geográfico, el topónimo pasa por una idea de lugar que se quiere expresar en el plano del lenguaje. Esto hace que los topónimos adquieran un valor en ocasiones casi imperceptible como elementos parciales del lenguaje que se asocian a una idea específica de lugar, que es lo que les dota de un valor geográfico y patrimonial de primer orden. Constituyen, en este sentido, elementos esenciales para el territorio, no solo como herramienta informativa de los lugares que aúnan información objetiva e información cualitativa, sino también como fundamento esencial del discurso territorial: los topónimos son el hilo conductor que articula la lectura y la interpretación del territorio.

Esta explicación del significado de los topónimos en el contexto geográfico resulta esencial en el estudio planteado porque justifica la capacidad de los nombres geográficos de parcializar el discurso territorial y, por tanto, ser sensibles al tratamiento que se les dé en cualquier instrumento de recopilación, transporte y difusión de informa-

<sup>11</sup> Autores como Russell alimentan las ideas de esta corriente de la lingüística. «Un nombre propio es una palabra que designa cualquier porción continua de espacio-tiempo que nos interese suficientemente.» [11]. Los nombres propios son para Russell referencias para designar individuos, elementos o fenómenos, sin adscribirse ninguna de sus propiedades.



ción geográfica. Los nombres son información geográfica pero dependen totalmente de la idea de lugar a la que se asocian. Si en una IDE se altera la información que se proporciona sobre el lugar, se modifican las ideas asociadas al lugar y el topónimo modifica su significado al ser utilizado en el discurso. Si el topónimo se altera de alguna manera durante su proceso de recopilación y/o difusión, se modifica la idea de lugar a la que va asociada y, por extensión, albergará un valor connotativo diferente sobre la entidad a la que designa cuando se utilice en el discurso.



*Figura 4. Las indicaciones pueden influir mucho en el valor simbólico de los topónimos. La señal de la imagen, localizada junto al Castillo de San Servando, en Toledo, está favoreciendo algunas ideas sobre el lugar: que el Castillo no pertenece al barrio de Santa Bárbara, que el barrio de Santa Bárbara no pertenece al centro de la ciudad o que el barrio de Santa Bárbara es el mismo tipo de barrio periférico que Santa María de Benquerencia. Todos estos postulados son discutibles, pero la señal orienta al ciudadano, influyendo en su imaginario. Foto de los autores.*

En síntesis, la manera de recopilar y difundir los topónimos en una IDE es capaz de alterar su significado simbólico. Nomencladores, SIG, cartografía, señalización y demás medios, datos, metadatos, servicios y mecanismos de las IDE han de desarrollarse y elaborarse con especial cuidado y precisión a la hora de tratar la información toponímica (figura 4). En este sentido,

cualquier mínimo detalle puede ser determinante: la visibilidad o no visibilidad de los nombres puede marcar arbitrariamente lo que es importante y lo que no es importante en el discurso territorial, la promoción de nombres exclusivamente oficiales puede favorecer el desuso de nombres de elevado valor patrimonial, la modificación de áreas de referencias de los topónimos puede modificar el significado de artículos periodísticos enteros, etc.

#### 4.2. ¿De qué manera se puede modificar el valor de los topónimos?

La investigación que los autores están desarrollando aborda los distintos aspectos en los que la toponimia puede verse afectada por el tratamiento que se le da en los distintos canales de recopilación, transporte y difusión de la información geográfica. Para ello se ha planteado el caso de estudio del municipio de Toledo. Toledo se presenta como un caso de estudio muy heterogéneo que combina toponimia procedente de muy diversas fuentes y momentos históricos. El objetivo de la investigación, en lo referido a este trabajo, es descodificar el valor territorial del topónimo en el lenguaje para facilitar su explotación y evitar su modificación y su pérdida de contenido simbólico y patrimonial en el marco IDE.

Para ello, se está efectuando un doble trabajo analítico nombre por nombre y en conjunto. En una primera aproximación a través de trabajo documental y etnográfico, se pudieron detectar algunos primeros casos individuales donde se apreciaron indicios del tipo de cuestiones que conviene considerar a la hora de recoger y presentar un topónimo en las distintas fuentes de información. Algunos ejemplos específicos de este primer acercamiento serían los nombres «Vega Baja», «Tres Culturas» o «San Antón».

- Vega Baja. La vega baja de Toledo constituye uno de los lugares más emblemáticos del municipio. Este nombre hace referencia a la vega en la que se ubica el ensanche norte de Toledo, donde en las últimas décadas se han identificado numerosos restos arqueológicos. En concreto, hace genéricamente alusión a la zona con restos arqueológicos en el entorno que separa la antigua Fábrica de Armas (actualmente,

parte de ella, reconvertida en campus de la Universidad de Castilla-La Mancha) y el barrio de Santa Teresa, aunque tiene unos límites ciertamente variables en función del discurso del usuario que lo emplea. El trabajo documental ha permitido detectar una importante evolución del significado de esta referencia toponímica en el imaginario colectivo y en el discurso territorial, en este caso en el debate territorial. Los medios de comunicación locales y distintas organizaciones, entre ellas el Ayuntamiento en su propia documentación, han imbuido a este topónimo de un contenido que ha modificado su significado. En este sentido, el tratamiento arbitrario del nombre en el discurso ha generado:

- Dudas sobre su verdadera área de referencia. La existencia de distintas posiciones sobre la manera en la que se debe gestionar esta área urbana ha motivado que las distintas partes implicadas en la gestión del territorio hayan asociado esta referencia toponímica a extensiones diferentes, por lo que este espacio carece de una idea de lugar consolidada.
  - Debate ciudadano. Actualmente, la Vega Baja es un espacio conflictivo por no existir acuerdo ni ciudadano ni político en relación al uso que se le debe dar al territorio. El topónimo ha adquirido un valor simbólico como elemento de discusión urbana donde el mero uso de la referencia toponímica implica un posicionamiento en el debate sobre cómo se debe gestionar este lugar. «Vega Baja» inevitablemente parece destinado a asociarse a una posición política en el discurso territorial. Las referencias toponímicas pueden ser mediatizadas, alterándose sus límites en el imaginario colectivo, e influyéndose en su popularidad y su uso. La capacidad de un nombre geográfico de asociarse a una determinada idea se puede modificar y hacerse inherente al valor patrimonial del propio topónimo a través de los medios de comunicación y difusión de la información territorial.
- Tres Culturas. Se trata de un término específico muy recurrente en topónimos de todo el municipio de Toledo, turísticamente atractivo y con una fuerte intención publicitaria. Toledo es, efectivamente, la ciudad de las tres culturas: cristianos, musulmanes y judíos han convivido en la ciudad durante siglos. Existe la «Ruta de las Tres Culturas», el «Parque de las Tres Culturas» e incluso el nuevo barrio de las «Tres Culturas». La denominación de este nuevo barrio tiene una connotación significativa, pretende acercar el nuevo barrio al Toledo histórico. La toponimia también busca, con frecuencia, sobre todo en las ciudades turísticas, integrar lugares en el conjunto urbano facilitando, junto con otros símbolos (escultura, cartelería, etc.) el desarrollo de una identidad local. El barrio de Tres Culturas, separado físicamente del ensanche norte de Toledo por una autopista de circunvalación, busca su identidad a través de un nombre tradicional. El carácter intencional de la toponimia refleja una pauta de comportamiento sociológico que dota a la referencia toponímica de un valor añadido que se integra en su valor patrimonial. El topónimo puede ser casual o, como en este caso, intencional. No tiene el mismo valor simbólico una referencia toponímica idéntica en un lugar consolidado (Ruta de las Tres Culturas) que en un lugar de nueva creación (Barrio de Tres Culturas), la función evocadora es muy diferente y proporciona una información muy diferente.
- San Antón. San Antón hace referencia a un barrio del ensanche norte de Toledo, muy consolidado y con una larga historia y tradición. El topónimo se erige en reflejo de una comunidad de vecinos muy consolidada con un elevado sentido de pertenencia. La propia puesta en valor de la referencia toponímica a nivel local través de la cartografía, la señalización e incluso acciones a nivel local (arte urbano, ferias...), la dotan de un valor simbólico extremadamente elevado. El ciudadano de San Antón reclama su barrio a través de sus nombres, de manera que el propio nombre tiene la capacidad de retener y promocionar este sentido de pertenencia (figura 5).



*Figura 5. Antiguo mural urbano de San Antón, en el Paseo de San Eugenio, recientemente eliminado. Los distintos elementos de arte urbano y la propia toponimia ponen de manifiesto el elevado grado de consolidación social del barrio, dotado de una gran cohesión social interna. Foto de los autores.*

Solo la promoción y la presentación adecuada de la información toponímica en las IDE pueden poner de manifiesto el verdadero alcance de la toponimia a nivel patrimonial y simbólico. En este sentido, se deben considerar las distintas relaciones que se establecen entre el ciudadano y sus topónimos de cara a retener y poner de relieve todo el valor de la toponimia en la IDE.

En la investigación en curso se han efectuado distintas aproximaciones a la relación ciudadano- topónimo a través de encuestas, mapas mentales y otras técnicas cualitativas destinadas a analizar el valor simbólico de los nombres que están permitiendo especificar todo el potencial de los topónimos para proponer maneras de optimizar las IDE en este sentido. La labor desarrollada con encuestas y mapas mentales<sup>12</sup> ha permitido poner en valor la capacidad articuladora del topónimo en el discurso, abordando el espectro de matices que dotan al topónimo de un valor simbólico en su relación con el ciudadano. En concreto, el trabajo efectuado ha permitido diferenciar diez tipologías de relaciones ciudadano-topónimo más allá de su función como identificadores geográficos que se estima se deben tener en cuenta a la hora de recopilar y tratar los topónimos (tabla 1).

En el marco IDE, el estudio en curso ha permitido establecer dos consideraciones elementales en relación a la información toponímica. Por un lado, dada la función de las IDE como infraestructuras de información fundamentales en la recopilación y difusión de la información geográfica a todos los niveles, se estima recomendable

TABLA 1

*Tipologías de relación ciudadano-topónimo. Estas tipologías han sido establecidas a partir de una serie de encuestas efectuadas en el ámbito urbano de Toledo a ciudadanos a los que se les ha cuestionado directa e indirectamente acerca de su relación con los topónimos. Elaboración propia.*

TIPOLOGÍAS DE RELACIÓN CIUDADANO-TOPÓNIMO	
<b>1. AFINIDAD O ATRACCIÓN HACIA LA ENTIDAD</b>	El ciudadano recuerda una referencia concreta porque le produce una atracción o un rechazo por su propia experiencia.
<b>2. ELEMENTO DE REFERENCIA</b>	El ciudadano reconoce un nombre específico porque constituye un lugar de referencia espacial.
<b>3. EVOCACIÓN DE LA REFERENCIA</b>	El ciudadano se hace eco del valor evocador de la referencia toponímica, por medios frecuentemente empíricos e indirectos.
<b>4. IDENTIDAD Y MEMORIA PERSONAL</b>	Es el caso más frecuente. El ciudadano emplea el topónimo como etiqueta emocional que le evoca sus recuerdos y vivencias.
<b>5. LUGAR DE USO COTIDIANO</b>	El ciudadano destaca una referencia por constituir parte esencial de su vida cotidiana.
<b>6. PERCEPCIÓN FONÉTICA Y/O LINGÜÍSTICA</b>	El ciudadano se deja influir por el valor semántico de la referencia toponímica.
<b>7. SIGNIFICADO ACTUAL</b>	El ciudadano asocia el nombre al valor de la referencia designada para el contexto donde se ubica.
<b>8. SIGNIFICADO HISTÓRICO</b>	El ciudadano asocia el nombre al valor de la referencia designada en un contexto histórico.
<b>9. REFERENCIA INSTANTÁNEA</b>	La referencia toponímica estimula alguna idea espontánea en el ciudadano.
<b>10. OTRAS CONSIDERACIONES</b>	El ciudadano efectúa un juicio de valor sobre las referencias toponímicas, sin abordar el lugar.

<sup>12</sup> El análisis efectuado a través de encuestas y mapas mentales se encuentra descrito en [12].

en toda IDE poner de relieve las manifestaciones del valor inmaterial de la toponimia<sup>13</sup>, especialmente de cara a preservar la función elemental de los topónimos como herramienta de información geoespacial.

Por otro lado, la IDE puede influir negativamente en la toponimia si no se presta especial atención a la conservación de los topónimos precisos en todo tipo de soporte que requiera información toponímica (modificándose el propio nombre se modifica la idea de lugar al que hace referencia) y a la precisión en la información sobre el lugar a la que hacen referencia dichos topónimos (modificando el lugar, se modifica la idea de lugar a la que hace referencia el topónimo y, por extensión, su significado en el discurso territorial, en el propio lenguaje al hablar del lugar).

Estas dos consideraciones se traducen en una serie de buenas prácticas para que las IDE puedan utilizar la información toponímica, explotando todo su valor como instrumento de información territorial, minimizando en lo posible su impacto sobre la propia toponimia.

## 5. CONSIDERACIONES Y PROPUESTAS PARA UNA BUENA PRAXIS TOPONÍMICA

Las IDE deben tener en cuenta la dualidad de los topónimos como identificadores geográficos e información geográfica en sí mismos. A la hora de desarrollar una IDE digital, no basta con añadir una capa de toponimia como un atributo del territorio más, su función es diferente a una capa de usos del suelo o a una capa de relieve. El mapa digital no modifica la realidad objetiva de un uso del suelo o de un MDT, pero sí puede modificar las ideas asociadas a una denominación.

### 5.1. Buenas prácticas en toponimia en el contexto IDE

El desarrollo de una IDE es una tarea muy compleja que no siempre permite el tratamiento de la información de la manera deseable, bien por falta de medios o bien por falta de información. No obstante, en el ámbito de la información toponímica, sí se estima viable plantear una serie de propuestas y recomendaciones que pueden facilitar su preservación, su difusión y su uso como herramienta informativa del territorio:

- Resulta esencial que toda IDE incorpore un nomenclátor geográfico que permita diferenciar la información exclusivamente toponímica, independientemente de que existan otras fuentes y mecanismos que vinculen los nombres al resto de la información geográfica. Se recomienda incluir una cuidada selección de metadatos de los nombres que no deje lugar a dudas en relación al contexto en el que se debe utilizar cada denominación existente para cada entidad geográfica y a su preferencia de uso. Es frecuente que al dar prioridad a la función del nombre como identificador geográfico se obvie el hecho de que en ocasiones existen distintas denominaciones cuyo uso puede ser igual de apropiado o que pueden tener usos diferentes. Hay nombres que están diseñados para el mapa y otros que simplemente son de uso oral, y nombres que se usan de manera local y otros que solo se emplean en contextos oficiales. En este sentido, se recomienda encarecidamente diferenciar una denominación que sirva de referente pero sin excluir ningún tipo de información toponímica, puesto que desde un punto de vista patrimonial, toda información es válida, incluso los errores o las formas no recomendadas (rechazadas oficial o extraoficialmente). Se recomienda detallar el tipo de uso de cada topónimo así como conservar todas las denominaciones coexistentes posibles bien diferenciadas: paleotopónimos, topónimos anteriores, formas erróneas, formas marginales de uso local, etc. En el desarrollo de un nomenclátor no debe perderse ninguna denominación de cara a preservar íntegramente el valor de la información toponímica. Debe tratarse de preservar toda referencia a cualquier entidad. Asimismo, si es posible, se estima conveniente detallar toda la información que sea posible sobre el origen de los nombres geográficos (etimología, fecha de creación...), su contexto de creación y desarrollo (motivación, aceptación...) y la discusión existente en torno a él (estatus, uso, etc.).

<sup>13</sup> La continuación de la investigación en curso permitirá ser mucho más específico en estas cuestiones, pero estas primeras reflexiones permiten ya considerar en qué medida pueden las IDE influir en la toponimia, objeto de este trabajo.

- En la IDE, al darse prioridad a la función de los topónimos como identificadores geográficos, se suele dar menos importancia a la tarea de recopilación de información toponímica y, especialmente, a su depuración. De cara a poner en valor la toponimia como instrumento informativo del territorio, se recomienda plantear una revisión exhaustiva de la ortografía y la nomenclatura de los nombres, destinada tanto a asegurar la difusión y la consolidación social de las formas adecuadas como a minimizar las posibles alteraciones de los valores simbólicos de las formas vernáculas. No se debe olvidar que los nombres no dejan de ser signos del lenguaje y, como tales, deben respetar las normas ortográficas y la inclusión de errores ortográficos no debe estar permitida, pero en función del origen del topónimo, puede ser conveniente dar prioridad como denominación de referencia a una forma errática, si su valor simbólico se acentúa precisamente por este motivo. En lo referido a nomenclatura, es también importante que la toponimia se presente de forma homogénea. Una modificación en la nomenclatura de un solo topónimo puede agregarle una connotación diferente o puede asociarlo a una idea de lugar diferente.
- Entendiendo la información toponímica como información geográfica, debe considerarse la permanente actualización de la información relativa a nombres geográficos. Los identificadores geográficos pueden no evolucionar, pero las ideas del lugar evolucionan continuamente. Se genera y se modifica información geográfica cada día, y a día de hoy no es raro encontrar en las IDE sistemas de información geográfica en tiempo real. En este sentido, se estima recomendable reconocer la importancia de desarrollar nomencladores colaborativos y dinámicos<sup>14</sup> que, auditados por una comisión permanente, puedan permitir disponer de información toponímica actualizada. En conflictos bélicos, estudios históricos o arqueológicos, resolución de conflictos toponímicos o situaciones similares, disponer de información toponímica actualizada puede resultar decisivo.
- Se estima esencial que a la hora de consultar la información toponímica se favorezca, en la medida de lo posible, visualizaciones integradas de los nombres como por ejemplo un servicio de nomenclador sobreimpresionado sobre una base cartográfica o sobre ortoimágenes. La territorialidad de la toponimia tiene que quedar representada de forma gráfica y cuanto más precisa sea esta, mayor será la precisión de los topónimos en el discurso territorial. Sin incorporar la dimensión territorial no es posible poner de manifiesto todo el valor de los nombres geográficos por lo que se estima recomendable integrar los servicios de nomencladores con la mayor cantidad de información geográfica posible, de cara a asentar las ideas del lugar. Se recomienda en este sentido:
  - Diferenciar las áreas de referencia de los topónimos sueltos reconociendo la realidad específica de esos topónimos, que designan entidades cuya conceptualización no depende de la información geográfica objetiva, sino de la percepción de los usuarios del nombre geográfico.
  - Concebir las IDE como infraestructuras multisensoriales. La información geográfica se transmite a través de todos los sentidos, no solo a través de la visualización. De cara a poner de manifiesto el alcance simbólico de la toponimia como herramienta informativa del territorio, se debe aspirar a que las limitaciones técnicas de la IDE no sean una barrera para identificar valores de los topónimos relacionados con la sonoridad, el olfato, el gusto o el tacto. La capacidad evocadora de los topónimos depende de la idea integral del lugar. A la hora de generar una IDE, en función de su objetivo, cabe plantearse qué valores de la información toponímica puede merecer la pena resaltar. En una IDE para invidentes, la información territorial sonora<sup>15</sup> y olfativa puede resultar esencial de cara a facilitar el desarrollo de ideas de lugar. En una IDE de prevención de riesgos naturales, relacionar topónimos con fotografías de las entidades a las que hacen referencia puede acentuar su capacidad interpretativa.
- El usuario del nombre, en ocasiones, conceptualiza e interpreta el lugar designado a partir de su funcionalidad que, en estos casos, constituye la base de la relación ciudadano-topónimo. Por este motivo, se estima recomendable que se vincule el nombre a la mayor cantidad de información referencial disponible posible. A este respecto, resulta altamente recomendable relacionar la información toponímica con fuentes de información cuantitativas y cualitativas a través de identificadores de otras entidades donde se ubiquen, del Instituto Nacional de Estadística, del catastro o de otras fuentes que puedan ser de interés.

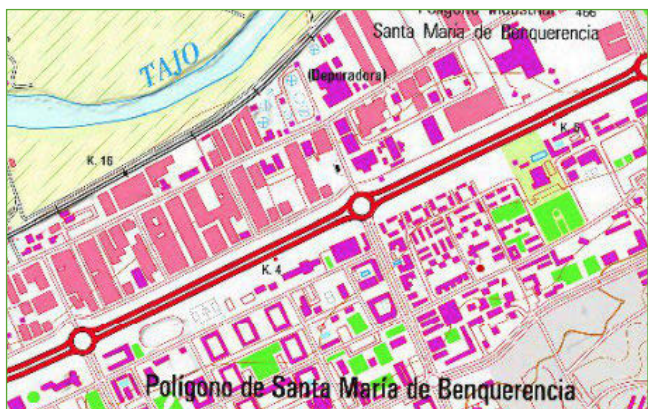
<sup>14</sup> El nomenclador australiano es un buen ejemplo en este sentido. En su plataforma web, permite la posibilidad de que los usuarios puedan proponer nuevos nombres y rectificaciones de los ya existentes que una comisión estudia y aprueba o rechaza permitiendo disponer de un listado permanentemente actualizado.

<sup>15</sup> Existen, por ejemplos, experiencias de mapas sonoros que promocionan la capacidad evocadora de los nombres como etiquetas emocionales. Es el caso de Google Maps ([goo.gl/h9bGJu](http://goo.gl/h9bGJu)) o de London Sound Survey (<http://www.soundsurvey.org.uk/>).

- Finalmente, en lo que se refiere directamente a la puesta en valor del topónimo a través de la IDE, cabe plantearse la existencia de diferentes formas de representación de la propia toponimia en función de su valor simbólico. La representación del topónimo no tiene por qué restringirse a su representación sobre un mapa o una tabla. No hay que olvidar que el topónimo existe en el lenguaje y, como tal, requiere su puesta en valor en el propio lenguaje. Se recomienda en este sentido, incorporar algún indicador que permita contextualizar el topónimo en lenguaje, cuando se evidencie necesario para su puesta en valor. Hay topónimos y connotaciones de los topónimos como signos lingüísticos que no se manifiestan en la vida cotidiana por ser ficticios, despectivos o de uso popular pero que, sin embargo, forman parte del valor patrimonial elemental del topónimo. «Vetusta» es una denominación ficticia<sup>16</sup> para Oviedo desarrollada por el escritor Alas Clarín que se ha extendido entre la ciudadanía y se ha agregado al significado simbólico de la ciudad. Representar gráficamente el nombre en un texto del autor para poner en valor la idea del lugar «Oviedo»/«Vetusta» puede ser mucho más representativo del valor simbólico del topónimo en una IDE que añadir la denominación como variante explicando su origen. De la misma forma, puede resultar más conveniente representar determinados valores de los topónimos rotulándolos sobre otros soportes<sup>17</sup>: topónimos con elevado valor arqueológico podrían representarse sobre imágenes actuales e históricas, topónimos con un gran valor simbólico y social se pueden asociar a patrimonio material, etcétera.

## 5.2. La importancia de cuidar la toponimia

Para entender la importancia de tomar en consideración estas propuestas, cabe plantearse de qué manera se puede manifestar en una IDE la mala praxis. Los mecanismos de recopilación y difusión de la información toponímica pueden no influir en el valor de los nombres como identificadores geográficos, pero sí afectar a su valor patrimonial. La IDE no modifica el valor objetivo del topónimo como identificador geográfico como tampoco altera la realidad objetiva de un uso del suelo o de un modelo digital del terreno, pero sí puede modificar las ideas de lugar asociadas a una denominación (figuras 6 y 7).



Figuras 6 y 7. Detalle del visor cartográfico Iberpix a escala 1:50.000 y a 1:25.000. Aunque en ambos casos se distinguen dos ámbitos bien diferenciados, los polígonos industrial y residencial de Santa María de Benquerencia, la falta de armonización toponímica entre ambas fuentes cartográficas y el tipo de rotulación y la localización, generan no solo dudas al usuario, sino ideas de lugar contrapuestas que se manifiestan en una pérdida de valor del topónimo como herramienta informativa. Entre otras cuestiones, no queda en absoluto claro si el lugar se denomina o no «Polígono» o si «Santa María de Benquerencia» hace referencia al conjunto del barrio o solo al área residencial. Las denominaciones del 1:50.000 refuerzan la idea de espacios independientes que, sin embargo, en el 1:25.000 se diluyen, invitando a pensar lo contrario con la inclusión del término genérico «Polígono» en ambos casos. La etiqueta territorial se modifica de manera casi imperceptible, pero sí se produce una alteración del valor simbólico de las referencias. Fuente: Iberpix.

<sup>16</sup> El escritor Alas Clarín emplea esta denominación para Oviedo en una de sus obras más conocidas, «La Regenta» (1884).

<sup>17</sup> En los ejemplos señalados para el caso de Toledo, habría diversas maneras de poner en valor las referencias toponímicas. En el caso de «Vega Baja», se podría referenciar la polisemia del topónimo en función del discurso territorial en el que se utiliza a través de referencias a artículos de prensa. En el caso de «San Antón», se podrían incluir imágenes que realcen el elevado valor de identidad

Las repercusiones de una mala gestión de la toponimia se pueden manifestar de muy diversas maneras y en muy diverso grado. El mero hecho de incorporar o no un topónimo a una IDE supone, inevitablemente, ratificar o poner en duda su consolidación en el imaginario colectivo. Del correcto desarrollo de la IDE depende su consolidación, su precisión y su capacidad informativa (figuras 8 y 9).

La conservación y el aprovechamiento adecuado de la toponimia como herramienta informativa del territorio dependen de la completitud de la IDE y de cómo presente esta la información toponímica en función del objetivo para el que se diseñe.



### 5.3. Propuesta de caso

A partir del trabajo que se está desarrollando en Toledo se muestra a continuación, a modo de ejemplo, cómo se materializaría un seguimiento elemental de las recomendaciones propuestas en un nomenclátor integrado en una IDE genérica a partir de la información disponible para este caso. Se rellenaría esta ficha para cada entidad geográfica sobre la que exista información toponímica disponible (tabla 2).

*Figuras 8 y 9. Buena y mala praxis para la consulta «Soria» en la IDE de la Administración General del Estado y detalle para el resultado «La Ciudad del Alto Duero». Incorporar la referencia turística «La Ciudad del Alto Duero» es un acierto, puesto que es una referencia muy recurrente que pone de manifiesto la tradición del lugar y su evidente relación histórica y social con el río. Sin embargo, desde el punto de vista del usuario, se echan muy en falta algunas especificaciones sobre el contexto de uso y significado de dicha referencia, en absoluto empleada por los ciudadanos. Tal y como está presentada induce a error cuando, presentada como metadato del municipio de Soria hubiera sido un ejemplo claro de buena praxis.*

*Fuente: IDEAGE.*

TABLA 2

*Propuesta de ficha de información toponímica para la generación de un nomenclátor integrado en la IDE para el caso de Toledo. Se rellenaría esta ficha para cada entidad geográfica sobre la que exista información toponímica disponible. Elaboración propia.*

#### PROPUESTA DE FICHA DE INFORMACIÓN TOPONÍMICA BÁSICA PARA EL CASO DE TOLEDO

IDENTIFICADOR GEOGRÁFICO según 19112

##### NOMBRE

**NOMBRE REFERENTE:** denominación toponímica de referencia por su estatus y/o conveniencia. En el caso de que no exista nombre oficial, se empleará la forma normalizada si la hubiere o en su defecto se señalará la denominación más utilizada para referirse a la entidad.

**NOMBRE MÁS UTILIZADO:** denominación más extendida entre los usuarios de información toponímica. No tiene por qué coincidir con la denominación referente (ej. «Barrio de Santa María de Benquerencia» normalizado/«El Polígono» denominación más utilizada).

asociado a la referencia (presencia del topónimo por todo el barrio en pintadas, cartelería no oficial, etc.). En el caso de las «Tres Culturas», resultaría muy ilustrativo un croquis que incluyese todas las referencias toponímicas de la ciudad que incluyen dicho término específico.

## NOMBRE

**NOMBRE ALTERNATIVO:** denominación con el mismo estatus que la denominación referente, cuyo uso se recomienda a su mismo nivel.

**NOMBRE VARIANTE:** denominación para referirse a la misma entidad que el topónimo referente con un estatus inferior a las denominaciones alternativas.

**NOMBRE NO RECOMENDADO:** denominación para referirse a la misma entidad que el topónimo referente cuyo uso es desaconsejable por motivos diversos, detallados en el apartado «Discusión».

**NOMBRE ERRÓNEO:** formas del topónimo registradas en alguna fuente que incluyen errores ortográficos o de nomenclatura, se desaconseje o no su uso. Su explicitación resulta mucho más valiosa que la frecuente omisión de estas formas.

**ALIAS/NOMBRE DE USO POPULAR:** nombres variantes cuyo origen y/o uso tiene un marcado carácter popular.

**NOMBRE ANTERIOR:** denominaciones obsoletas para designar a la misma entidad que designa el topónimo referente, con una antigüedad inferior a 100 años.

**NOMBRE HISTÓRICO:** definido según MNE para referencias que han dejado de estar vigentes hace más de 100 años.

**PALEOTOPÓNIMO:** Nombre referido a una entidad ya no existente, como un alto horno desmantelado, un vado anegado por un embalse, concepto diferente al nombre previo de una localidad.

**OTROS IDENTIFICADORES GEOGRÁFICOS NO TOPONÍMICOS:** referencias estadísticas del ayuntamiento para barrios, códigos del Instituto Nacional de Estadística para el caso de entidades poblacionales, identificadores geográficos de la Confederación/Demarcación Hidrográfica para ríos...).

## LOCALIZACIÓN ESPACIAL, TEMPORAL Y TEMÁTICA

**POSICIÓN:** según ISO 19112, coordenadas más representativas de la entidad designada en un sistema de coordenadas previamente elegido.

**SISTEMA DE LOCALIZACIÓN GEORREFERENCIADA** en coordenadas geodésicas y planas

### VÍNCULO A VISUALIZACIÓN CARTOGRÁFICA DEL TOPÓNIMO

**LOCALIZACIÓN DESCRIPTIVA:** descripción física de la localización de la entidad (de interés como dato sobre el topónimo).

**ESPECIFICACIONES SOBRE LA LOCALIZACIÓN DESCRIPTIVA:** especificaciones al respecto de la localización descriptiva que el técnico colector de información toponímica crea necesario efectuar.

**EXTENSIÓN GEOGRÁFICA** según ISO 19112.

**EXTENSIÓN TEMPORAL** según ISO 19112- e INSPIRE

**ADMINISTRADOR:** según ISO 19112.

**TIPO DE ENTIDAD A LA QUE HACE REFERENCIA:** descripción del tipo de entidad designada según catálogo de entidades y referencia del catálogo.

**CASO DE LOCALIZACIÓN PADRE** según ISO 19112.

**CASO DE LOCALIZACIÓN HIJO** según ISO 19112.

## CARACTERÍSTICAS DE ESTATUS E IDIOMA PARA CADA TIPO DE NOMBRE

### ESTATUS Y FUENTE NOMBRE OFICIAL/NORMALIZADO

### FECHA DE NORMALIZACIÓN/OFICIALIZACIÓN

**IDIOMA:** en este caso, para identificar denominaciones referentes y no referentes que no estén en castellano (ej. Toletum, de origen latino)

**ESPECIFICACIÓN DE ENDONIMIA/EXONIMIA,** que en este caso solo considera endónimos.



**INFORMACIÓN LINGÜÍSTICA****ESPECIFICACIONES GRAMATICALES Y DE PRONUNCIACIÓN** según consideración en INSPIRE**ETIMOLOGÍA:** origen etimológico del nombre y fuentes.**INFORMACIÓN GEOGRÁFICA****ETIOLOGÍA:** significado y relación con el paisaje. Trascendencia toponímica (excepcionalidad, caracterización)**CONNOTACIONES EN EL IMAGINARIO:** asociaciones que se producen entre el topónimo y el imaginario**DISCUSIÓN:** especificaciones relativas a la aceptación social de los nombres, su contenido simbólico, su difusión, etc.**ESPECIFICACIONES DE ESCALA DE REPRESENTACIÓN** según INSPIRE**DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA****DOCUMENTACIÓN ASOCIADA:** documentación escrita de interés sobre el topónimo (decretos, textos periodísticos, etc.)**IMÁGENES:** imágenes de la entidad designada, de la señalización de la entidad, etc**OBSERVACIONES****ANOTACIONES DEL TÉCNICO RECOLECTOR DE NOMBRES:** comentarios y observaciones que el técnico colector de información toponímica considere necesario efectuar**6. CONCLUSIONES**

En una IDE la toponimia es tanto atributo del lugar en su función de identificador geográfico elemental como información geográfica en sí misma. El reconocido papel clarificador de términos apropiados y precisos que tienen los topónimos en un Nomenclátor, que puede servir de referencia de consulta y organización espacial, no debe impedir que se despliegue todo el potencial de recogida de la compleja y rica variedad toponímica, con la inclusión junto a las variedades ya consagradas, de paleotopónimos, formas no recomendadas y erróneas. Por otra parte, ésta recogida debería extenderse no solo a la etimología del topónimo, sino también a la etiología (significado objetivo) y las connotaciones subjetivas presentes en el imaginario. Cabe incluir además contextualizaciones lingüísticas, visualizaciones integradas sobre escogidas plataformas y la inclusión de formatos enriquecedores, no exclusivamente visuales. Finalmente es precisa la necesidad de un sistema en permanente actualización, donde tengan cabida procedimientos colaborativos. Una IDE que preste atención a todas estas facetas de la toponimia facilitará el uso efectivo de los nombres geográficos como hilo conductor en la lectura e interpretación del territorio.

**7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- [1] ISO 19112. Geographic information – Spatial referencing by geographic identifiers (2003). Recuperado el 27 de octubre de 2013, de: [http://www.iso.org/iso/iso\\_catalogue/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=26017](http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=26017)
- [2] Vázquez Hoehne, A., Rodríguez de Castro, A.: Metodología para la identificación de las áreas de referencia de los topónimos en cartografía. En: X Congreso Iberoamericano de Geomática y Ciencias de la Tierra Top-Cart 2012. Madrid, 16-19 de octubre de 2012. Pendiente de publicación (2012).
- [3] Parker, J.R.: The importance of Geographic Names in a Spatial Data Infrastructure. En: 7th United Nations Regional Cartographic Conference for the Americas, 11 pp. Nueva York (2001)

- [4] Rose-Redwood, R.; Alderman, D.; Azaryahu, M.:»Geographies of toponymic inscription: new directions in critical place-name studies». En: *Progress in Human Geography*, 34(4), pp. 453-470 (2009)
- [5] Grupo de expertos de las Naciones Unidas en Nombres Geográficos (UNGEGN), Natural Resources Canada: «Resolutions Adopted at the Nine United Nations Conferences on the Standardization of Geographical Names 1967, 1972, 1977, 1982, 1987, 1992, 1998, 2002, 2007». En: 26th Session of the United Nations Group of Experts on Geographical Names (2011)
- [6] Peñalta Catalán, R.: Dos espacios multiculturales de Madrid: Lavapiés y la Puerta del Sol. En: *Ángulo Recto*. En: *Revista de estudios sobre la ciudad como espacio plural*, vol. 2, núm. 2, pp.111-117 (2010)
- [7] Cuesta Estévez, J.: Toponomía y arqueología en el término municipal de Los Barrios. En: *Almoraima: revista de estudios campogibraltareños*. Nº 17, pp. 59-64 (1997)
- [8] López Leiva, C., J. Cuevas Moreno, L., et al.: Contribución de la Fitotoponimia y la Toponimia Forestal a la Sinfitocorología Histórica. Algunos ejemplos en La Rioja. En: *Ier. Encuentro Hispano-Portugués de Etnobiología-XIth. Congress International Society of Ethnopharmacology*. Albacete (2010)
- [9] Pellicer García, L.: Estudio lingüístico-semiótico. El significado de la marca. En: *Logos: Revista de Lingüística, Filosofía y Literatura*, 22(2), 66-87 (2012)
- [10] Schleifer, P. F. Sobre lo ideológico. Una mirada desde la semiótica. En: *Question*, 1-17 (2010).
- [11] Russell, B.: *Human Knowledge: Its Scope and Limits*. New York: Simon & Schuster (1948)
- [12] Rodríguez de Castro, A.: Ciudades del turismo, imaginarios y topónimos. En: *Topofilia, Revista de Arquitectura, Urbanismo y Ciencias Sociales*. Vol. IV Número 1. Centro de Estudios de América del Norte, El Colegio de Sonora (2013)

## La Fototeca Virtual del CNIG: La evolución de un territorio mostrada mediante servicios interoperables

(\*) MARCOS FRANCISCO PAVO LÓPEZ, MARINA SÁNCHEZ ALONSO, PEDRO VIVAS WHITE,  
M<sup>a</sup> ENCARNACIÓN RICO ARRABAL, HUGO POTTI MANJAVACAS, EMILIO LÓPEZ ROMERO.  
(\*\*) CONRADO SÁNCHEZ LOPEZ, AGUSTÍN COSTA CIMADEVILLA.

---

### Resumen

La Fototeca del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) custodia y conserva vuelos fotogramétricos de España desde los años 30 hasta la actualidad. El valor histórico de estas representaciones fidedignas del territorio en distintos momentos del siglo XX es incalculable. Sus aplicaciones, innumerables, van desde la investigación de la evolución de cualquier aspecto de carácter geográfico, hasta la resolución de cuestiones legales y litigios que requieran de un conocimiento de la situación del terreno hace años. El valor de una información viene dado por el uso que se hace de ella y, para que este uso sea generalizado, es necesario que se ponga a disposición de los usuarios sin restricciones. El primer paso hacia esta difusión fue la digitalización de gran parte de estos vuelos históricos; el segundo paso fue mostrar esos vuelos digitalizados a través de Internet en la antigua Fototeca Virtual; el tercer paso consiste en utilizar tecnologías estándar que permitan la mayor interoperabilidad posible. La nueva Fototeca Virtual del CNIG (<http://fototeca.cnig.es>) utiliza servicios WMS para la consulta y visualización de los fotogramas digitalizados y permite, además, obtener copias impresas (certificadas o no) de estos fotogramas. Este proyecto, inmerso actualmente en su primera fase, prevé una evolución continua cuyos siguientes pasos son: la digitalización de los fotogramas que sólo se conservan en formato analógico, la publicación de los más recientes vuelos del PNOA y el cumplimiento de los requisitos establecidos por INSPIRE.

### Palabras clave

Fototeca Virtual, CNIG, vuelos históricos, PNOA, WMS.

---

## 1. EL ARCHIVO FOTOGRÁFICO DEL IGN-CNIG

La fotogrametría ha sido y es una de las áreas de actividad de mayor peso dentro del Instituto Geográfico Nacional (IGN). El objetivo principal de estos vuelos fotogramétricos era, en un principio, la producción de las series del Mapa Topográfico Nacional a escalas 1:25.000 y 1:50.000. Por otra parte, desde hace unos años la orto-

---

(\*) Centro Nacional de Información Geográfica:  
[marcosf.pavo@cnig.es](mailto:marcosf.pavo@cnig.es), [marina.sanchez@cnig.es](mailto:marina.sanchez@cnig.es), [pedro.vivas@cnig.es](mailto:pedro.vivas@cnig.es), [encarna.rico@cnig.es](mailto:encarna.rico@cnig.es), [hpotti@fomento.es](mailto:hpotti@fomento.es),  
[elromero@fomento.es](mailto:elromero@fomento.es)

(\*\*) Sigrid S. L.:  
[conrado@sigrid.es](mailto:conrado@sigrid.es), [agustin@sigrid.es](mailto:agustin@sigrid.es)

foto digital tiene un valor y una demanda creciente por sí misma, independientemente de su utilización para la actualización de la cartografía vectorial. No hay más que examinar, a modo de ejemplo, las estadísticas de visualización de ortofotos en geoportales como el de la IDEE [1] o en visualizadores como Iberpix [2] y las cifras de descargas de ortofotos digitales en el Centro de Descargas del IGN-CNIG [3].

De todos estos vuelos fotogramétricos, tanto de los analógicos como de los más modernos vuelos digitales del PNOA (Plan Nacional de Ortofotografía Aérea), se guardan copias en el IGN y en el CNIG.

El CNIG tiene encomendada en su Estatuto [4] la función de «comercializar y difundir los productos y servicios del IGN». Más específicamente, se le asigna la función de «conservar y explotar un banco de datos de fotografía aérea y cartografía de imagen sobre todo el territorio nacional». Por estos motivos el CNIG dispone de una sección de Fototeca que se encarga de la conservación y catalogación de los fotogramas aéreos originales (en soporte analógico antes del PNOA) y la difusión de sus productos derivados (reproducciones en papel y productos en formato digital). La Fototeca dispone, pues, de un almacén donde se guardan los documentos originales y de una zona diferenciada de atención al público, todo ello en la sede central del CNIG en Madrid (C/General Ibáñez de Ibero, 3).

Para dar una idea del volumen físico de información almacenada en la Fototeca, el número estimado de fotogramas en diversos soportes (película fotográfica e incluso placas de vidrio) supera los 420.000.

No hace falta insistir en el valor documental de todos estos fotogramas originales y en lo fundamental de preservar la información que atesoran. Además de las medidas necesarias para la conservación de documentos analógicos, como almacenar los fotogramas en un lugar con las condiciones adecuadas, es necesario asegurar su preservación. Desde hace años, con la aparición de los escáneres, la inmensa mayoría de instituciones u organismos que conservan fondos documentales en papel han recurrido a la digitalización de esos fondos con varios propósitos: por una parte, se trata de disponer de una «copia de seguridad» que prevenga la posible pérdida de la información y, por otro lado, la transformación a un formato digital permite tratamientos posteriores inviables o complicados en soporte analógico (edición, disseminación o difusión, integración en bases de datos, etc.).

El caso de la fotografía aérea no es muy distinto al del resto de documentos y los objetivos que se persiguen con la digitalización son los mencionados anteriormente: primero, conservar en la medida de lo posible la información contenida en los fotogramas frente a un posible deterioro o pérdida de los soportes analógicos; y segundo, utilizar los archivos digitales resultantes en aplicaciones derivadas (visualización y consulta, generación de ortofotos, impresión de copias a diversas escalas, etc.). Con estos objetivos se comenzó una campaña de digitalización de vuelos antiguos a principios de la década del 2000. En la Tabla 1 se muestran los distintos vuelos digitalizados y el número de fotogramas (total y fotogramas digitalizados).

La magnitud de la tarea de digitalización es apreciable sólo con ver el número de documentos individuales digitalizados (más de 120.000) pero, además, la digitalización con un escáner fotogramétrico es un proceso bastante más lento que con un escáner normal de sobremesa porque deben cumplirse requisitos geométricos y radiométricos mucho más exigentes. Analizando las cifras de la tabla puede observarse que aún hay un importante número de fotogramas sin digitalizar (aproximadamente la mitad). Esto se explica porque el objetivo inicial de los

TABLA 1  
*Vuelos históricos digitalizados en el CNIG*

Vuelo	Escala	Nº de negativos	Nº de fotogramas digitalizados
<b>Interministerial (1973-1986)</b>	1:18.000	140.000	68.500
<b>Nacional (1980-1986)</b>	1:30.000	55.000	23.500
<b>Costas (1989-1991)</b>	1:5.000	18.500	12.300
<b>Quinquenal (1999-2003)</b>	1:40.000	35.000	17.500

trabajos de escaneado fue intentar cubrir todo el territorio «volado» con los medios disponibles entonces. Para ello se consideró que, debido al suficiente recubrimiento longitudinal de los vuelos, podían escanearse fotogramas alternos en cada pasada y, aún así, se mantendría un solape suficiente para que no quedaran «huecos» entre los fotogramas. Este menor recubrimiento es un inconveniente para tareas como, por ejemplo, la realización de ortofotos, la restitución o la visión estereoscópica, pero como se verá más adelante los objetivos de la Fototeca Virtual eran y son otros. En cualquier caso, entre los planes del CNIG figura la compleción de los trabajos de digitalización y existen diversas iniciativas, en ocasiones en colaboración con otras administraciones y empresas, para ir completando la cobertura.

Además de los vuelos que aparecen en la tabla anterior, el CNIG dispone de los fotogramas digitalizados de otros vuelos que, sin ser propiedad del CNIG, han sido objeto de acuerdos con los organismos propietarios de la información para poder ser publicados. Estos vuelos son el de Ruiz de Alda (Cuenca del Segura, 1929-1930) y el Vuelo AMS (conocido como «Vuelo Americano», 1956-1957).

Por otra parte, también se conservan los fotogramas del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, digitalizados en los primeros años del Plan y directamente procedentes de vuelos con cámara digital desde 2006.

## 2. EL VALOR DE LA INFORMACIÓN

Desde hace unos años existe una tendencia que considera que es el uso de la información lo que le da valor a esa información y que dicho uso es también el vehículo para distribuir ese valor entre la sociedad [5]. La legislación europea y española sobre derecho de acceso a la información y reutilización de la información de las administraciones públicas es numerosa. El propio CNIG obedece a normas más concretas en su ámbito de actuación como son el mencionado Estatuto del CNIG [4] o la Orden FOM/956/2008 de política de difusión de la información geográfica [6], que establece la gratuidad (para uso no comercial) de esa información generada por el IGN-CNIG y su acceso a través de Internet.

Reconocemos, pues, que lo que genera valor es la diseminación de la información geográfica en condiciones poco restrictivas y que la fotografía aérea digital o digitalizada tiene ese doble carácter de «información» y «geográfica». El siguiente paso para generar valor es obvio: publicar en la medida de lo posible el archivo fotográfico en Internet para facilitar su difusión. Un archivo documental analógico incrementa exponencialmente su utilidad cuando puede ser consultado fidedignamente de forma remota y sin riesgo de deterioro de los soportes.

Como ya se ha visto en el apartado anterior, el CNIG dispone de la mayoría de fotogramas de los vuelos históricos en formato digital y, en el caso del PNOA, de todos los fotogramas digitales. Un primer paso hacia esta difusión masiva fue la publicación del antiguo visualizador de fotografía aérea en la página web del CNIG ([www.cnig.es](http://www.cnig.es)), que se mantuvo funcionando hasta principios de 2012, y que permitía visualizar los fotogramas y adquirir copias impresas certificadas. Los avances tecnológicos y los cambios normativos hicieron necesario sustituir este visualizador por uno con funcionalidades más avanzadas y que, en la medida de lo posible, utilizara servicios estándar. El resultado es el nuevo visualizador de fotografía aérea para la Fototeca Virtual (<http://fototeca.cnig.es>) que se va a conocer en detalle en los apartados siguientes.

## 3. ¿FOTOGRAMA U ORTOFOTO?

Aunque ya se verá más adelante, la Fototeca Virtual muestra fotogramas. La diferencia técnica entre un fotograma aéreo y una ortofotografía es de sobra conocida para los profesionales de la materia, pero la distinción no está tan clara para el público en general.

Como sabemos, un fotograma aéreo es una proyección cónica y los puntos de la imagen sufren desplazamientos respecto a la posición teórica que tendrían en un mapa. Estos desplazamientos se deben al relieve del terreno principalmente y, de forma menos importante, a la falta de verticalidad estricta del eje de toma de la cá-

para. Por esos motivos el fotograma no tiene el carácter métrico de un mapa y las medidas que se realicen sobre él no serán rigurosas.

La ortofoto, por el contrario, ha sido rectificada o corregida geoméricamente a partir de fotogramas y tiene las propiedades de una proyección ortogonal. Por tanto tiene una escala constante y las características métricas de un mapa.

El proceso de realización de una ortofoto puede observarse en la Figura 1. El paso 1 consiste en determinar, a partir de las coordenadas planimétricas X e Y de un punto en el terreno, su correspondiente coordenada Z obtenida de un modelo digital de elevaciones (MDE). En el paso 2, se obtiene el punto correspondiente en la imagen calculando sus coordenadas imagen mediante las ecuaciones de colinealidad; para esto es necesario conocer los parámetros de orientación externa e interna del fotograma. En el paso 3 se obtiene el nivel de gris correspondiente al punto imagen mediante interpolación entre los píxeles próximos (normalmente, las coordenadas del punto obtenido en la imagen no corresponden con las coordenadas exactas de un píxel y, por tanto, no puede asignársele el nivel de gris de ese píxel). En el paso 4 se obtiene el píxel en la ortofoto porque ya conocemos sus coordenadas terreno (X, Y) y hemos calculado el nivel de gris que le corresponde según el fotograma.

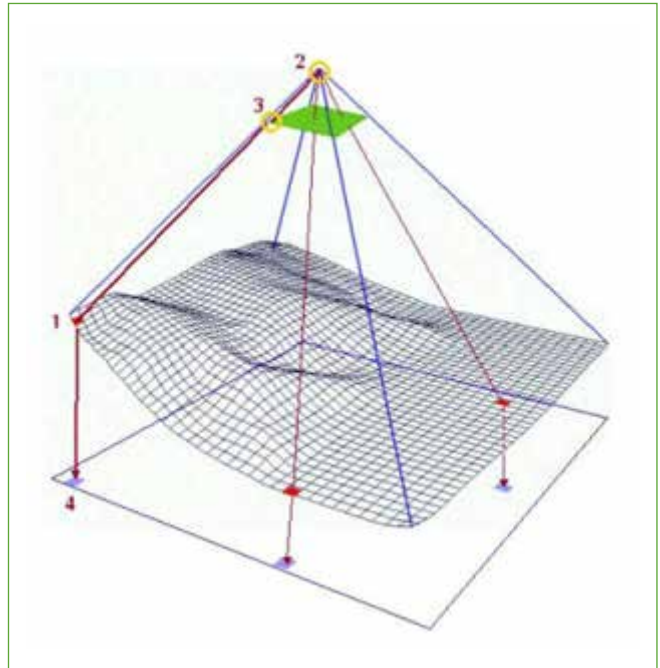


Figura 1. Proceso de ortorrectificación de un fotograma (© Leica Geosystems 2005).

El resultado de la rectificación aplicado a un fotograma produciría el efecto visible en la Figura 2.

Ya se ha comentado que lo que se muestra en la Fototeca Virtual son fotogramas y no ortofotos. Vamos a intentar explicar por qué:

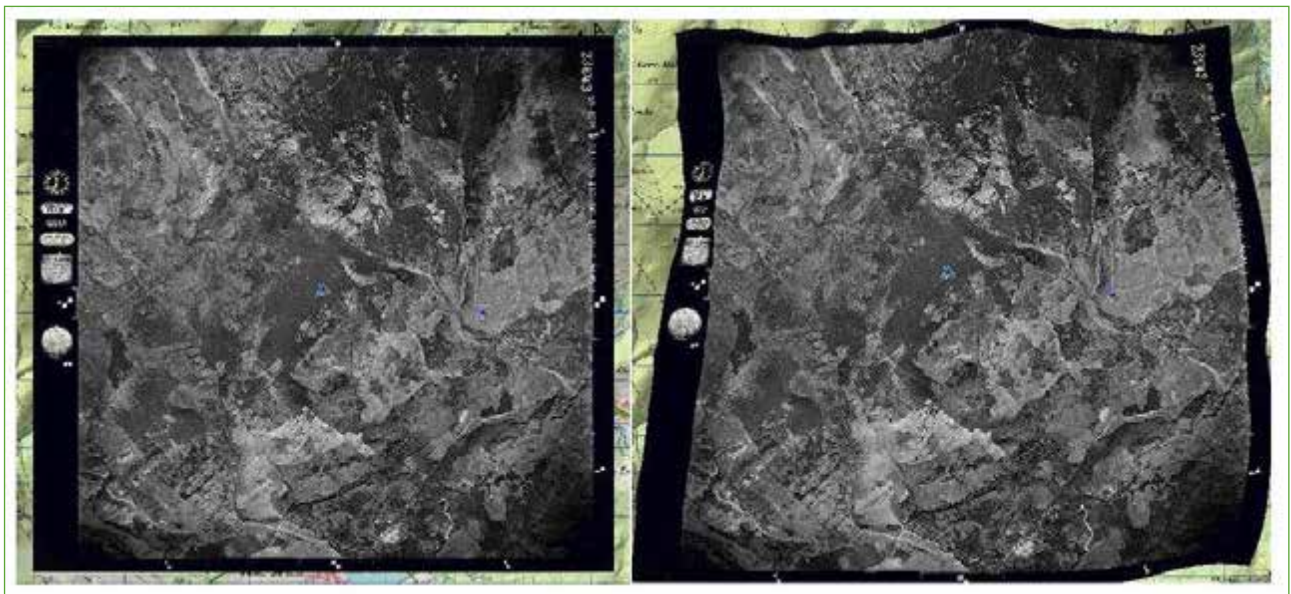


Figura 2. Fotograma sin rectificar (izda.) y rectificado (dcha.). (Fuente: <http://blog.sigrid.es>).

En primer lugar, el CNIG no dispone actualmente más que de pequeñas y dispersas coberturas de ortofotos de vuelos históricos, lo cual hace inviable, aunque se quisiera, publicarlas como un producto con un mínimo de cobertura nacional. Por otro lado, otras administraciones ya publican series históricas de ortofotos de su territorio para observar evoluciones a través del tiempo. El propio IGN-CNIG publica las más recientes ortofotos del PNOA en geoportales como el la IDEE o en el visualizador Iberpix, e incluso pueden descargarse en el Centro de Descargas.

Por otra parte, las series históricas de ortofotos tienen como uso principal comparar y observar la evolución de algún fenómeno geográfico en el tiempo (urbanismo, infraestructuras, ocupación del suelo, etc.). El conocimiento de esta evolución puede ser necesario para estudios científicos, técnicos, históricos o legales (peritajes). Es probable que las ortofotos sirvan razonablemente bien, e incluso mejor que un fotograma, para todos los usos mencionados anteriormente excepto para uno: la certificación temporal del estado exacto del territorio en una fecha concreta, ¿por qué?: Normalmente las ortofotos son en realidad mosaicos de ortofotos realizadas a partir de fotogramas distintos (ver Figura 3) que puede que se hayan obtenido en distintas fechas (debido a nubes o condiciones atmosféricas que impiden el vuelo, a ser zonas limítrofes entre bloques de vuelo, etc.); por esto es más complicado determinar la fecha exacta de una ortofoto ya que habría que disponer de un mapa con las fechas de cada zona de ella, como sucede en el caso de los mapas de fechas de vuelo del PNOA (ver Figura 4). Además, una ortofoto ha sufrido durante su proceso de generación un remuestreo (resampling) del fotograma digital del que procede; hay quien considera que esa alteración del dato originalmente tomado por la cámara aérea la invalida para la certificación.

En definitiva, las razones por las que se muestran fotogramas en la Fototeca Virtual se resumen en:

- La cobertura de ortofotos de vuelos históricos es mucho menor que la de fotogramas.
- Muchas ortofotos ya están disponibles para su visualización e incluso descarga en otros geoportales, sin embargo, el usuario que busca fotogramas no dispone de la misma oferta en visualizadores.
- Las ortofotos son válidas para muchas aplicaciones pero no para la certificación de estados del terreno en fechas determinadas porque, por una parte, una ortofoto se compone de un mosaico de fotogramas que pueden ser de fechas distintas. En ocasiones es laborioso o muy difícil averiguar la fecha de cada parte del mosaico. Además, la ortofoto ha sufrido una alteración geométrica y radiométrica respecto al



Figura 3. Mosaico de ortofotos. (Fuente: <http://gpacsrl.com>).

fotograma original, lo que puede invalidarla como documento fidedigno a certificar.

La experiencia nos indica que el perfil más habitual del usuario de la Fototeca (virtual y física) es el de alguien que requiere de una comprobación del estado de una determinada porción de terreno antes o después de una fecha concreta. El fotograma, una vez certificado por el CNIG, se puede utilizar como prueba en la resolución de conflictos relativos a límites de parcelas, servidumbres, construcciones irregulares, etc. (ver Figura 5). Otros no necesitan un certificado pero si una imagen que les pueda servir de base para otros fines (estudios históricos, investigación, simple curiosidad, etc.). La Fototeca Virtual se ha concebido teniendo en mente a este tipo de usuarios y de ahí derivan algunas de sus funcionalidades.

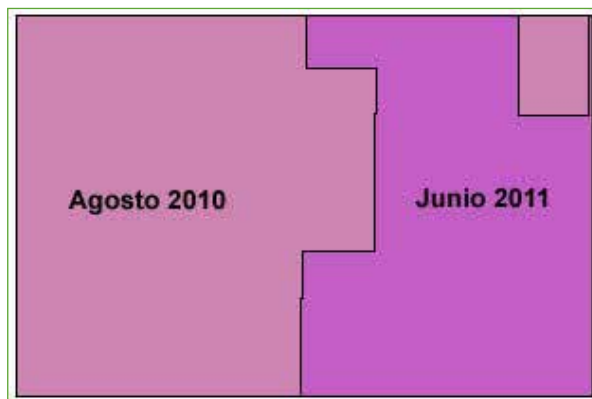


Figura 4. Mapa con fechas de vuelo de un mosaico de ortofotos del PNOA correspondiente a una hoja del MTN50 (Mapa Topográfico Nacional 1:50.000).



Figura 5. Comparación de fotografías de 1977 (izda.) y 2009 (dcha.) donde se aprecia en la zona destacada cómo, por un parte se ha abierto un nuevo camino donde no existía ninguno y, por otra, se ha ensanchado notablemente el camino antiguo ya existente, atravesando e invadiendo diversas parcelas.

No obstante, La Fototeca Virtual dispone de la herramienta «Adaptar fotograma al terreno» (ver Figura 2). Al activar esta herramienta, si el vuelo contiene sus orientaciones externa e interna correctas (no es el caso de ninguno de los publicados hasta el momento), la imagen se muestra ortorrectificada «al vuelo», con lo que dispone de rigor métrico y puede superponerse a cualquier otra cartografía.

#### 4. UN COMPROMISO: ¿PUBLICAR YA LO EXISTENTE O ESPERAR A DEPURAR COMPLETAMENTE?

La Fototeca Virtual está inmersa en una primera fase cuyo objetivo principal, ya cumplido, fue poner a disposición del público la mayor cantidad posible de información en el año de duración del proyecto. En el compromiso entre publicar o esperar a depurar completamente de errores los datos se ha optado por un equilibrio razonable.





Hay varios factores que penalizan a priori la ausencia de errores:

- El ingente número de fotogramas: cuando se manejan cientos de miles de archivos la estadística juega inevitablemente en contra.
- La heterogeneidad de los vuelos: años diferentes, escalas distintas, fotogramas en blanco y negro o color e incluso dentro de un mismo vuelo, zonas «voladas» por empresas u organismos diferentes y digitalizadas posteriormente por otras distintas de las anteriores a resoluciones variadas.
- Los años transcurridos desde el inicio de la digitalización: los soportes informáticos han variado desde los DVD e incluso cintas de datos hasta los actuales discos duros y servidores, que permiten una mayor compactación de los datos, accesibilidad a ellos y facilidad de organización y almacenamiento. La obsolescencia tecnológica puede provocar que alguno de los soportes originales pueda volverse ilegible en algún momento por los dispositivos disponibles en el futuro.
- Los diferentes tipos de datos a gestionar: no solo se trata de fotogramas digitalizados, sino también de bases de datos alfanuméricos asociadas a esos fotogramas. También hay transformación de información en soporte analógico (gráficos de vuelo en papel, fechas de vuelo) a registros de una base de datos.
- El número de personas y equipos humanos diferentes involucrados en todas las tareas durante todos estos años.

En definitiva, el volumen de información y su antigüedad añaden cierta incertidumbre sobre la completa bondad de los datos publicados. Desde el CNIG se ha asumido la posible existencia de un porcentaje marginal de errores como algo inevitable, pero también creemos que esa posibilidad es un riesgo asumible de sobra cuando se trata de que una información tan valiosa vea la luz.

Incluso la publicación en Internet con un mínimo de errores asumible puede tener un aspecto beneficioso para el CNIG, y éste es el impagable control de calidad que se realiza sobre los productos publicados. Este control de calidad, de asumirlo el productor de los datos, es una tarea pesada y costosa en tiempo y recursos que además, al efectuarse habitualmente mediante muestreo, puede dejar sin detectar numerosos problemas. Sin perjuicio de los controles efectuados por el CNIG, cada fotograma consultado o impreso por alguien es una operación individual de control de calidad. Se da el caso de que, los usuarios que consultan un fotograma normalmente conocen la zona representada o combinan información geográfica de distintos orígenes, lo que les permite comparar y detectar errores. La retroalimentación proporcionada por los usuarios ha permitido corregir errores puntuales de georreferenciación, nomenclatura e incluso de información corrupta en los fotogramas. Estos avisos nos permiten ofrecer un servicio mejorado con el tiempo a la vez que depuran nuestras bases de datos geográficos a coste cero.

## 5. ESTRUCTURA BÁSICA DE LA FOTOTECA VIRTUAL

Una vez puestos en antecedentes, vamos a pasar a ver la estructura y funcionamiento de la Fototeca Virtual.

La Fototeca Virtual es, básicamente, un visualizador con las funcionalidades habituales de éstos (acercar/alejar imagen, centrar en un punto, desplazamiento, vista del mapa de España completo, localización por distintos criterios, vista anterior/siguiente) con alguna particularidad.

Se estructura visualmente en dos áreas principales: la ventana central del mapa, donde se muestran las distintas capas de base y los vuelos, y la zona lateral izquierda, donde aparece el menú de selección de las capas visualizables y el mapa de situación geográfica o «minimapa».

En este menú lateral es posible elegir como imagen de fondo («Base») un mapa topográfico o una imagen de satélite. El mapa, variable según la escala de visualización, corresponde a los mapas del IGN a escalas 1:1.250.000, 1:200.000 o 1:50.000. Si se elige «Imagen» como fondo, ésta puede ser un mapa con tintas hipsométricas y sombreado, una imagen del satélite Landsat o una imagen del satélite Spot según la escala de visualización. Además pueden superponerse a cualquiera de los anteriores las cuadrículas del MTN25 y MTN50 a efectos de facilitar las búsquedas.



Figura 6. Página de inicio de la Fototeca con el vuelo Nacional (1980-1986) seleccionado.

Debajo de la capa «Base» aparece la de «Vuelos» publicados. Sólo puede visualizarse uno de ellos a la vez, no son superponibles. Una vez elegido uno de los vuelos se muestran los fotocentros sobre el mapa de fondo (ver Figura 6) y, a determinada escala de visualización, distinta según el vuelo (porque las propias escalas de los vuelos son diferentes), se muestra el fotograma cuyo fotocentro está más centrado (más próximo al centro de la ventana de mapa).

Para seleccionar uno u otro fotograma bastaría pues, con utilizar la herramienta «Centrar/Seleccionar fotograma» y hacer clic sobre la «chincheta» del fotograma deseado. Dicho fotocentro aparecería centrado en la ventana y, por tanto, se mostraría el fotograma que le corresponde (Figura 7).

Cuando se plantearon los requisitos para la Fototeca Virtual, uno de ellos fue la utilización de servicios estándar para lograr interoperabilidad y la posibilidad de ser usado por otros clientes distintos de la propia página web de la Fototeca.

Todas las capas visualizables (mapa e imagen base, cuadrículas y vuelos fotogramétricos) se pueden servir mediante un servicio WMS 1.1.x. o 1.3.0. de forma que, con una llamada al servicio <http://fototeca.cnig.es/wms/fototeca.dll?> desde un cliente, es posible visualizar cualquiera de las capas mencionadas.

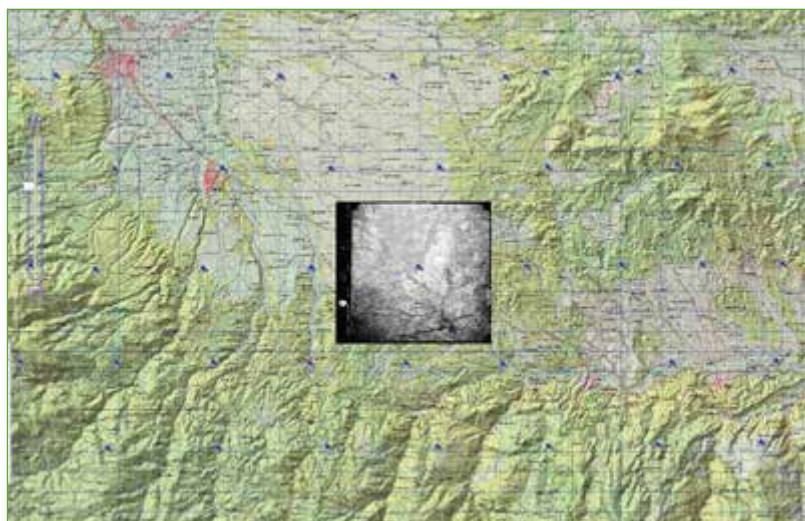


Figura 7. Fotograma del Vuelo Nacional 1980-1986 mostrado sobre el mapa de fondo (MTN50).

## 6. IMPRESIÓN DE FOTOGRAMAS Y SOLICITUD DE CERTIFICADOS

Una de las funcionalidades exclusivas de la Fototeca Virtual, que no funciona en los demás clientes, es la posibilidad de impresión de fotogramas o zonas de ellos «a la carta». Haciendo clic en el icono «Imprimir/Certificar» puede elegirse un tamaño y orientación de la hoja y una escala (entre ellas la propia escala nominal del vuelo). Después de la selección aparece una ventana con las dimensiones del formato de impresión elegido sobre la fotografía. El resultado de la impresión es un documento en formato pdf con el tamaño de hoja y la orientación elegida, que contiene la zona mostrada en la previsualización de la ventana de impresión. Este documento, que puede ser impreso en papel por el usuario, contiene al pie diversa información extraída de la base de datos, como el año del fotograma, la escala de vuelo, la escala de la impresión, la hoja del MTN50 y el término municipal al que pertenece el fotograma y el nombre del fichero (Figura 8).

Sin embargo, este documento no tiene la validez de un certificado porque sus datos no han sido verificados por el personal de la Fototeca y porque podría ser manipulado antes de su impresión. Hay usuarios que requieren ese certificado de la Administración como prueba en algún tipo de litigio, proceso legal o procedimiento administrativo. La Fototeca Virtual permite, mediante la selección en la pestaña correspondiente, solicitar una copia impresa certificada del documento pdf que se va a generar. Este documento se añade al carro de la compra (el coste repercutido es del servicio, material, equipos y envío) y su adquisición se tramita a través de la Tienda Virtual ([www.cnig.es](http://www.cnig.es)). Una vez recibida la solicitud de compra en la Tienda, se verifica la exactitud de los datos del fotograma, se imprime el documento, se certifica mediante sello oficial y se envía a la dirección especificada por el usuario. La ventaja de este sistema es que es el propio usuario el que define el documento que se va a certificar y conoce de antemano con exactitud lo que recibirá. Por otra parte se produce un ahorro significativo de tiempo al no ser necesario contactar con la Fototeca para localizar el fotograma y definir la zona de interés. Tener que dirigirse a la Fototeca, como sucedía antes ineludiblemente, puede suponer en el peor de los casos

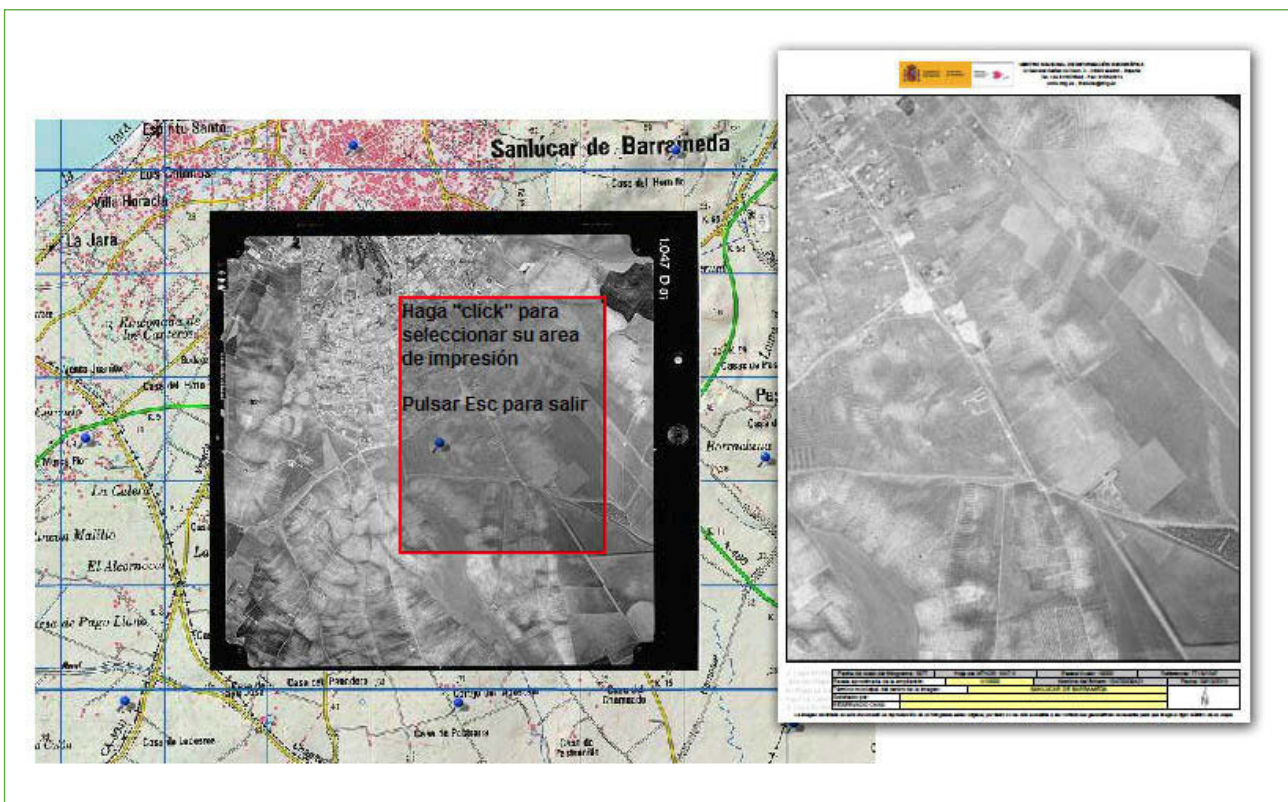


Figura 8. Plantilla de impresión sobre el fotograma y documento resultante en formato pdf.

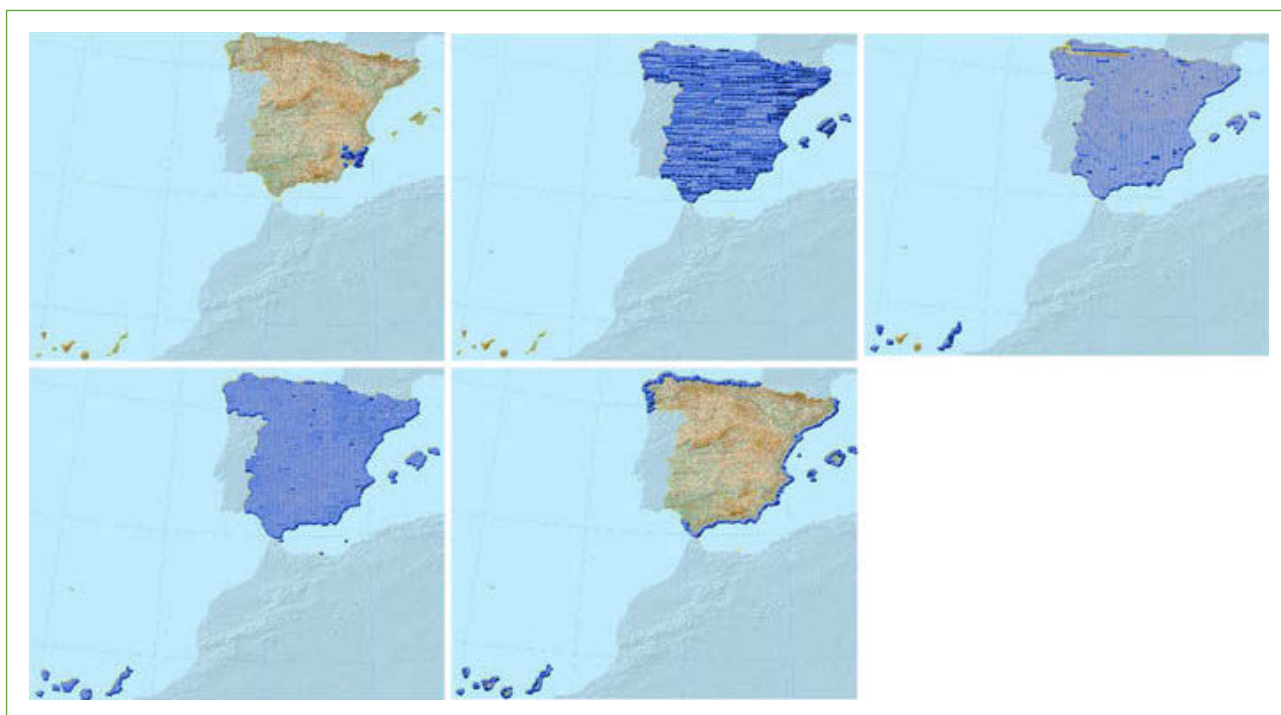


Figura 9. Cobertura de los diferentes vuelos publicados.  
 De izquierda a derecha y de arriba abajo: Ruiz de Alda, AMS, Interministerial, Nacional y Costas.

(cuando por su complejidad no ha podido resolverse la solicitud por correo electrónico, fax o teléfono) una cita para atención presencial en las dependencias del CNIG en Madrid, con la consiguiente obligatoriedad de desplazarse para el usuario. No sólo el usuario obtiene ventajas de la utilización de esta aplicación, la otra parte beneficiada es el propio CNIG, cuya carga de trabajo disminuye gracias al «autoservicio», lo que repercute en una atención más ágil al resto de usuarios que no acuden por la vía de la Fototeca Virtual.

## 7. VUELOS PUBLICADOS

Hasta la fecha los vuelos publicados en la Fototeca Virtual son (Figura 9):

- El Vuelo de Ruiz de Alda de la Cuenca del Segura: vuelo en blanco y negro de la Cuenca del Segura realizado por Julio Ruiz de Alda entre finales de los años 20 y principios de los años 30.
- Vuelo AMS: es el conocido como Vuelo americano (serie B) 1956-1957 realizado por el Army Map Service en colaboración con el Servicio Geográfico del Ejército y el Instituto Geográfico Nacional. Fechas de vuelo 1956-1957. Fotogramas en blanco y negro a escala 1:33.000. Los fotogramas de este vuelo se pueden visualizar e imprimir pero sin posibilidad de obtener certificado, ya que su propiedad es del Ministerio de Defensa (CEGET).
- Vuelo Interministerial: realizado por encargo de los Ministerios de Agricultura, Defensa, Hacienda y del Instituto Geográfico y Catastral (actual Instituto Geográfico Nacional). Fechas de vuelo de 1973 a 1986. Fotogramas en blanco y negro a escala 1:18.000.
- Vuelo Nacional: realizado por encargo del Instituto Geográfico y Catastral (actual Instituto Geográfico Nacional). Fechas de vuelo de 1980 a 1986. Fotogramas en blanco y negro a escala 1:30.000.
- Vuelo de Costas: vuelo de la franja costera española realizado por encargo del Instituto Geográfico Nacional. Fechas de vuelo de 1989 a 1991. Fotogramas en color a escala 1:5.000.



## 8. TAREAS FUTURAS

Entre las tareas previstas a corto y medio plazo se encuentran:

- De manera inminente, la publicación del vuelo quinquenal (1999-2003). Vuelo en color de toda España dividido en cinco zonas (una por cada año de vuelo) a escala 1:40.000. El estado de la información y la complejidad del vuelo han impedido publicarlo en la primera fase.
- La publicación de los vuelos del PNOA, desde el año 2004 hasta la actualidad. Esta tarea se prevé más sencilla que en el caso de los vuelos históricos porque la información viene correctamente organizada, los fotogramas están georreferenciados y orientados, y desde hace unos años son obtenidos directamente con cámaras digitales.
- La depuración continua de los errores encontrados en los fotogramas ya publicados, gracias a la colaboración de los usuarios que los detectan.
- La digitalización de fotogramas sólo disponibles actualmente en formato analógico, tanto de los que faltan en los vuelos ya publicados como de los del resto de vuelos de la Fototeca no incluidos en esta primera fase. Para ello se prevén acuerdos con Administraciones y empresas interesadas en disponer de ellos para sus propios fines (por ejemplo, generación de ortofotos).
- La inclusión de un Código Seguro de Verificación (CSV) en los documentos pdf certificados, que permitirá comprobar la autenticidad del documento cotejándolo con el existente en la sede electrónica del Ministerio de Fomento. De esta forma no será necesario enviar la copia impresa y certificada mediante firma y sello (de tinta o sello seco), con lo que se ahorrarían los gastos de envío y de impresión que, lógicamente, no serían repercutidos sobre el solicitante.
- La modificación de la aplicación para corregir aspectos detectados a partir del uso. También se prevé la publicación de vuelos en estéreo, de forma que puedan verse estereoscópicamente mediante anaglifos o sin ellos mediante un dispositivo estéreo real. Para ello es necesario conocer de manera exacta los parámetros de orientación externa de los fotogramas, lo cual de momento sólo se cumple en el caso de los vuelos del PNOA.
- El cumplimiento de los requisitos establecidos por INSPIRE para los servicios interoperables que se utilizan.

## 9. CONCLUSIONES

Los vuelos fotogramétricos custodiados por el CNIG contienen una información de un valor histórico y documental incalculable, porque han capturado el estado del territorio español en distintos momentos del pasado. Esto, que parece algo habitual hoy en día debido a la amplia oferta de imágenes aéreas y de satélite, no era tan común hace décadas. Esa información no es recuperable de ninguna otra manera.

El valor de una información se lo da el uso. Las posibilidades de reutilización y aprovechamiento de ese valor son directamente proporcionales a la accesibilidad que tengan los datos. Dentro de esa accesibilidad, la publicación en Internet es la forma más universal de llegar a los usuarios. La Fototeca Virtual pretende, pues, que los fondos fotográficos del IGN-CNIG lleguen al público en condiciones poco restrictivas para que ese valor se distribuya entre la sociedad.

La utilización de los estándares tecnológicos permite lograr interoperabilidad, lo cual propicia a su vez la reutilización y difusión de la información. La Fototeca Virtual utiliza servicios WMS de visualización intentando cumplir con la normativa existente al respecto.

El proyecto se encuentra en una primera fase que es el punto de partida hacia objetivos más ambiciosos como la publicación de los vuelos que aún no lo están, la digitalización del resto de fondos fotográficos, la inclusión de certificados digitales en los documentos generados o la visualización estereoscópica de vuelos.

La experiencia que proporciona el uso permitirá mejorar de forma continua el servicio e ir estableciendo nuevos objetivos adecuados a la demanda de los usuarios.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Geoportal IDEE: [www.idee.es](http://www.idee.es)
- [2] Visualizador Iberpix: [www.ign.es/iberpix/visoriberpix/visorign.html](http://www.ign.es/iberpix/visoriberpix/visorign.html)
- [3] Centro de Descargas: <http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas>
- [4] Real Decreto 663/2007, de 25 de mayo (BOE de 5 de junio), por el que se aprueba el Estatuto del Centro Nacional de Información Geográfica. [http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/AB195A5C-A15D-4977-80D3-E4588994BD81/69544/Estatuto\\_CNIG\\_2007.pdf](http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/AB195A5C-A15D-4977-80D3-E4588994BD81/69544/Estatuto_CNIG_2007.pdf)
- [5] Rodríguez Borreguero, J. M.: La Reutilización de la Información Pública. Boletín Informativo de la SECFT, nº 9, diciembre de 2012.
- [6] Orden FOM/956/2008, por la que se aprueba la política de difusión pública de la información geográfica generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional: [http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/-83B8B537-26EA-4359-B245-3D2D712AE8A4/69542/Politica\\_difusion\\_2008.pdf](http://www.fomento.gob.es/NR/rdonlyres/-83B8B537-26EA-4359-B245-3D2D712AE8A4/69542/Politica_difusion_2008.pdf)

## Evolución del Geoportal de la IDE Andorra

### Una apuesta por el software libre

(\*) SARA PIJUAN y FIDEL BONET.

---

#### Resumen

La presentación se centra en el cambio tecnológico que ha sufrido la nueva versión del Geoportal de la Infraestructura de datos espaciales de Andorra (IDE Andorra). Se expone la evolución de las aplicaciones y de los servicios existentes (visor de mapas, catálogo de metadatos, servicios web y descarga de datos) además de presentar los nuevos servicios y aplicaciones desarrollados, y también las implicaciones, las dificultades y las ventajas que ha supuesto el uso de software libre en lugar del software comercial usado en la primera versión.

La Infraestructura de datos espaciales de Andorra y su geoportal se publicó en octubre del 2008 con el objetivo de incentivar, permitir y mejorar la difusión, el descubrimiento, la consulta, la visualización y la descarga de los datos geoespaciales del Gobierno de Andorra y otros organismos oficiales de Andorra, garantizando la interoperabilidad entre sistemas mediante el uso de estándares OGC. La evolución de las tecnologías, el surgimiento de nuevos estándares, la necesidad de optimizar los recursos económicos y la demanda por parte de los usuarios ha hecho necesaria una revisión y evolución del geoportal de la IDE Andorra. Estas nuevas necesidades se han traducido en una renovación completa del geoportal que ha implicado el uso de software libre casi en su totalidad y la creación desde cero de las aplicaciones que forman parte del geoportal.

La nueva versión del geoportal se encuentra actualmente en una fase de desarrollo avanzada y en breve será puesta en producción. En términos generales, las principales mejoras realizadas han sido:

- La renovación del visor de mapas tanto a nivel estético como la mejora del rendimiento y de la navegación, la simplificación de algunas funcionalidades para facilitar su uso a usuarios menos experimentados y la incorporación de funcionalidades como el dibujo, compartir el mapa, guardar y cargar un WMC, entre otras.
- Creación de un visor específico para el callejero de ámbito nacional enfocado a usuarios menos experimentados, y por lo tanto, con menos funcionalidades que el visor general.
- Búsqueda de topónimos basada en el estándar WFS que cumple las normativas que establece INSPIRE. El servicio web se ha implementado con geoserver y la extensión Complex Features.
- Búsqueda de direcciones postales y puntos de interés basada en los servicios de localización de OGC OpenLS, concretamente las interfaces Location Utility Service para las direcciones postales y Directory Service para los puntos de interés. Los servicios web son de desarrollo propio.
- Creación de una aplicación de descarga de ficheros de datos ráster y vectoriales, tanto de cartografía actual como histórica.

---

(\*) Govern d'Andorra Departament d'ordenament Territorial – Àrea de cartografia:  
sara\_pijuan@govern.ad, fidel\_bonet@govern.ad

- Renovación estética y funcional del cliente web para la consulta del catálogo de metadatos y actualización del servicio web de catálogo CSW versión 2.0.2. El software utilizado para su implementación ha sido GeoNetwork.
- Mejora de la simbolización y actualización de los servicios WMS a la versión 1.3 y creación de servicios WMTS de datos ráster, mediante Geoserver y

### **GeoWebCache**

- Almacenamiento de datos en PostGIS/PostgreSQL. Hasta el momento los datos se almacenaban en ficheros.

### **Palabras clave**

Jornadas, IDE, Portugal, España, Andorra, software libre, geoportal, OGC, INSPIRE, visor de mapas, callejero, descarga, WFS, nomenclátor, WMS, WFS, WMC, OpenLS, metadatos, PostGIS.

---



## **HISDI-MAD: IDE histórica de la ciudad de Madrid**

### **Patrimonio cartográfico y demográfico a principios del s.xx.**

(\*) ROCÍO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ, LOURDES MARTÍN-FORERO MORENTE  
y ISABEL DEL BOSQUE GONZÁLEZ

(\*\*) SARA GARCÍA FERRERO y DIEGO RAMIRO FARIÑAS

---

#### **Resumen**

En esta comunicación presentamos «HISDI-MAD: IDE Histórica de la ciudad de Madrid» (<http://idehistoricamadrid.org>). Este geoportal ofrece la posibilidad de conocer la cartografía y demografía de esta gran ciudad a principios del s. xx.

HISDI-MAD presenta tres visualizadores que, entre otros, permiten al usuario: navegar por sus calles, edificios singulares, parques... toda una gama de información que ha constituido la base del desarrollo urbanístico y demográfico de Madrid hasta el día de hoy. Posibilita estudios multitemporales al comparar cartografía histórica, fotografías aéreas y ortofotografías desde finales del s.xix hasta comienzos del s.XXI, por medio de unas herramientas accesibles y novedosas que hacen agradable y curioso el paseo por estas épocas de Madrid. Por último, desde HISDI-MAD se permite el acceso a una amplia colección de mapas socio- demográficos, realizados con los datos históricos procedentes del «Plano de Madrid y pueblos colindantes» de Facundo Cañada López (1902) y los «Anuarios Estadísticos del Ayuntamiento de Madrid» contemporáneos al plano.

Un aspecto destacado del geoportal se refiere al acceso a documentación original de la época, que ofrece al internauta la visualización y/o descarga de las hojas del Plano Histórico de Madrid, así como su detallada Guía, diseñada originalmente como ayuda a los usuarios del plano.

Con este geopotol es nuestro deseo contribuir a la filosofía de compartir los datos científicos geoespaciales mediante servicios WMS (Web Map Services), siguiendo los estándares y normativa de interoperabilidad del OGC (Open Geospatial Consortium).

#### **Palabras clave**

IDE histórica, Patrimonio Cartográfico, Demografía histórica, análisis multitemporal, Madrid, Facundo Cañada

---

---

(\*) CCHS-CSIC – Unidad SIG:  
rocio.gutierrez@cchs.csic.es, lourdes.martin-forero@cchs.csic.es, isabel.delbosque@cchs.csic.es

(\*\*) CCHS-IEGD-CSIC – Grupo de Investigación de Dinámicas Demográficas:  
sara.garcia@cchs.csic.es, diego.ramiro@cchs.csic.es

## 1. INTRODUCCIÓN

HISDI-MAD es el resultado de un proyecto que desde su origen se diseñó temática y tecnológicamente para convertirse en una IDE (Infraestructura de Datos Espaciales) porque integra recursos, que permiten el acceso y la gestión de datos y servicios geográficos descritos a través de sus metadatos, disponibles en Internet, que cumple una serie de normas, estándares y especificaciones que regulan y garantizan la interoperabilidad de la información geográfica[1].

HISDI-MAD es el producto de un proyecto científico<sup>1</sup> cuyo objetivo principal es vincular el Registro Longitudinal de Población Histórico de la Ciudad de Madrid entre 1890 y 1935 con la cartografía georreferenciada de la ciudad a partir del «Plano de Madrid y Pueblos Colindantes» realizado por Facundo Cañada López, con el fin de poder realizar diferentes tipos de análisis, gestionados en un SIG (Sistema de Información Geográfica), que permitirán obtener indicadores y patrones del desarrollo urbano y demográfico de Madrid desde finales del siglo XIX hasta el primer tercio del siglo XX.

HISDI-MAD es un geoportal que presenta información geográfica y patrimonial de Madrid y lo hace de tres maneras diferentes; permitiendo el acceso a sus datos, su visualización y comparación. Por medio de servicios web estándares se ofrece la posibilidad de acceder y visualizar las entidades de sus bases de datos y mapas temáticos, que muestran un variado número de variables socio-demográficas históricas, pero además se pueden comparar multitemporalmente observando los cambios que tuvieron lugar en las estructuras urbanas y sociales de Madrid, a través de cartografías, fotografías aéreas y ortofotografías de Madrid, desde finales del siglo XIX a la actualidad.

En la actualidad la difusión de los trabajos en los que se genera información geográfica susceptible de ser publicada para su reutilización se hace vía internet, pues hoy por hoy es la principal forma de transmitir el conocimiento por su rapidez y gran propagación, por este motivo se decidió desarrollar un geoportal o sitio web en el que se visualizasen los datos y resultados del proyecto, pero además, se vio la conveniencia de dotarlo de las características específicas de una IDE de acuerdo con INSPIRE[2] compartiendo la información geográfica en la web para su reutilización de forma rápida, eficaz e interoperable siguiendo las normas y estándares de la OGC (Open Geospatial Consortium)[3], responsabilizándonos de gestionar, almacenar, actualizar y controlar los conjuntos de datos y los servicios del proyecto.

HISDI-MAD se presenta en la red con un marcado carácter innovador ya que lo hace como una IDE. No es el primer sitio web en el que se presentan datos históricos demográficos vinculados a grandes ciudades, así por ejemplo tenemos; «*A vision of Britain through time (GBHGIS)*» [4], que es el GIS Histórico de Gran Bretaña; en él se incluyen mapas, estudios estadísticos y descripciones históricas, el de los EE.UU. «*National Historical Geographic Information System (NHGIS)*»[5], que ofrece de forma gratuita los datos censales agregados, archivos de límites administrativos y mapas históricos de los Estados Unidos entre 1790 y 2012, y el de China «*China Historical GIS (CHGIS)*»[6] que proporciona una plataforma GIS para realizar análisis espaciales, modelado estadístico temporal, y la representación de mapas con datos históricos de población y unidades administrativas del período de la historia china entre el 221 aC y 1911 CE. Ian Gregory tiene publicada la página web «*The Historical GIS Research Network*»[7] en la que se lista de manera no exhaustiva los principales sitios web con SIG históricos.

A diferencia de estos sitios web históricos HISDI-MAD tiene la singularidad de ofrecer sus datos por medio de servicios de mapas estandarizados metadatados y de forma interoperable.

## 2. VISUALIZADORES DE HISDI-MAD

Cuando se publicó el plano de Facundo Cañada López, ya hace más de cien años, el papel era la mejor y más extendida manera para difundir la información, en la actualidad contamos con internet y las aplicaciones web para divulgar y dar acceso a todo tipo de información geográfica alojada en un geoportal de manera rápida,

<sup>1</sup> HISDI-MAD es el fruto de la colaboración entre la Dirección General de Estadística del Ayuntamiento de Madrid y el Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC en el proyecto científico; «Creación de una infraestructura de datos espaciales urbanos como plataforma de información geoespacial y sociodemográfica (IDE-URBANA)» (CSO2010-11485-E) I.P. Diego Ramiro Fariñas y los proyectos de investigación CSO2008-06130/SOCI y CSO2011-29970 del Plan Nacional (I+D) del Ministerio de Economía y Competitividad.



concurrente y, en nuestro caso, libre. Cualquier usuario ya sea experto o no puede ver y consultar la información sin la necesidad de instalar programas específicos, solo es necesario un navegador de internet y la dirección del sitio en la web.

El geoportal «HISDI-MAD: IDE histórica de la ciudad de Madrid» presenta, con tecnología del siglo XXI, a la ciudad de Madrid y a las gentes que vivieron en ella hace algo más de un siglo por medio de tres visualizadores en la web: el Visualizador Cartográfico, el Comparador de Mapas y el Visualizador Socio-Demográfico. Los tres visualizadores están interconectados por un nexo común, el Plano histórico realizado por Facundo Cañada López en 1902 de Madrid, sin embargo ofrecen información muy diferente.

Una de las preocupaciones constantes durante todo el proceso de diseño de los visualizadores ha sido dotarlos del aspecto y las herramientas necesarias para que la interacción con ellos se pudiera realizar de forma sencilla y amigable, finalmente se han desarrollado tres visualizadores muy diferentes tanto por su contenido como por su aspecto, con una serie de herramientas que podríamos clasificar como comunes y específicas; las primeras ayudan al usuario a realizar las tareas básicas y las segundas permiten explotar y visualizar los datos con la mayor claridad posible. Para poder realizar las tareas básicas los tres visualizadores cuentan con las siguientes herramientas comunes: el panel informativo con la escala numérica, el sistema de referencia, la proyección y situación del puntero sobre la pantalla expresada por sus coordenadas, el icono que abre el documento de ayuda en el que se explica cómo funcionan los visualizadores y sus herramientas, el icono de extensión completa que actualiza desde cualquier escala de visualización a la de máxima extensión que es 1:32.000, el panel de navegación constituido por un conjunto de herramientas que permiten ver la información a diferentes escalas preestablecidas, desplazarse por el visualizador sin modificar el zoom o modificándolo a gusto e ir a la vista anterior o posterior, el mapa de situación que muestra la vista actual con respecto al plano total, y por último la escala gráfica que muestra la proporcionalidad de las medidas entre la realidad y el plano. El segundo tipo de herramientas o *widgets*, requiere una explicación previa de los datos que se muestran en el visualizador para entender la funcionalidad de estas.

### 3. VISUALIZADOR CARTOGRÁFICO

En Madrid a principios del siglo XX, tuvo lugar el empadronamiento con fecha 1 de diciembre de 1900 que computó una población de 528.984 habitantes y 120,52 metros cuadrados por habitante, por tal motivo y no existiendo un plano de Madrid actualizado con las reformas que había y aún estaba sufriendo, se le encargó al comandante de la guardia civil Facundo Cañada López su elaboración. Tras cuatro años de trabajo se publicó «El Plano de Madrid y Pueblos Colindantes» a escala 1:7.500, de 1,44m de ancho por 1,77m de alto, dividido en seis hojas sin blancos de cenefas a ocho colores y en papel de calidad. Los datos se tomaron sobre el terreno y en los centros oficiales para que reuniera la mayor exactitud posible[8]. La calidad y precisión de este plano centenario es una de las razones por la que se decidió emplearlo como base referente para reconstruir la estructura urbana de Madrid y su población de 1900 en HISDI-MAD.

Los dibujos y grabados realizados por Andrés Bonilla reprodujeron fielmente y con exactitud las minutas de los trabajos de campo y oficina que concluyeron con la elaboración de este plano histórico de Madrid. Hoy en día todos podemos contemplarlo gracias a las tecnologías modernas vía internet, pero para facilitar la visualización y el análisis de todas aquellas entidades dibujadas en el plano, simbolizadas en su leyenda y descritas en su guía asociada, se ha desarrollado un visualizador en la web que nos muestra esta información geográfica digitalizada, en formato vectorial, almacenada en una base de datos cartográfica que ha sido gestionada en un SIG de escritorio.

#### 3.1. Base de datos Cartográfica

En un entorno de trabajo SIG la información de entrada en el sistema tiene que ser digital, sin embargo en ocasiones esto no es así por lo que debe ser transformada, esto sucede habitualmente cuando se trabaja con fuentes históricas que suelen encontrarse en soporte analógico, en nuestro caso papel. Las seis hojas del plano[9] se escanearon con gran precisión para contar con el máximo nivel de detalle a la hora de trabajar en pantalla con software SIG, de este modo se obtuvieron seis ficheros digitales del plano. El siguiente paso consistió en georre-

ferenciar esta información, es decir situar espacialmente al plano en su lugar sobre la superficie de la Tierra, dotándole de coordenadas según un sistema de referencia en nuestro caso el oficial de España en la actualidad ETRS89[10] con proyección UTM y Huso30. Después, las seis hojas se unieron para formar un plano continuo, sin cortes con la mejor armonización horizontal que se pudo, de este modo, tomando como mapa base el plano se digitalizaron las entidades geográficas contenidas en él.

El plano de Facundo Cañada presenta una leyenda muy completa y detallada que simboliza y describe cada uno de los elementos dibujados en el plano, listados de forma ordenada, según su naturaleza, uso o estado. La leyenda diferencia las edificaciones por el origen de la propiedad (de particulares, del estado o eclesiástica), las calles por su estado o características (abierta, en proyecto o con arbolado). Describe los elementos de la red hidrográfica estableciendo tipos según su naturaleza y cauce y, en el caso de los artificiales, su uso. Con los transportes públicos de la época, tranvías y ferrocarriles, distingue los primeros por su tracción y vía y a ambos por su estado (en uso o proyecto). Las carreteras, caminos y veredas se dibujan bien diferenciadas, destacando la simbolización de las carreteras ya que a través de esta las clasifica por su orden que va desde el primero al tercero, añadiéndolas valores kilométricos, arbolado en las que lo hubiera y de nuevo su estado. Aparecen elementos estructurales como puentes o presas, y puntos de interés como lavaderos, baños, merenderos y norias. Las divisiones administrativas quedan bien marcadas estructurando el territorio en municipios, distritos y barrios, estos dos últimos con arreglo a la nueva división municipal (1902), así como la demarcación parroquial actualizada. También caracteriza el tipo de ocupación del suelo distinguiendo zonas densamente edificadas de aquellas que están en proyecto y en ambas los parques y jardines, así como los tejares, huertas, viñedos, olivares y tipo de monte de los extrarradios.

Con la información de base en formato digital se diseñó y modeló la base de datos cartográfica que almacena esta información ordenada y estructurada en cuatro grandes bloques: elementos urbanos, vías de comunicación, elementos hidrográficos y distribución administrativa. Cada uno de estos bloques se compone de capas que recogen las entidades simbolizadas en el plano, así los elementos urbanos incluyen siete capas: elementos y zonas de interés, esculturas y monumentos, vías públicas, edificios singulares, manzanas, parques públicos y, por último, proyectos urbanos. Las vías de comunicación se dividen en dos: carreteras por un lado, y ferrocarril y tranvía por otro. Los elementos hidrográficos atendiendo a su origen natural o artificial se dividen en: canales y acequias, y ríos y arroyos; por último la división administrativa se compone de: barrios, distritos, división eclesiástica, división urbana y municipios. Con esta estructura se pretendía que la base de datos englobase la mayor parte de los elementos del plano sin adquirir un gran tamaño, facilitando de este modo las tareas de explotación y manipulación para su mantenimiento, modificación y actualización. La información temática de cada una de estas capas se diseñó y estructuró de acuerdo a un modelo de datos de tipo relacional que permitiera la integración de los datos temáticos procedentes de fuentes directas, como la guía que acompaña al plano, así como los de otras bases de datos como por ejemplo los anuarios estadísticos históricos del Ayuntamiento de Madrid, para facilitar los cálculos, medidas y análisis espaciales o estadísticos del proyecto de investigación origen de este trabajo.

### 3.2. Elementos del Visualizador Cartográfico

Este visualizador muestra las entidades que se digitalizaron a partir del plano histórico de Madrid y cuya información temática se extrajo en su mayor parte de la guía que lo acompaña. Esta información está almacenada en una base de datos que la estructura en grupos de capas que están relacionadas temáticamente y ordenadas según su geometría y orden alfabético. Cada capa representa un tipo de fenómeno por lo que cada uno presenta una simbolización diferente, además, cada tipo de entidad tiene una serie de características propias como el nombre, sus dimensiones, etc. Pensando en este conjunto de aspectos se diseñó el visualizador que tenía que ser capaz de mostrar las entidades con su simbología y atributos temáticos individuales o en conjunto.

El visualizador está compuesto de forma básica por dos ventanas, una barra de herramientas específicas y las herramientas comunes.

La ventana principal muestra las capas de la base de datos y su estructura, permitiendo seleccionar y cargar la capa que queramos visualizar. Cuando se carga una capa, esta aparece en la ventana «Capas cargadas»,

donde podemos modificar el grado de transparencia de las capas, su orden, es decir, desplazarlas arriba o abajo, o también podemos quitarlas del espacio de visualización eliminándolas.

La barra de herramientas específicas o *widjets* está compuesta por una serie de botones que muestran la información de las entidades seleccionadas o permiten realizar determinadas tareas. En primer lugar aparece el botón de la leyenda que al pulsarlo despliega una ventana nueva con la leyenda de las capas cargadas, a continuación tenemos tres botones que interrogan a la base de datos de diversas maneras, el primero muestra la información de un determinado elemento seleccionado sobre el espacio de visualización, el segundo visualiza el resultado de consultas complejas predeterminadas que dan un amplio barrido a la base de datos y el tercero permite que el usuario establezca un ámbito espacial de consulta dentro del cual se visualiza el resultado de las consultas preestablecidas como en el caso anterior. La siguiente herramienta es un botón que da acceso a los metadatos del plano histórico y los de la base de datos y por último se encuentra el botón que permite imprimir una vista del área de visualización actual. Este visualizador presenta además un icono fuera de la barra de herramientas anterior que da acceso directo al comparador de mapas.



Figura 1. Visualizador Cartográfico.

#### 4. COMPARADOR DE MAPAS

«...la fisonomía y modo de ser de Madrid se han alterado profundamente, tendiendo a tomar, con su población y extensión crecientes, el tipo cada vez más pronunciado de gran urbe europea, con ventaja indudable para su progreso material y bienestar de sus habitantes, pero con notoria mengua del mucho más característico y nacional que ofrecía en épocas anteriores y que va perdiendo al adoptar usos y costumbres que la acercan cada vez más al patrón cosmopolita y algo uniforme de gran población moderna...» [11, p. 12]

A principios del siglo XX Madrid comienza a convertirse en una auténtica Metròpoli en la que los cambios económicos, políticos, sociales y culturales comienzan a notarse apareciendo los primeros síntomas de la modernidad urbana, aunque no de forma tan apreciable como en las grandes ciudades del mundo; París, Berlín, Londres, o Nueva York[12]. El triunfo de la burguesía y las exigencias de una nueva sociedad se vieron reflejadas en la ciudad con la construcción de nuevas infraestructuras y proyectos urbanos, el desarrollo de planes urbanísticos en el casco histórico y en la periferia que se han ido desarrollando hasta configurar una gran ciudad tal y como la conocemos hoy.



Figura 2. Comparador de Mapas.

Por medio de este visualizador se ofrecen diversos documentos cartográficos de Madrid de fechas que van desde el último tercio del siglo XIX hasta nuestros días, que ponen de manifiesto y permiten comparar los cambios urbanísticos por los que ha pasado Madrid y que en buena parte han sido consecuencia del gran incremento de población sufrido por la ciudad durante el siglo xx.

La colección de documentos que se presentan está formada por: las hojas kilométricas de Madrid de Francisco Coello de 1860, el plano parcelario de Madrid de 1874 y el de 1877 de Ibáñez de Ibero, el Plano de Madrid y Pueblos Colindantes de 1902 de Facundo Cañada López, el plano de Núñez Granés de 1910, el vuelo fotográfico de Madrid de 1927, el plano de Madrid de 1929, los vuelos fotográficos de Madrid de los años 1956-57, 1977 y 1984, la imagen *Landsat 7* ETM + correspondiente a Madrid, la ortofotografía aérea de Madrid del año 2005 y la cartografía catastral urbana actual de Madrid del año 2012. Con esta aplicación web todos ellos se pueden visualizar y comparar cartográficamente de dos en dos, gracias a las tres herramientas de este visualizador: el barrido, la lupa y la transparencia. Las tres se sitúan en la parte superior de la ventana que aparece desplegada cuando se abre el «Comparador». «El barrido» permite desplegar o plegar una imagen sobre otra sin más que seleccionar la herramienta y desplazar el ratón por la imagen inferior que se está visualizando en sentido horizontal, vertical u oblicuo. «La lupa» abre un agujero en la imagen superior mostrando la inferior, el radio de apertura se puede establecer en la herramienta. Y «la transparencia» es una herramienta que en función del grado con el que se aplique, la imagen superior dejará o no ver la de debajo de forma parcial o total. Y por último, al igual que el visualizador Cartográfico, dispone de un botón de acceso directo a este y del conjunto de herramientas comunes.

## 5. VISUALIZADOR SOCIO-DEMOGRÁFICO

Al iniciarse el siglo XX, Madrid se situó en el punto de mira de flujos humanos que aspiraban a mejorar sus condiciones de vida, el rápido incremento de población motivó la necesidad de acometer proyectos de mejoras urbanas para la ciudad, era necesario esponjar el núcleo urbano construyendo plazas nuevas y reorganizando las existentes, ensanchando las calles principales, trazando nuevas avenidas, etc., mejoras que se acometieron en parte gracias a los bienes expropiados a la Iglesia tras la desamortización de Mendizábal, pero además había que construir barrios nuevos con una buena planificación; viales organizados, equipamiento básico y zonas verdes interurbanas, como por ejemplo Ciudad Lineal diseñada por Arturo Soria, que pensaba que la sociedad podía mejorar en un espacio diferente evitando la especulación del suelo si se concebía según una línea la distribución de las nuevas áreas de crecimiento de la ciudad, con un transporte público eficaz, rápido y gratuito, eliminando de este modo las diferencias del valor del suelo y aplicando el auténtico principio de ruralizar la ciudad y urbanizar el campo[13]. Pero además Madrid necesitaba mejorar y ampliar las ya existentes redes públicas de comunicación, de transporte, de agua, los colegios, centros sanitarios, de beneficencia, etc., solo de este modo se podrían evitar las barriadas de chabolas que comenzaban a proliferar por los extrarradios y cuyas miserables condiciones se convirtieron en focos de enfermedades de rápida expansión con gran mortalidad entre los estratos de población más débiles[14].

El visualizador socio-demográfico contiene una colección de ciento veintinueve mapas que se pueden seleccionar a través de una ventana desplegable que permite escoger las variables espaciales, temporales y temáticas que se deseen observar. Los mapas básicamente son de dos tipos: demográficos y car-



Figura 3. Visualizador Socio-Demográfico



tográficos. Los primeros muestran sobre el plano indicadores tales como la natalidad, causas de mortalidad por gripe, bronquitis o difteria, entre otras enfermedades, bien por barrios o por distritos. Los datos estadísticos de referencia proceden del Registro Longitudinal de Población Histórico de la Ciudad de Madrid entre 1890 y 1935 y de sus Anuarios Estadísticos entre 1897 y 1935.

Por otro lado, los mapas de temática cartográfica se han elaborado atendiendo a determinadas entidades geográficas que se extendían sobre el área que ocupaba Madrid según se refleja en el Plano de Facundo Cañada y al iniciarse el siglo XX. Estos fenómenos o entidades se seleccionaron de la base de datos cartográfica por la importancia que tuvieron en la sociedad de la época, como por ejemplo los centros sanitarios, los colegios, los parques, las recientemente inauguradas líneas de tranvías (1900), los principales edificios públicos, etc. En esta última colección hay dos mapas algo diferentes, uno se refiere a la división urbana y el otro a la ocupación del suelo. El primero muestra la forma y extensión de lo que constituía el núcleo urbano y cómo se estaba ampliando la ciudad hacia el exterior ocupando un área cada vez mayor. El segundo da idea del tipo de ocupación del suelo de Madrid en 1900 desde dos puntos de vista diferentes pero relacionados entre sí, por un lado la categorización de su superficie en distintas unidades según sus propiedades biofísicas, como por ejemplo, superficie urbana, cultivo, arbolado, etc., y por otro el uso del suelo caracterizándolo de acuerdo a su dimensión funcional o socioeconómica[15], como por ejemplo uso industrial, comercial, recreativo, etc.

## 6. GEOSERVICIOS OGC DEL GEOPORTAL

HISDI-MAD comparte la información geográfica que contiene con la comunidad web a través de tres servicios de mapas que cumplen con la especificación WMS (Web Map Service) v.1.3.0 de OGC que garantiza que son estándar e interoperables, es decir posibilita la comunicación y el entendimiento entre el productor de los datos y el receptor. Los servicios de mapas WMS proporcionados por HISDI-MAD se componen de las tres operaciones que definen este tipo de servicios: GetCapabilities, GetMap y GetFeatureInfo.

Las direcciones web de los servicios WMS de HISDI-MAD son:

- <http://idehistoricamadrid.org/USIG/services/Facundo/mapserver/WMSServer>
- [http://idehistoricamadrid.org/USIG/services/Mapas\\_Tematicos\\_WMS\\_Carto/mapserver/WMSServer](http://idehistoricamadrid.org/USIG/services/Mapas_Tematicos_WMS_Carto/mapserver/WMSServer)
- [http://idehistoricamadrid.org/USIG/services/Mapas\\_Tematicos\\_WMS\\_Demo/mapserver/WMSServer](http://idehistoricamadrid.org/USIG/services/Mapas_Tematicos_WMS_Demo/mapserver/WMSServer)

## 7. CONCLUSIÓN

La impronta de Madrid quedó impresa en 1902 sobre el plano de Facundo Cañada López. Se trataba de un documento gráfico innovador por su calidad, precisión, exactitud y riqueza de datos e información. La gente en general podría pensar que se trataba de un callejero, pero en realidad era algo más, era un retrato de la urbe, de su estructura física y política, sus proyectos actuales y futuros. Ciento once años después se pone de actualidad porque es el centro del proyecto HISDI-MAD.

HISDI-MAD es una herramienta que cumple una función pública, ya que de forma abierta se pone a disposición de la sociedad al presentarse como una IDE cuyas bases de datos pueden ser incorporadas en diferentes proyectos de forma interoperable, reutilizando de este modo la información geográfica, ayudando a la toma de decisiones, ofreciéndose como plataforma de estudio para realizar análisis geoespaciales y estadísticos del desarrollo estructural urbano y demográfico de Madrid justo en el periodo de tiempo en el que se inician importantes cambios sociales, movimientos migratorios y un incipiente desarrollo de actividades empresariales y burocráticas en Madrid por ser la capital.

Los programas y aplicaciones empleados o desarrollados en el proyecto deberían evolucionar en un futuro ampliando las posibilidades y versatilidad de la plataforma, mejorando sus carencias, su accesibilidad y ofreciendo nuevos servicios estandarizados OGC.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Instituto Geográfico Nacional, «Mundo IDE», *IDEE*. <http://www.idee.es/web/guest/introduccion-a-las-ide>
- [2] European Commission, «About INSPIRE», *INSPIRE, Infrastructure for Spatial Information in the European Community* <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/48>
- [3] «Open Geospatial Consortium | OGC(R)» <http://www.opengeospatial.org/>
- [4] University of Portsmouth, «Great Britain Historical Geographical Information System (GBHGIS)», 2012. <http://www.gbhgis.org/>
- [5] University of Minnesota., «NHGIS, National Historical Geographic Information System», 2010-2005. <https://www.nhgis.org/>
- [6] Harvard Yenching Institute, «China Historical GIS» <http://www.fas.harvard.edu/~chgis/>
- [7] Ian Gregory, «The Historical GIS Research Network», *The Historical GIS Research Network*, 2007 [http://www.hgis.org.uk/what\\_is.htm](http://www.hgis.org.uk/what_is.htm)
- [8] Facundo Cañada López, «Guía de Madrid y Pueblos colindantes», *HISDI-MAD. «IDE Histórica de la ciudad de Madrid»*, 1902. <http://idehistoricamadrid.org/UnidadSIG/hisdimag/documents/cuaderno.html>
- [9] Facundo Cañada López, «Hojas del Plano de Madrid de Facundo Cañada de 1902» <http://idehistoricamadrid.org/hisdimag/documents/plano.html>
- [10] «BOE.es - Índice por secciones del día 29/08/2007» <http://www.boe.es/boe/dias/2007/08/29/index.php>
- [11] Sociedad española: *Catálogo de la exposición del Antiguo Madrid*. p.12. Graficas reunidas S.A., Madrid 1926.
- [12] Simón, L.: «El casco antiguo de Madrid a principios del siglo XX», Madrid, 2010. <http://www.ucm.es/info/hcontemp/leoc/grupo/grupo.html>
- [13] Museo de historia de Madrid, «Arquitectura y espacio urbano de Madrid en el siglo XIX». <http://www.madrid.es/UnidadWeb/Contenidos/EspecialInformativo/TemaCulturaYOcio/Cultura/MuseosMuni/MuseoMuni/EliminarTemporales/Conferencias.10.08.pdf>
- [14] «Fotos antiguas: El Barrio de las Injurias | Secretos de Madrid» <http://www.secretosdemadrid.es/fotos-antiguas-el-barrio-de-las-injurias/>
- [15] Varcárcel, N., Caballero, E.: *Cartografía de ocupación del suelo en España, Proyecto SIOSE*, Edición digital; Cartografía de Ocupación del Suelo en España. Proyecto SIOSE., vol. 1. Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG) <http://www.ign.es/ign/layoutIn/libDigitalesPublicaciones.do>. [Accedido: 21-dic-2012]



## El geoportal IDEE, un proyecto activo, colaborativo y en continuo desarrollo

### Evolución y mejoras del geoportal y sus aplicaciones durante el año 2013

(\*) MARTA JUANATEY AGUILERA, PALOMA ABAD POWER, ANTONIO RODRÍGUEZ PASCUAL, EMILIO LÓPEZ ROMERO, ALEJANDRA SÁNCHEZ MAGANTO, CAROLINA SOTERES DOMÍNGUEZ, CRISTINA RUIZ MONTORO, JULIÁN GONZÁLEZ GARCÍA, LORENA HERNÁNDEZ QUIRÓS, ANTONIO VILLENA MARTÍN, INMACULADA SERRA RECASENS

---

#### Resumen

La Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) es un proyecto activo, colaborativo y en continuo desarrollo, en el que el geoportal ([www.idee.es](http://www.idee.es)) es el punto de encuentro de usuarios y técnicos.

A través del geoportal se ofrecen los datos geográficos y servicios proporcionados por las distintas Administraciones u organismos del sector público integrados en la IDEE, y aunque el responsable de su mantenimiento es la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, es el CODIIGE [4], formado por representantes de los tres niveles de la Administración, expertos de las Comisiones del Consejo Superior Geográfico y expertos en políticas de medio ambiente, quien supervisa y aprueba sus modificaciones y novedades.

El geoportal de la IDEE comenzó a funcionar en junio de 2004 y durante este tiempo ha ido mejorando y evolucionando ofreciendo nuevos servicios, aplicaciones y clientes. Siempre buscando la conformidad con las normas y estándares aplicables, promoviendo el cumplimiento tanto de los requisitos legales como de las necesidades de los usuarios.

En mayo del 2012 se publicó una nueva versión del geoportal de la IDEE, desarrollada en Liferay, que reestructuraba el contenido y modernizaba su apariencia. Así mismo, en mayo de este año, la necesidad de ofrecer más información que facilitase el trabajo en las Infraestructuras de Datos Espaciales provocó la creación de nuevos apartados y aplicaciones.

En este artículo se describen todos esos cambios y novedades que han tenido lugar a lo largo del año 2013 en el geoportal de la IDEE y sus aplicaciones. Se trata pues de difundir y dar a conocer el trabajo realizado durante el año en curso, para cumplir con el objetivo principal para el cual fueron pensadas estas modificaciones, favorecer el crecimiento y evolución de las IDE en España.

Se ha creado una sección nueva denominada «Inspire» que resalta los puntos clave de la Directiva Inspire y facilita su implementación en España por las Administraciones Públicas. Una nueva sección que agrupa novedades, información divulgativa, un buzón de sugerencias y una encuesta sobre el contenido del geoportal. Un nuevo canal RSS para el «Directorio de servicios» que puede ser de gran utilidad para usuarios de todo tipo y en especial para desarrolladores que precisen estar al día de los cambios que tienen lugar en las direcciones de los servicios (altas, bajas y modificaciones).

---

(\*) Instituto Geográfico Nacional – Centro Nacional de Información Geográfica::  
mjuanatey@fomento.es, pabad@fomento.es, afrodriguez@fomento.es, elromero@fomento.es, asmaganto@fomento.es, csoteres@fomento.es, cruiz@fomento.es, jgonzalezg@fomento.es, lhquiros@fomento.es, antonio.villena@cnig.es, inmaculada.serra@cnig.es

Así mismo, se han renovado y actualizado las aplicaciones del geoportal buscando la utilización combinada de servicios estándar e interoperables de información geográfica. El Catálogo de metadatos de la Infraestructura de Datos Espaciales de España, que constituye el punto de acceso común a los metadatos geográficos elaborados por las Administraciones Públicas españolas proporcionados a través de sus servicios de catálogo (CSW) y con los que este catálogo conecta. El Buscador de nombres geográficos, que permite búsquedas distribuidas mediante servicios interoperables de nomenclátor (WFS) cuyo modelo de datos sea conforme con la Especificación Inspire de Nombres Geográficos.

Además se sigue trabajando en aspectos clave del geoportal, como son el visualizador y la creación de herramientas que permitan validar metadatos y servicios conforme a las reglas de implementación Inspire.

Por su parte el Instituto Geográfico Nacional también está llevando a cabo mejoras importantes en sus aplicaciones y servicios web, en un esfuerzo por cumplir con Inspire y por facilitar la utilización de la información geográfica a través de la red y de forma combinada con otros servicios interoperables.

### Palabras clave

Infraestructura de Datos Espaciales, geoportal IDEE, servicios web interoperables, clientes IDE, Inspire

## 1. INTRODUCCIÓN

La directiva europea Inspire [1] y su transposición como ley española, la LISIGE [2], obliga a las Administraciones Públicas a compartir su información geográfica oficial (datos geográficos elaborados por un mandato nacional o regional) publicando servicios web de información geográfica basados en normas y estándares, con la finalidad de que sean interoperables.

Según LISIGE «Una Infraestructura de Información Geográfica es una estructura virtual en red integrada por datos geográficos, y por lo tanto georreferenciados, y servicios interoperables de información geográfica distribuidos en diferentes sistemas de información bajo la responsabilidad y gestión de distintas instancias, del sector público o privado, que es accesible vía Internet con un mínimo de protocolos y especificaciones normalizadas, que se establecen con la finalidad de facilitar el acceso a todos esos datos y, lo que es más importante, de posibilitar el acceso encadenado a los servicios interoperables basados en la información geográfica, de forma integrada, para conseguir una información más completa y útil que cuando se maneja separadamente la de cada agente. A su vez, las infraestructuras de información geográfica pueden constituir nodos de datos geográficos y servicios interoperables de información geográfica dentro de otras infraestructuras de información geográfica de ámbito territorial superior, de forma que sus datos geográficos y servicios pasan a ser accesibles e interoperables en esas infraestructuras de información geográfica de ámbito territorial superior».

En el Capítulo II de la LISIGE se establecen las competencias del Consejo Superior Geográfico (CSG)[3] en relación con la Infraestructura de Información Geográfica de España, o lo que es lo mismo, Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE). Establece que el Consejo Superior Geográfico es el que debe coordinar y dirigir su desarrollo y mantenimiento a través del Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica en España (CODIIGE) [4], formado por representantes de los tres niveles de la Administración, expertos de las Comisiones del Consejo Superior Geográfico y expertos en políticas de medio ambiente, y será el punto de contacto nacional con la Comisión Europea en relación con el artículo 19.2 de la Directiva Inspire. Así mismo, le otorga al Instituto Geográfico Nacional (IGN) la condición de Secretaría Técnica del Consejo Superior Geográfico.

Los datos geográficos y servicios proporcionados por las distintas Administraciones u organismos del sector público, integrados en la Infraestructura de Datos Espaciales de España, están disponibles a través del Geoportal de la IDEE. El IGN, como secretaria del Consejo Superior Geográfico, gestiona y mantiene el geoportal [www.idee.es](http://www.idee.es),

que permite la localización de los datos geográficos y el acceso a los servicios interoperables que forman parte de la IDEE. La LISIGE, en su artículo 3.1 apartado l) define geoportal como «Sitio Internet o equivalente que proporciona acceso a servicios interoperables de información geográfica de varios órganos, organismos o entidades de una o varias Administraciones Públicas, e incorpora al menos un servicio que permita buscar y conocer los datos y servicios geográficos accesibles a través de él».

Otro aspecto importante, definido en el Capítulo III de LISIGE, es el relativo a los servicios interoperables de información geográfica de las IDE de las Administraciones Públicas. Establece que «las Administraciones Públicas establecerán y gestionarán una red de servicios interoperables de información geográfica, asegurando la creación de metadatos para estos servicios y para los datos geográficos relacionados con ellos, de forma que, a través de dicha red, se proporcione a los usuarios el acceso a» los servicios de localización, visualización, descarga y transformación.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, el geoportal de la IDEE pretende dar respuesta a todos estos requisitos facilitando a todos los usuarios el acceso a los geoportales y nodos de las Administraciones estatal, autonómica y local, así como a sus datos y servicios de información geográfica principalmente permitiendo localizar los datos geográficos a través de sus descripciones o metadatos, accesibles mediante el servicio web de localización de la IDEE (el Catálogo de metadatos), y mostrarlos en el visualizador de la IDEE gracias a sus servicios de visualización. El geoportal contiene también toda aquella información descriptiva y legal del ámbito de las IDE que pueda ser de interés tanto para los participantes en la IDEE, como para cualquier otro usuario.

## 2. ESTRUCTURA DEL GEOPORTAL

El geoportal se estructura en cuatro grandes grupos a los que se accede desde su menú horizontal:

- Inicio: desde la página de «Inicio» se puede acceder a los geoportales y nodos de las IDE de las Administraciones estatal, autonómica y local, así como a los datos y servicios indicados en la LISIGE. Es una de las secciones que se ha actualizado en el presente año 2013, reagrupando en la página principal todos los contenidos de divulgación y actualidad que contenía hasta ahora el geoportal, así como mejorando los clientes de catálogo y nomenclátor.
- Mundo IDE: contiene los aspectos relativos a la organización y funcionamiento de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), y al igual que desde la página de «Inicio», desde esta sección se puede acceder a los geoportales y nodos IDE de las Administraciones Públicas españolas.
- Inspire: la nueva sección «Inspire» está diseñada para resaltar los



Figuras 1. Portada y sección de Inicio

puntos clave de la Directiva Inspire, facilitando su implementación en España por las Administraciones Públicas. Incluye información del marco legal europeo y español y las directrices, guías técnicas y calendario que se deben seguir para que los datos, metadatos y servicios de información geográfica de las Administraciones Públicas de los distintos niveles de la Administración española cumplan la normativa europea.



Figura 2. Sección Mundo IDE

- Servicios web: a través del «Directorio de servicios» se proporciona información de los servicios web interoperables de información geográfica de los nodos IDE de las Administraciones estatal, autonómica y local. Mediante el directorio se puede acceder al nombre de cada servicio, a su URL y al documento que lo describe. Durante el año 2013 se incluyó un buscador para facilitar la búsqueda de servicios. Así mismo, esta sección del geoportal contiene el apartado «Rincón del desarrollador» en el que se proporcionan documentos con una descripción concisa de las especificaciones de los estándares abiertos e interoperables del Open Geospatial Consortium (OGC) [5] más utilizados en el marco de las IDE.



Figura 3. Sección Inspire

- Recursos: a través de esta última sección se aporta toda aquella información de utilidad práctica, como son las herramientas gratuitas que aportan los participantes en la IIDE, las API y los vídeos que se hayan publicado.



Figura 4. Sección Servicios Web



Figura 5. Sección Recursos

### 3. NUEVAS SECCIONES Y MEJORAS DEL GEOPORTAL

El geoportál de la IDEE, que comenzó a funcionar en junio del 2004, sufrió su mayor reestructuración y actualización de contenidos en mayo del 2012, fecha en la que se publicó una nueva versión del geoportál desarrollada en Liferay, que reorganizaba el contenido y modernizaba su apariencia. Desde entonces, y durante el presente año 2013, se han creado nuevos apartados y renovado sus secciones fundamentalmente para ofrecer más información que facilite el trabajo de implementación y mantenimiento de las Infraestructuras de Datos Espaciales, siempre bajo la supervisión y aprobación del CODIIGE.

La primera novedad, es la sección denominada «Inspire» (ver Figura 3) cuyo objetivo es resaltar los puntos clave de la Directiva Inspire y facilitar su implementación en España por las Administraciones Públicas. Incluye información acerca del marco legal europeo y español, y un apartado sobre la adaptación de los datos, servicios y metadatos a la Directiva Inspire, que indica para cada caso los reglamentos y guías técnicas que hay que seguir y el periodo de tiempo disponible para su implementación.

Los documentos guía y recomendaciones que realizan los Grupos Técnicos de Trabajo, grupos de normalización cuyo cometido es analizar la implementación española de los Reglamentos de Inspire, por parte de las Administraciones Públicas españolas, y ayudar a los órganos y organismos de éstas a conseguir su cumplimiento, se

publican en el apartado «Puesta en práctica» dentro de la sección «Inspire». Puesto que el trabajo que están desarrollando los Grupos Técnicos de Trabajo ha adquirido gran relevancia en la puesta en práctica de la Directiva Inspire, se está trabajando en la creación de un nuevo apartado, dedicado exclusivamente a estos grupos, en el que se puedan publicar los resultados de su trabajo. Así mismo, se está estudiando la posibilidad de crear un acceso restringido para los miembros de los grupos técnicos que les permita acceder a documentación, borradores, calendarios de reuniones y todo tipo de información útil relacionada con sus cometidos.

En esta sección «Inspire» también se ha dedicado un apartado para la información de seguimiento e informes, donde se publican tanto los reportes de seguimiento enviados a la Comisión Europea, para informar anualmente del estado de desarrollo de los temas definidos en los anexos I, II y III de la Directiva y de los servicios web, como los informes que se elaboran cada 3 años, que incluyen una serie de cuestiones descritas en la Directiva: relativas a la coordinación y aseguramiento de la calidad de la infraestructura desarrollada, cuestiones relacionadas con su uso, los acuerdos alcanzados para su consecución, evaluación de costes y beneficios, etc.

En ese sentido, para coordinar y llevar a cabo la recogida anual de datos sobre los conjuntos de datos, metadatos y servicios a través de la red de contactos de la AGE y las CC.AA. se ha desarrollado el Gestor S&I, <http://gestorsi.idee.es>, coordinado por el Grupo Técnico de Trabajo de Seguimiento e Informes.

El último apartado incluido en la sección «Inspire» del geoportal es el dedicado a comprobar el cumplimiento de los Reglamentos, especificaciones técnicas y directrices (guidelines) Inspire, apartado titulado «Herramientas de validación», en el que próximamente se publicará una herramienta para validar los metadatos de conjuntos de datos espaciales y servicios.

Otra novedad del geoportal IDEE ha sido la creación de una sección que agrupa novedades, información divulgativa, un buzón de sugerencias y una encuesta sobre el contenido del geoportal (ver Figura 1). Incluye información que ya se encontraba en la versión anterior del geoportal distribuida entre sus distintos apartados y que se ha agrupado, además de facilitar su acceso desde la página inicial. Comprende todos los aspectos informativos y divulgativos de las IDE, como son las presentaciones y artículos de las jornadas IDE que se han ido realizando desde el año 2005, los boletines sobre IDEs, acceso al Blog IDEE, así como un nuevo apartado de participación, con un buzón de sugerencias y una encuesta, que esperamos nos ayuden a mejorar y hacer más usable el geoportal.

Dentro de la parte divulgativa cabe destacar los canales RSS de los que dispone el geoportal y a los que el usuario se puede subscribir si desea estar al día de las novedades sobre las IDE, del catálogo de la IDEE, del seguimiento Inspire o de los servicios web que se publican o dejan de publicar en el «Directorio de servicios» del geo-



Figura 6. Encuesta del geoportal IDEE



Figura 7. Canal RSS del Directorio de servicios

portal de la IDEE. Este último canal RSS del «Directorio de servicios» es otra novedad de este año que puede ser de gran utilidad para usuarios de todo tipo, en especial para desarrolladores que precisen estar al día de los cambios que tienen lugar en el directorio de servicios (altas, bajas, modificaciones etc.).

#### 4. MEJORAS EN LAS APLICACIONES DEL GEOPORTAL

El geoportal de la IDEE, además de proporcionar información de los servicios interoperables de información geográfica de las IDE de las Administraciones Públicas a través de su apartado «Directorio de Servicios», proporciona aplicaciones o clientes que permiten utilizar estos servicios web interoperables. Estamos hablando del «Visualizador», el «Catálogo» y el «Buscador de Nombres geográficos» disponibles en la página inicial del geoportal IDEE, parte importante del geoportal que también ha sido objeto de actualizaciones y mejoras.

El Catálogo de la IDEE, servicio de localización que permite principalmente localizar los datos y servicios de información geográfica a través de sus descripciones o metadatos, que se nutre de los servicios web de localización de la IDEE, ha tenido las siguientes mejoras durante el año 2013:

- Ha aumentado el número de servicios de localización de los que se nutre el catálogo, en su mayoría servicios de localización creados con GeoNetwork [7]. En la fecha de publicación del presente artículo, el Catálogo posee metadatos de los siguientes catálogos:
- Se ha creado una aplicación interna que permite realizar la recolección (harvesting) de metadatos de los servicios de localización filtrando por series, conjuntos de datos espaciales y servicios.
- Se ha migrado el catálogo a una versión más actual de GeoNetwork, software con el que se ha implementado el servicio de localización de la IDEE, actualmente utiliza la versión 2.10 de GeoNetwork.

El Buscador de nombres geográficos, aplicación que busca topónimos procedentes de uno o varios nomenclátors oficiales servidos mediante

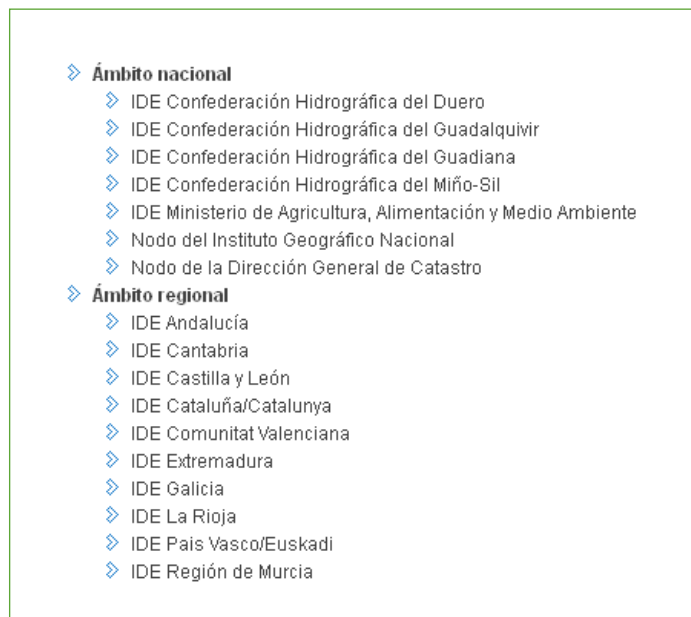


Figura 8: Imagen tomada del Catálogo IDEE

servicios web WFS [6] y que, además de ofrecer información detallada de topónimos, permite situarlos en el Visualizador del geoportal IDEE. La actualización consistió en rediseñar los criterios de búsqueda para aumentar su usabilidad y, lo más importante, convertir el cliente de búsqueda de nombres geográficos en un cliente de múltiples servicios distribuidos. Por tanto, esta nueva versión no sólo muestra nombres geográficos de nomenclátors a través de los servicios WFS cargados por defecto en la aplicación, sino que permite añadir cualquier servicio WFS de nomenclátor que ofrezca sus nombres geográficos según una estructura normalizada, en concreto:

- Modelo de Nomenclátor de España (MNE).
- EuroGeoNames (EGN) su estructura se define en el documento D4.2e Conceptual schema & documentation [8].
- Inspire Geographical Names, establecida en el documento INSPIRE Data Specification on Geographical Names Guidelines [9], desarrollado en el ámbito de los nombres geográficos para cumplir con la Directiva Inspire.

Cuando se solicita añadir un nuevo servicio WFS de nomenclátor el cliente detecta automáticamente si la respuesta del servicio cumple una de esas estructuras.

La próxima actualización de las aplicaciones del geoportal de la IDEE afectará al Visualizador, cliente web que permite conectar con distintos servicios de visualización compatibles con la especificación del OGC WMS 1.3.0 [10], incluyendo versiones anteriores, y WMTS mostrando su información geográfica de forma interactiva.

Se está trabajando en un visualizador más intuitivo y manejable, conectado al catálogo de la IDEE y al servicio de Nomenclátor básico oficial que ofrece el IGN mediante un servicio WFS. El nuevo visualizador incluirá, como capas de información geográfica cargadas por defecto, las capas de servicios de visualización que muestran información geográfica perteneciente a los temas del Anexo I de la Directiva Inspire (Unidades Administrativas, Parcelas catastrales, Direcciones, Cubierta terrestre, Elevaciones, Geología, Hidrografía y Transporte) y que son responsabilidad de los organismos competentes en la materia.

## 5. CONCLUSIONES

La Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE) tiene como objetivo integrar a través de Internet los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que se producen en España, a nivel estatal, autonómico y local, cumpliendo una serie de condiciones de interoperabilidad (normas, protocolos, especificaciones) y conforme a sus respectivos marcos legales. A través del geoportal de la IDEE se facilita a todos los usuarios la localización, identificación, selección y acceso, a estos datos y servicios producidos en España, así como a toda aquella información teórica y descriptiva relativa a las Infraestructuras de Datos Espaciales y su implementación según la normativa europea.

Así pues, aunque la constitución y mantenimiento del geoportal de la IDEE corresponde a la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, bajo la supervisión del CODIIGE, el geoportal agrupa el trabajo de todas las Administraciones Públicas españolas, poniendo a disposición del usuario la información geográfica de España suministrada desde las mismas fuentes de origen.

Reflejar en el geoportal el trabajo de todos los participantes en la IDEE y a su vez promover y facilitar la implementación de las Infraestructuras de Datos Espaciales en España es una tarea ardua y continua en el tiempo, que requiere trabajo colaborativo y mejoras continuadas en su estructura, organización y concepto. Se observó, por ejemplo, después de publicar la nueva estructura del geoportal en mayo del 2012, carencias en la información relativa a la implementación de Inspire, así como la falta de una sección realmente dedicada a la divulgación y la participación, aspectos que originaron la creación de nuevas secciones en el geoportal durante el año 2013. Sin embargo, el trabajo de mejoras no ha terminado, sigue faltando un lugar en el que los participantes en el proyecto puedan compartir documentación para publicarla posteriormente en el geoportal, mejorar los aspectos de usabilidad de las aplicaciones y muchos otros que todavía ni siquiera se han llegado a descubrir, pero que aparecerán antes o después.





Mejorar y evolucionar requiere tiempo, pero también participación, por eso se han creado los dos canales de participación en el geoportal que son la Encuesta y el Buzón de sugerencias, este último no sólo para dudas y consultas, sino también para, como su propio nombre indica, ofrecer sugerencias que ayuden a crear un sitio web útil para todos. En especial, Invitamos a todos los responsables de los nodos de la IDEE a participar ofreciendo su opinión sobre el geoportal y sus propuestas de mejora.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire)
- [2] Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España (LISIGE)
- [3] Consejo Superior Geográfico (CSG)
- [4] Consejo Directivo de la Infraestructura de Información Geográfica de España (CODIIGE)
- [5] Open Geospatial Consortium (OGC)
- [6] OpenGIS Web Feature Service Interface Standard
- [7] GeoNetwork Opensource
- [8] D4.2e Conceptual schema & documentation
- [9] INSPIRE Data Specification on Geographical Names -uidelines
- [10] OpenGIS Web Map Service Interface Standard



# Implementación de un nodo IDE de las variantes del Camino de Santiago en Cataluña

(\*) FRANCESC ROBLES HELLÍN  
(\*\*) ANTONIO F. RODRÍGUEZ PASCUAL

---

## Resumen

El Camino de Santiago es uno de los grandes reclamos turísticos existentes en Cataluña, España y el sur de Europa en general, pero se desconocen muchas de las variantes existentes dentro del territorio. En cualquier caso, en el proyecto se intenta desarrollar, esencialmente mediante servicios web de visualización, un nodo de Infraestructura de Datos Espaciales, para dar a conocer dicha información a los usuarios para el ámbito de la comunidad autónoma de Cataluña. Junto a la información de las trazas, se añade una selección de puntos de interés general, de alojamientos y de transportes relativos a lo largo del camino. El objetivo es publicar recursos interoperables de información geográfica, usando software Open Source, que den a conocer las variantes catalanas del Camino de Santiago con un conjunto de puntos de interés, cubriendo así el mencionado déficit de datos existente en la web. Con la creación del nodo se aprovecha para analizar si el Software Libre es válido para su creación y gestión, extrayendo conclusiones.

## Palabras clave:

Cataluña, Camino de Santiago, IDE, POI, Software Libre.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Infraestructura de Datos Espaciales

Una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) [3] es un sistema informático compuesto por un conjunto de recursos armonizados bajo un marco legal que garantiza la interoperabilidad, de modo que se asegure que los datos producidos por las instituciones puedan ser compartidos por todos. Por lo tanto, su objetivo es compartir la información geográfica en la red y ponerla a disposición de los usuarios. La puesta en práctica de un proyecto IDE se materializa a través de un geoportal que ofrezca como mínimo los siguientes tres clientes: visualización, localización y nomenclátor. Para facilitar el acceso, manipulación e intercambio de información geográfica en la web, se siguen las especificaciones de interoperabilidad del Open Geospatial Consortium, Inc.

---

(\*) Geodesia y Cartografía (ingeniero):  
frobles84@gmail.com

(\*\*) Universidad Politécnica de Madrid (profesor):  
afrodriguez@fomento.es

## 1.2. Camino de Santiago

El Camino de Santiago [4] ha sido un elemento vertebrador entre Europa y España. Este camino se debe al descubrimiento de la tumba del apóstol Santiago a principios del siglo IX, aunque no empezaría la peregrinación al lugar hasta finales de ese siglo. Los monjes de la abadía benedictina de Cluny elaboraron el Códice Calixtino y la Historia Compostelana y, junto con los reyes de los diferentes reinos españoles, favorecieron la proyección del Camino. Con esta regulación, el camino fue aumentando el número de peregrinos hasta llegar a su apogeo durante el siglo XIII. Con las convulsiones sociales del siglo XIV y las distintas epidemias que se sufrieron en el siglo XV, fue disminuyendo el número de peregrinos a Santiago, provocando que quedase olvidado en el pasado.

### 1.2.1. Camino de Santiago en España

La ruta principal del Camino de Santiago [3] en la actualidad es el camino francés que se inicia en España por Roncesvalles o por el puerto de Somport, desde que se reconquistó Castilla. Sin embargo en sus inicios el camino de Santiago más conocido y transitado era el del Norte por su seguridad, ya que la zona donde se ubica Castilla y León estaba bajo dominio árabe (véase la figura 1).

### 1.2.2. Camino de Santiago en Cataluña

Al Camino de Santiago en Cataluña se le denomina Camí de Sant Jaume [6]. Dentro de la comunidad autónoma se encuentran seis variantes, aunque sólo se consideran como el Camino Catalán la variante que pasa por Zaragoza y la que pasa por San Juan de la Peña.

El llamado Camino Catalán se inicia en la Abadía de Montserrat, y va por Zaragoza hasta Logroño donde se enlaza a la variante francesa del Camino. Cuando se llega a la población de Tàrraga, el camino se bifurca en dos posibilidades, la de continuar hacia Lérida o ir hasta Santa Cilia de Jaca, pasando por la ciudad de Huesca y San Juan de la Peña, donde enlaza con la variante que sale del puerto de Somport. Para llegar al monasterio de Montserrat, punto de salida del Camino Catalán, tenemos dos variantes, la que transita por Gerona y la de Barcelona. La variante de Gerona puede efectuarse la salida des de La Jonquera o des de El Port de la Selva, población situada en el cabo de Creus. La variante de Barcelona se puede hacer siguiendo el curso del río Llobregat o cruzando la comarca del Vallés Occidental atravesando la sierra de Collserola. En la provincia de Tarragona encontramos la variante que sigue el río Ebro, cuyo inicio puede ser la población de Tortosa o la de Deltebre, situada en el delta del Ebro, o la variante cuyo punto de salida es la ciudad de Tarragona con dirección hacia la ciudad de Lérida o la población de Castellnou de Seana, donde se une a la variante que va por Zaragoza.

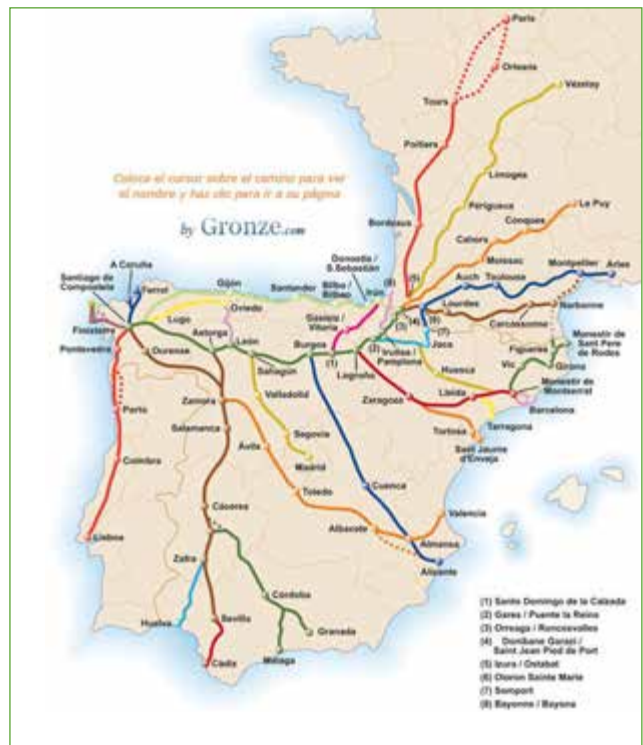


Figura 1. Mapa con las variantes del camino de Santiago en Francia y la Península Ibérica

## 2. SOFTWARE USADO

Para realizar el proyecto se han usado cuatro tipos de software: un software SIG, un servidor donde se alojan los servicios WMS y el servicio WFS, un software de metadatos y una combinación de lenguajes de programación.



El software SIG Quantum GIS es Opensource, de manera que no tiene costes de licencia. Además de poseer una interfaz muy parecida a la de ArcGIS, tiene un complemento que permite crear ficheros de extensión «.map» para Mapserver y ofrece una funcionalidad suficiente para este trabajo. No obstante las herramientas y funciones internas del programa son muy parecidas a las de gvSIG pero más intuitivas de usar. En el caso del software del servidor se ha elegido usar Mapserver y Geoserver para así obtener una idea sobre la adecuación del producto con el trabajo realizado. Se ha decidido usar como lenguaje de programación HTML, para la creación de las páginas web que configuran el portal, y para realizar el visualizador se han escogido las bibliotecas Openlayers y Ext JS de Javascript, y las posibilidades que ofrecen son más que suficientes para los objetivos planteados en este trabajo. Por último, el uso de MetaD para crear los metadatos, especialmente si la información geográfica está ubicada en el ámbito de la comunidad autónoma de Cataluña, aunque también se puede usar para datos en toda España.

### 3. FUENTES DE INFORMACIÓN

Las fuentes oficiales usadas para realizar el trabajo han sido las guías publicadas por la Generalitat de Cataluña sobre las variantes del Camino de Santiago, los datos ofrecidos por la Generalitat de Cataluña en su página web de datos abiertos y el Inventari del Patrimoni Arquitectònic de la Generalitat de Cataluña. Además se ha consultado la información relativa a alojamiento de las páginas web oficiales de ayuntamientos y de la página de turismo de la zona, junto con la web de los establecimientos turísticos de la Generalitat para la ciudad de Barcelona. Se han consultado fuentes no oficiales como el blog gronze.com, páginas de búsqueda de hoteles (trivago, Tripadvisor, hotelsearch.com), un libro sobre el Camí de Sant Jaume [1] y los apuntes sobre IDE del Máster en Ingeniería en Geodesia y Cartografía [2].

### 4. METODOLOGÍAS

#### 4.1. Búsqueda de la información

La búsqueda de información de ficheros .SHP ha sido en la página web de datos abiertos [20] de la Generalitat de Cataluña. Entre estos ficheros se han encontrado las estaciones de tren y las principales estaciones de autobús interurbano de toda Cataluña, junto con un fichero .SHP con las variantes del Camí de Sant Jaume. Al no encontrar los sitios de interés en formato .SHP en esa misma página, se buscó en otras fuentes obteniendo un resultado satisfactorio al comprobar que se podía descargar una versión del patrimonio arquitectónico en formato .KML desde la Wikipedia [8-10] correspondiente a comarcas y municipios. En el caso de los alojamientos sólo se ha encontrado la información en formato PDF [12-18], añadiendo los alojamientos del tramo entre Torrosa y Deltebre, que no está definido en las guías oficiales de la Generalitat que editó en 2010.

Los datos descargados de la página de datos abiertos de la Generalitat de Cataluña se encuentran en coordenadas UTM y datum ED50. Mientras que los datos descargados en formato .KML están en coordenadas geodésicas del datum WGS84.

#### 4.2. Tratamiento de la información

El tratamiento de la información se ha hecho con el programa Quantum GIS, a continuación se detalla el tratamiento realizado sobre cada fichero.

En el caso de los sitios de interés se ha hecho una unión de las entidades por variante del camino. Una vez se han tenido todas las entidades, se ha efectuado una selección espacial mediante un buffer de 1 km alrededor del eje del camino, encontrando los elementos correspondientes a la zona de estudio. Al invertir la selección, se han seleccionado y eliminado los puntos que estaban más alejados. En el interior de las poblaciones se han eliminado los sitios de interés que corresponden a elementos viales y a cementerios. Cuando ya se han obtenido los puntos que nos interesan para el trabajo, se ha procedido a modificar el número de columnas del fichero según el número de valores que pueda interesar al usuario final, para poder tener una lectura más rápida de los datos.

El tratamiento del alojamiento se ha hecho aprovechando los portales de CartoCiudad de cada municipio, modificando los valores de sus atributos a nombre, dirección, teléfono de contacto, municipio y el número de estrellas. Se ha procurado ubicar cada alojamiento en la mayor exactitud posible respecto a su posición en el terreno, para este fin se ha usado el visor VISSIR3 del ICC, el callejero [19] de la Generalitat de Cataluña para situar los alojamientos de la ciudad de Barcelona, y la tabla tramo\_vial de CartoCiudad. Para obtener el resultado final de cada tramo se han combinado todos los alojamientos existentes en cada población.

En el caso de los transportes se han aprovechado los ficheros existentes en los datos abiertos de la Generalitat de Cataluña, modificando los campos existentes. Los atributos finales son Nombre, Transbordo, Municipio, Concesión (empresa que regula los autobuses que pasan por la población) y Web (página web de la empresa reguladora del servicio de transporte). Para conocer en qué municipios hay una línea de autobús hasta él, se ha consultado la página web del ayuntamiento. En el caso de la variante de Barcelona se ha incluido el servicio de metro. En los casos dónde varias empresas ofrecen el servicio se han duplicado los datos hasta llegar al número. Finalmente se han combinado todos los tipos de transporte en un solo fichero.

El tratamiento del fichero .SHP del Camino de Santiago nos da las trazas que son definidas en las guías ofrecidas por la Generalitat y se ha añadido el tramo entre Deltebre y Tortosa, y la variante del camino de Barcelona que pasa por el Vallés Occidental y por la ciudad de Terrassa (Tarrasa) cuyo desvío se produce en el municipio de Sant Quirze del Vallès, cuyo recorrido se puede consultar en el blog Gronze [6]. Los campos de la tabla de atributos de este fichero son Variante (nombre de la variante), Tramo (el tramo entre poblaciones, definido por la población inicial y final, e indicando si se puede hacer con bicicleta) e ID.

Una vez finalizado el tratamiento de todos los datos que se ofrecen en este trabajo fin de máster, se han procedido a la creación de los ficheros de metadatos con el software MetaD del ICC. Este procedimiento se ha llevado a cabo con cada una de las variantes del Camino de Santiago, para la información vectorial y los servicios web.

### 4.3. Estructura del geoportal

En la figura 2 se observa que el Geoportal está estructurado en diez páginas. Primeramente, la página de bienvenida se puede consultar en tres idiomas (castellano, catalán e inglés) y es por dónde se accede al Geoportal y a los distintos apartados que lo componen. La página de introducción al Camino de Santiago, como indica su nombre es una introducción a la historia del Camino de Santiago y se encuentra disponible en catalán y castellano. A continuación, viene el visualizador de los datos que es un portal creado con Openlayers y Geoext, que da acceso a los servicios web creados durante la ejecución del proyecto y como cartografía básica de referencia, la Base Topográfica a escala 1:5000 y Mapa Topográfico a escala 1:10000 del ICC, las escalas 1:25000 y 1:50000 del Mapa Topográfico Nacional y el PNOA del IGN. En la parte inferior del visualizador está el Copyright de los datos usados. Después viene la página de descargas contiene los ficheros de las trazas disponibles en formato KML y GPX. En la página de metadatos se puede consultar los metadatos en formato XML. La página de servicios web contiene todos los servicios web que se han creado para el proyecto junto con sus metadatos y su Get-Capabilities. En la página de enlaces de interés se encuentran todos los enlaces de interés para los usuarios del



Figura 2. Estructura del geoportal

portal. La página de bibliografía contiene algunas páginas web consultadas para efectuar el proyecto. La página sobre el autor, menciona quién es el autor. Finalmente en la página sobre el aviso legal, menciona las condiciones de uso de los servicios web de los organismos oficiales.

#### 4.4. Comprobación de los metadatos de los datos

Para verificar los metadatos de los datos, se ha pasado el test que tiene Inspire para validarlos en esta página web <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/validator2/>. Se ha pasado el test a un registro de metadatos de cada tipo de información de los datos, se consideran las observaciones dadas por el test como meras advertencias (véase la figura 3). En la figura 4 se observa que el validador del fichero de metadatos proporciona un error cuando el fichero introducido corresponde a los metadatos de un servicio web, indicando que no conoce el tipo de código service.



Figura 3. Validación del registro de metadatos de un fichero de datos



Figura 4. Error en la validación del registro de metadatos de un servicio web.

En la creación de los metadatos de servicios web con el programa MetaD, no se incluye el poder añadir el linaje de los servicios, con lo que no se puede conocer el origen de los datos y puede hacer llegar a la conclusión de que la calidad de los servicios es pobre.

#### 4.5. Verificación de la calidad del servicio

Para la verificación de la calidad del servicio se ha usado la API Service Status Checker del FGDC, que permite medir la calidad del servicio en línea. Se han verificado los servicios en el intervalo comprendido entre un jueves y un sábado por la tarde.

Los servicios que se han verificado son los que se han creado en el proyecto, que corresponden a alojamiento, sitios de interés, transporte y traza, junto con el servicio del ICC correspondiente a las capas ráster del mapa topográfico que se encuentran alojadas en el servidor Lizardtech.

Las peticiones GetCapabilities de los servicios web que se han usado para verificar la calidad son las siguientes:

- [http://wms.geoide.upm.es/cgi-bin/v62/csc\\_transporte?SERVICE=wms&REQUEST=GetCapabilities&type=wms&formattype=html&requesttype=full](http://wms.geoide.upm.es/cgi-bin/v62/csc_transporte?SERVICE=wms&REQUEST=GetCapabilities&type=wms&formattype=html&requesttype=full)
- [http://wms.geoide.upm.es/cgi-bin/v62/csc\\_traza?SERVICE=wms&REQUEST=GetCapabilities&type=wms&formattype=html&requesttype=full](http://wms.geoide.upm.es/cgi-bin/v62/csc_traza?SERVICE=wms&REQUEST=GetCapabilities&type=wms&formattype=html&requesttype=full)
- [http://wms.geoide.upm.es/cgi-bin/v62/csc\\_alojamiento?SERVICE=wms&REQUEST=GetCapabilities&type=wms&formattype=html&requesttype=full](http://wms.geoide.upm.es/cgi-bin/v62/csc_alojamiento?SERVICE=wms&REQUEST=GetCapabilities&type=wms&formattype=html&requesttype=full)

- [http://wms.geoide.upm.es/cgi-bin/v62/csc\\_sitios\\_interes?SERVICE=wms&REQUEST=GetCapabilities&type=wms&formattype=html&requesttype=full](http://wms.geoide.upm.es/cgi-bin/v62/csc_sitios_interes?SERVICE=wms&REQUEST=GetCapabilities&type=wms&formattype=html&requesttype=full)
- <http://shagrat.icc.es/lizardtech/iserv/ows?SERVICE=wms&REQUEST=GetCapabilities&type=wms&formattype=html&requesttype=full>

Las tablas 1 y 2 corresponden a los tiempos de respuesta obtenidos en las peticiones realizadas agrupadas por día:

Si se observan las figuras (véanse las figuras 1 y 2), se confirma que una vez se ha llamado al servidor, las respuestas a la petición GetMap son inferiores a la primera llamada. Esto es debido a que toda o parte de la respuesta se almacena en memorias cache intermedias.

Tabla 1  
*Tiempo de respuesta para un viernes*

Día petición getmap	tiempo respuesta (s)			
<b>viernes</b>	00:15	13:15	16:15	19:15
<b>transporte</b>	0.4554	0.5350	0.4527	0.4550
<b>traza</b>	0.4539	0.4498	0.4621	0.4541
<b>poi</b>	0.4416	0.4386	0.4389	0.4392
<b>alojamiento</b>	0.4404	0.4510	0.4368	0.4405
<b>icc lizardtech</b>	0.3429	0.4344	0.3426	0.3444

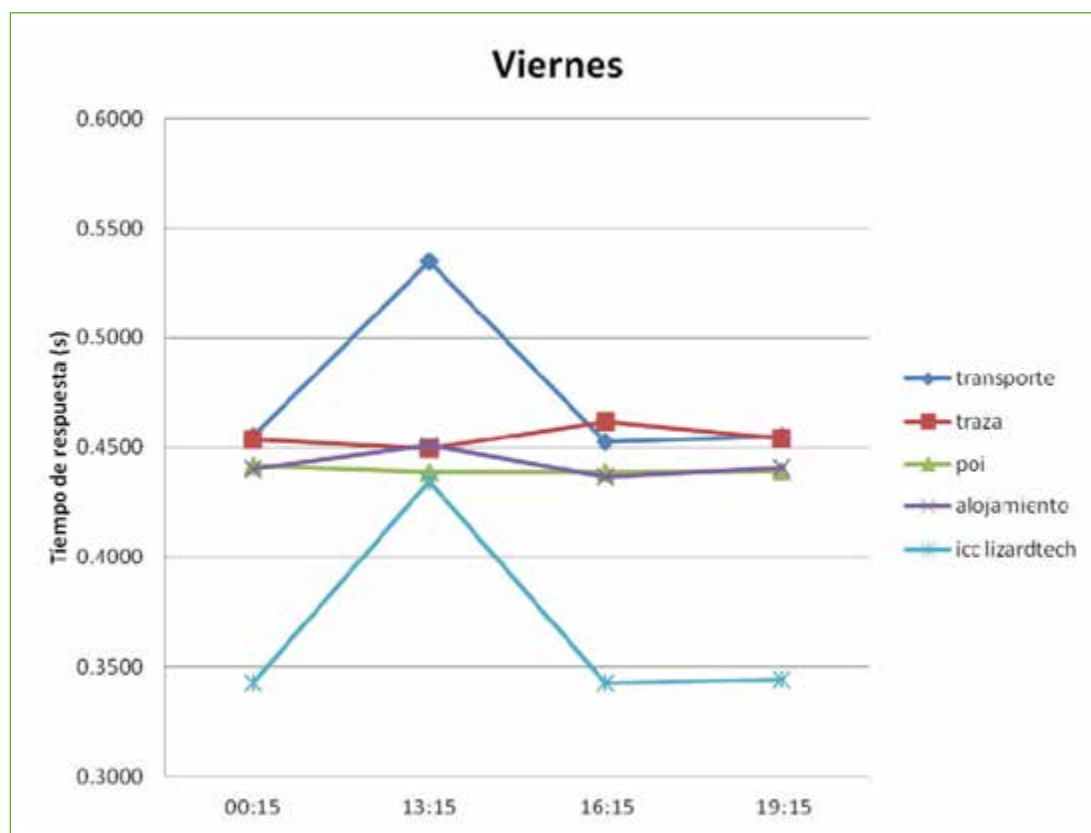


Figura 5. Tiempo de respuesta de los servicios en viernes



Tabla 2  
Tiempo de respuesta para un sábado

Día petición getmap	tiempo respuesta (s)			
<b>sábado</b>	00:15	13:15	16:15	19:15
<b>transporte</b>	0.5031	0.4700	0.4562	0.4544
<b>traza</b>	0.4549	0.4560	0.4544	0.4197
<b>poi</b>	0.4398	0.4413	0.4386	0.4100
<b>alojamiento</b>	0.4401	0.4389	0.4400	0.4407
<b>icc lizardtech</b>	0.3426	0.3429	0.3438	0.3415

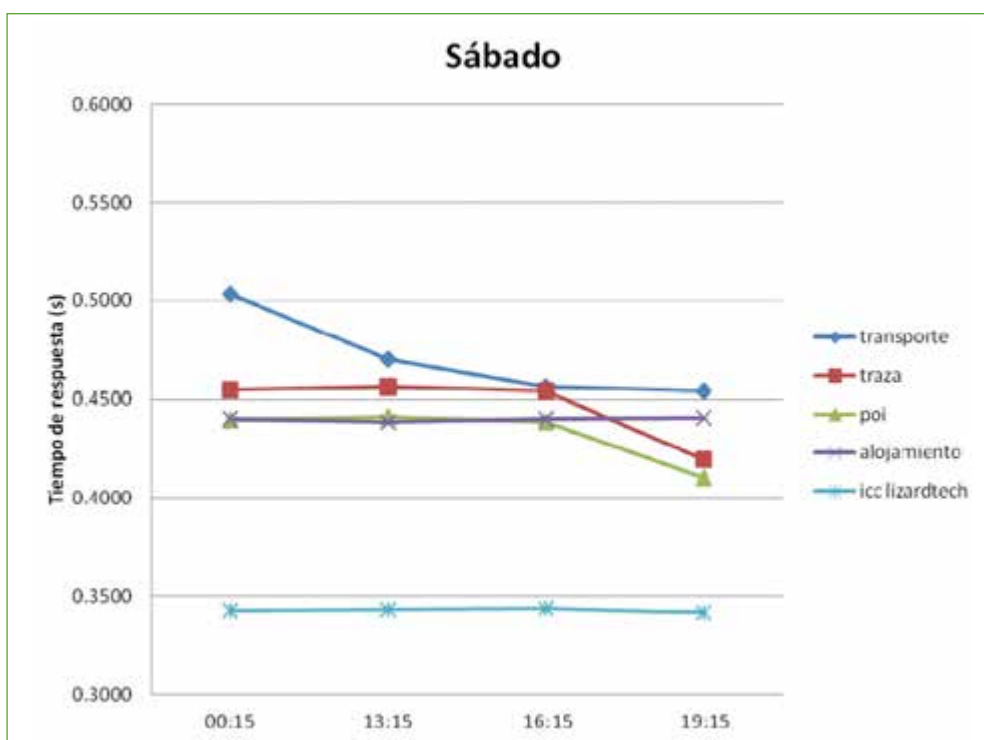


Figura 6. Tiempo de respuesta de los servicios en sábado

Los servicios tardan unas centésimas de segundo más en las horas donde hay más tráfico que se corresponden al intervalo entre las 10 y las 14 horas, tanto en un día laborable como en sábado.

El tiempo de respuesta a la primera petición de un servidor es mayor en un día no laborable que en un día laborable a las 0:15.

Si se efectúa una petición a las 19:15 en un día no laborable, esta tarda menos que en un día laborable.

#### 4.6. Verificación del cumplimiento de los estándares

En el cumplimiento de los estándares, se ha conseguido que los servicios web creados alojados en el servidor local del ordenador, permitan efectuar las operaciones obligatorias definidas en el estándar de la OGC.

## 5. COMPARACIÓN DE GEOSERVER Y MAPSERVER

Al haber realizado los servicios web con dos software distintos, se puede llegar a obtener alguna conclusión sobre su adecuación en el trabajo.

Al ser dos productos muy similares, la mayor diferencia entre los dos es la creación de los servicios web, Mapserver partiría con desventaja respecto a Geoserver si no fuera por la herramienta Mapserver export en Quantum GIS (existente en la versión 1.8.0). La creación de un fichero .map es bastante complicada de entender ya que se crea como un fichero base, mientras que Geoserver se efectúa mediante un Style Layer Descriptor. Los estilos de los servicios dependen de las capas o el valor que viene por defecto. Sin embargo, en Geoserver al crear un estilo su modificación es más compleja, mientras que Mapserver al crear un fichero de texto, se puede modificar con un editor de texto.

A la hora de hacer las llamadas a los servicios web, en Mapserver se puede efectuar una llamada corta, cambiando el nombre del fichero mapserv.exe por uno relacionado con el nombre del fichero .map. En el caso de Geoserver no es posible reducir la sintaxis de la llamada del servicio web.

## 6. CONCLUSIONES

- Hacer el cálculo de lo que se puede tardar en hacer un tratamiento de datos geográficos puede resultar muy difícil ya que muchas veces no es fácil tener en cuenta el volumen de la información y todas las peculiaridades y casos especiales que puede contener debido a sus peculiaridades: los datos geográficos son intrínsecamente voluminosos, borrosos, fractales, dinámicos y no cumplen reglas. Es frecuente subestimar el volumen, la complejidad y el coste del tratamiento de la información geográfica.
- Al trabajar con ficheros de distintos sistemas de coordenadas, se ha de tener en cuenta especificar el sistema de coordenadas y el Bounding Box de cada uno, tanto del servicio como de las capas que lo forman, y también especificar en el fichero «.map» los distintos sistemas de coordenadas en los que se puede visualizar.
- La creación de los metadatos con el MetaD al principio parece poco intuitiva, pero una vez se ha realizado uno con el manual del programa, los demás se hacen de forma rápida y sencilla.
- La calidad de los datos de alojamiento se considera como buena ya que los puntos se encuentran a una distancia a  $\pm 5$  m en los núcleos de población, y a  $\pm 100$  m en las zonas rurales, en cuanto a compleción, se considera óptima en todas las poblaciones.
- En los sitios de interés la calidad de los datos es excelente debido a que la situación de los puntos corresponde al mapa del inventario arquitectónico. La compleción de los datos respecto a la fuente es baja ya que se han omitido varios puntos por localización y por contenido.
- La calidad de los medios de transporte no es óptima debido a que las paradas de bus en los pueblos están puestas de manera aleatoria dentro de ella, debido a la falta de información, y existe duplicidad de información.
- La calidad de las trazas debería ser óptima, ya que han sido creadas por la Generalitat de Cataluña excepto algunos tramos, para la escala 1:25000.
- La búsqueda de información es un factor clave para estimar el tiempo de realización del proyecto.
- Antes de empezar el tratamiento de los datos se ha de comprobar todos los portales de información con datos disponibles en la web que tengan relación, ya sean organismos oficiales o blogs.
- Si no se está seguro de la posición de los datos, no hay que dudar en comprobar que los datos van por el sitio indicado.
- La respuesta de los servicios se puede considerar como muy buena debido a la poca carga que tienen. Si se hace con la comparación con el servidor del ICC, vemos que los servicios tardan más en responder a la petición GetMap.
- En el caso que se ha de efectuar el tratamiento de datos cuya información sea los alojamientos disponibles en una ciudad, los puntos que forman parte de la información geográfica disponible del proyecto CartoCiudad, los portales y puntos kilométricos disponibles en cada municipio, son una base importante



- del mismo ya que tienes una posición aproximada de donde puede estar.
- Al haber realizado los servicios web con dos software distintos, se obtiene que no hay preferencia alguna para cualquier de los dos software. La mejor decisión para la elección de un software es hacerlo teniendo en cuenta el fin del proyecto a ejecutar.
  - La creación de los servicios web con Geoserver es más intuitiva que con Mapserver.
  - Con la realización de este trabajo se ha comprobado que se puede efectuar un nodo IDE usando herramientas de software libre en un espacio de tiempo limitado, obteniendo un resultado satisfactorio.

## 7. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

- Para optimizar este proyecto se podrían añadir los tramos que faltan hasta alcanzar la unión con la variante francesa del Camino de Santiago, continuar por las comunidades autónomas de Aragón, Navarra y La Rioja.
- Aumentar el número de idiomas disponibles en el geoportal.
- Desarrollo de aplicaciones de planificación de rutas relacionadas con el trabajo, mediante peticiones a un servicio Web Processing Service, como por ejemplo: ¿a qué distancia se encuentra el POI más cercano a mi posición?, ¿en qué población hay un albergue para pasar la noche en esta etapa?
- Implementar un servicio WMTS para acelerar el servicio.
- Se podría crear una aplicación para móviles inteligentes (smartphones).
- Permitir que los usuarios puedan subir sus puntos de interés y comentarios.
- Asegurar la actualización anual del proyecto.
- Mejora de los datos de transporte, creando una tabla de relación entre las empresas de gestión y las líneas de autobús existentes en la población.

## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Fiol Boada, Joan; El Camí Català de Sant Jaume. Cossetania edicions. Mayo (2010)
- [2] Apuntes asignatura «Infraestructura de Datos Espaciales» de los complementos del Máster en Ingeniería en Geodesia y Cartografía, Miguel Ángel Manso, UPM (2011)
- [3] Camino de Santiago, <http://caminodesantiago.consumer.es/historia/peregrinacion/>
- [4] Camino de Santiago historia, <http://www.caminosantiago.com/index.php/es/cultura/historia/8-el-camino-de-santiago-en-la-historia>
- [5] Ministerio de Fomento, que es una IDE, [http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG\\_CASTELLANO/DIRECCIONES\\_GENERALES/INSTITUTO\\_GEOG\\_RAFICO/IDE/QUE\\_ES/](http://www.fomento.gob.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/INSTITUTO_GEOG_RAFICO/IDE/QUE_ES/)
- [6] Blog Gronze: [www.gronze.com](http://www.gronze.com)
- [7] Camí de Sant Jaume: [www.camidesantjaume.cat](http://www.camidesantjaume.cat)
- [8] Patrimoni arquitectònic de la comarca de l'Alt Camp: [http://ca.wikipedia.org/wiki/Llista\\_de\\_monuments\\_de\\_l%27Alt\\_Camp](http://ca.wikipedia.org/wiki/Llista_de_monuments_de_l%27Alt_Camp) Observación: desde esta web se puede acceder a las otras páginas del patrimonio arquitectónico que hay en la Wikipedia.
- [9] Patrimoni arquitectònic de la comarca de l'alt Empordà: [http://ca.wikipedia.org/wiki/Llista\\_de\\_monuments\\_de\\_l%27Alt\\_Empordà](http://ca.wikipedia.org/wiki/Llista_de_monuments_de_l%27Alt_Empordà)
- [10] Patrimoni arquitectònic de la comarca de l'Anoia: [http://ca.wikipedia.org/wiki/Llista\\_de\\_monuments\\_de\\_l%27Anoia](http://ca.wikipedia.org/wiki/Llista_de_monuments_de_l%27Anoia)
- [11] Alojamiento disponible en los municipios de Cataluña: <http://establimentsturistics.gencat.cat/rtcwebguies/AppJava/Hotels.jsp?pst=2>.
- [12] Hoja de ruta de una de las variantes del camino de Santiago: [http://www20.gencat.cat/docs/empresaiocupacio/01%20-%20Informacio%20Departamental/01%20-%20Departament/Publicacions/Turisme/Documents/Arxiu/doc\\_53105381\\_1.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/empresaiocupacio/01%20-%20Informacio%20Departamental/01%20-%20Departament/Publicacions/Turisme/Documents/Arxiu/doc_53105381_1.pdf)
- [13] Hoja de ruta de una de las variantes del camino de Santiago: [http://www.gencat.cat/diue/doc/doc\\_27575431\\_1.pdf](http://www.gencat.cat/diue/doc/doc_27575431_1.pdf)
- [14] Ruta de la variante de Barcelona por el Llobregat, <http://www.peregrinoslh.com/Caminos.htm>

- [15] Ruta de una de las variantes del camino de Santiago, [http://www.gencat.cat/diue/doc/doc\\_47326600\\_1.pdf](http://www.gencat.cat/diue/doc/doc_47326600_1.pdf)
- [16] Hoja de ruta de una de las variantes del camino de Santiago, [http://www20.gencat.cat/docs/empresaioocupacio/01%20-%20Informacio%20Departamental/01%20-%20Departament/Publicacions/Turisme/Documents/Arxius/doc\\_63482105\\_1.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/empresaioocupacio/01%20-%20Informacio%20Departamental/01%20-%20Departament/Publicacions/Turisme/Documents/Arxius/doc_63482105_1.pdf)
- [17] Hoja de ruta de una de las variantes del camino de Santiago, [http://www20.gencat.cat/docs/empresaioocupacio/01%20-%20Informacio%20Departamental/01%20-%20Departament/Publicacions/Turisme/Documents/Arxius/doc\\_43352988\\_1.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/empresaioocupacio/01%20-%20Informacio%20Departamental/01%20-%20Departament/Publicacions/Turisme/Documents/Arxius/doc_43352988_1.pdf)
- [18] Hoja de ruta de una de las variantes del camino de Santiago, [http://www20.gencat.cat/docs/empresaioocupacio/01%20-%20Informacio%20Departamental/01%20-%20Departament/Publicacions/Turisme/Documents/Arxius/doc\\_53105381\\_1.pdf](http://www20.gencat.cat/docs/empresaioocupacio/01%20-%20Informacio%20Departamental/01%20-%20Departament/Publicacions/Turisme/Documents/Arxius/doc_53105381_1.pdf)
- [19] Callejero de Cataluña, <http://mercuri.icc.cat/website/guia/carrerer.html>
- [20] Portal de datos abiertos de la Generalitat de Catalunya, [http://www20.gencat.cat/portal/site/dadesobertes?newLang=es\\_ES](http://www20.gencat.cat/portal/site/dadesobertes?newLang=es_ES)

# Una herramienta de código abierto para la estrategia territorial en el espacio MED

## Geoportal SDIMED

(\*) DIANA SÁNCHEZ, MANUEL ERENA, ZAIDA HERNÁNDEZ,  
JOAQUÍN F. ATENZA, DANIEL I. PAYA, PEDRO GARCÍA  
(\*\*) MANUEL GAMBÍN, JUAN A. LÓPEZ, ANTONIO A. CLEMENTE

---

### Resumen

El proyecto OTREMED (Instrumento territorial para el espacio MED, proyecto del PO 2007-2013) proporciona una herramienta de código abierto para mejorar la estrategia territorial en el espacio de cooperación territorial europeo, esta herramienta de denominación SDIMED ([www.sdimed.eu](http://www.sdimed.eu)).

El proyecto ha intentado implementar las recomendaciones de la Directiva Infraestructura de Datos Espaciales Europea (INSPIRE), sobre todo en lo referente al sistema de referencia espacial, la elaboración de metadatos y la publicación de servicios interoperables.

El objetivo final del proyecto es generar una herramienta de monitorización y seguimiento del uso del suelo en el ámbito territorial del espacio MED. Dentro del proyecto se han desarrollado una colección de indicadores territoriales basados en las unidades estadísticas de la UE (NUTS y LAU), la información cartográfica se ha tratado de forma homogénea en las 12 regiones participantes, de seis países diferentes, para que la herramienta permita ayudar a diseñar estrategias más eficientes de desarrollo territorial en el ámbito de estudio.

La herramienta diseñada pretende generar un sistema de recomendación aplicable a todo el espacio mediterráneo, mediante el uso de indicadores sobre el uso del suelo, la litoralización de la costa, la valorización del paisaje y la organización del turismo.

### Palabras clave

Open source, Planificación territorial, Espacio MED

---

## 1. INTRODUCCIÓN

SDIMED se ha desarrollado dentro del marco del proyecto OTREMED (Observatorio Territorial para las Regiones MEDiterráneas), cuyo ámbito de trabajo es el espacio mediterráneo. El Mediterráneo es un área de excepcional singularidad con un patrimonio natural y cultural extraordinario, cuya utilización, por desgracia, no siempre

---

(\*) IMIDA – SIGyT:  
[diana.sanchez@carm.es](mailto:diana.sanchez@carm.es), [manuel.arena@carm.es](mailto:manuel.arena@carm.es), [zaida.hernandez@carm.es](mailto:zaida.hernandez@carm.es), [joaquin.f.atenza@carm.es](mailto:joaquin.f.atenza@carm.es), [danieli.paya@carm.es](mailto:danieli.paya@carm.es),  
[pedro.garcia5@carm.es](mailto:pedro.garcia5@carm.es)

(\*\*) CARM – D.G. Territorio y Vivienda:  
[manuel.gambin@carm.es](mailto:manuel.gambin@carm.es), [juanantonio.lopez@carm.es](mailto:juanantonio.lopez@carm.es), [antonioa.clemente@carm.es](mailto:antonioa.clemente@carm.es)

ha sido equilibrado y coherente. El objetivo de OTREMED es desarrollar una herramienta de ordenación del territorio con el propósito de mejorar la competitividad en el espacio MED, centrándose en aspectos como la coordinación del uso del territorio entre regiones fronterizas, la gestión de la concentración de la población en las costas, la puesta en valor del paisaje, la adaptación tanto a los efectos del cambio climático como a los flujos migratorios procedentes de zonas del sur del Mediterráneo y, el desarrollo y estructuración del turismo. Desde hace unos años, instituciones clave en el espacio MED con competencias en materia de gobernanza territorial (principalmente instituciones regionales) están desarrollando herramientas (directrices, estrategias, planes y sistemas de información territorial) para controlar la dinámica de uso del suelo. Sin embargo, estas herramientas son deficientes en ciertos aspectos. Por ejemplo, no pueden afrontar eficazmente los problemas comunes, ya que no funcionan a nivel de todo el espacio MED y que, por lo tanto, no permiten la coordinación de las situaciones de los territorios limítrofes. Además, carecen de los factores territoriales y los indicadores de referencia capaces de diseñar patrones de equilibrio territorial. Por otra parte, en 2007, la directiva INSPIRE promueve el intercambio y armonización de la información espacial en la Unión Europea. En consecuencia, OTREMED se basa en un doble enfoque: la identificación de los niveles para mejorar la competitividad regional a través de la elaboración de una herramienta que será capaz de orientar la toma de decisiones y el intento de una mejor aplicación de la directiva INSPIRE en el espacio MED.

## 2. MATERIALES Y METODOS

Cuando se trata de mejorar el proceso de toma de decisiones en la ordenación del territorio, uno de los principales problemas al que nos enfrentamos es la necesidad de conocer la realidad y características de los territorios, ya que la planificación territorial se basa en el conocimiento del entorno a múltiples niveles. Para resolver este problema, se ha definido un conjunto de indicadores en el marco del proyecto OTREMED para la correcta caracterización del territorio. Si se carece de indicadores, no es posible conocer ni el sujeto de contexto, ni diseñar las acciones o políticas que pueden ser aplicadas. Así que, con el fin de proponer nuevas acciones es fundamental conocer los territorios a través de los indicadores. En SDIMED se ha transformado este conjunto de indicadores a datos SIG de todo el espacio MED, permitiendo un mejor conocimiento de este territorio sin los problemas de fronteras entre territorios limítrofes, por lo que los datos son más accesibles y abiertos.

Los indicadores utilizados son parte de un conjunto mayor diseñados hace algunos años para su uso en todo el continente europeo y para alcanzar el objetivo de competitividad (Objetivos de Lisboa). La selección se hizo dentro del proyecto OTREMED en un arduo trabajo de Caracterización Territorial del Espacio MED. Además de todo esto, el OGC (Open Geospatial Consortium) ha creado, entre otros servicios, una serie de normas para la búsqueda, acceso y distribución que se aplican a los datos referenciados espacialmente y en este sentido, la UE desarrolló la Directiva INSPIRE con el objetivo de resolver muchas cuestiones relacionadas, la accesibilidad y la interoperabilidad de los datos espaciales. OTREMED ha creado un geoportel llamado SDIMED que se basa en la directiva INSPIRE.

La directiva INSPIRE, reconoce que la situación general de la información espacial para la planificación territorial (y otros temas) en Europa presenta una gran dispersión en los datos y las fuentes de datos, así como grandes lagunas en la disponibilidad de los mismos, la falta de armonización entre los conjuntos de datos a diferentes escalas geográficas y la duplicidad, en ocasiones, de la información.

Esta iniciativa tiene la intención de crear una infraestructura de información espacial de ámbito mediterráneo capaz de ofrecer a los usuarios unos servicios integrales de información espacial.

Estos servicios deberían permitir a los usuarios identificar y acceder a la información espacial o geográfica provenientes de una amplia gama de fuentes, desde el nivel local hasta el nivel regional, de forma interoperable para su uso. Son los responsables de diseñar políticas territoriales a nivel europeo, nacional y regional los principales usuarios que necesitarían acceso a una serie de servicios que incluyen la visualización de capas de información, superposición de información de diferentes fuentes, el análisis espacial y temporal, descarga de datos, etc.

### 3. TECNOLOGÍA UTILIZADA EN EL GEOPORTAL

La plataforma utilizada es open source y esta totalmente integrada para servir mapas y datos a través de una aplicación web, que combinamos los siguientes elementos:

- PostGIS proporciona una base de datos rápida y potente para responder a peticiones de consultas espaciales y alfanuméricas. Los datos pueden cargarse en la BDD PostGIS mediante el uso de asistentes gráficos incluidos en la aplicación, como la extensión Shapefile Importer incluida en PgAdmin III, o desde una utilidad en la propia interfaz web de GeoServer. Esto permite su gestión integrada y eficiente: además de aprovechar la potencia del propio PostGIS, es posible acceder a los datos y editarlos desde multitud de herramientas de escritorio externas.
- GeoServer un servidor de mapas que provee acceso a fuentes de datos SIG y mapas cartográficos de calidad mediante estándares web. Los servicios y contenidos de GeoServer son totalmente gestionables desde una interfaz web mediante autenticación, lo cual facilita la publicación de datos en la intranet, su simbolización, su metadadado, e incluso definir niveles de acceso a distintos conjuntos de datos según distintos perfiles de usuario.
- GeoWebCache almacena mapas teselados y los sirve a través de protocolos estándar para garantizar la escalabilidad de los geoservicios.
- OpenLayers es el estándar para los clientes cartográficos web personalizados, capaz de consumir múltiples fuentes de mapas y de proveer herramientas para la edición y captura de datos.
- GeoExt es un framework basado en ExtJS que incluye componentes estándar de interfaz de usuario para la construcción de aplicaciones web SIG con la apariencia y funcionalidad de las aplicaciones de escritorio.
- Geonetwork como servicio de catálogo se utilizará.
- Catmdedit para la edición de metadatos.

Al tratarse de una arquitectura abierta, el sistema se puede completar, aumentar y/o mejorar con otros sistemas, sean libres o propietarios. El siguiente esquema resume cómo puede sustituir o interactuar con otras soluciones existentes en el mercado.

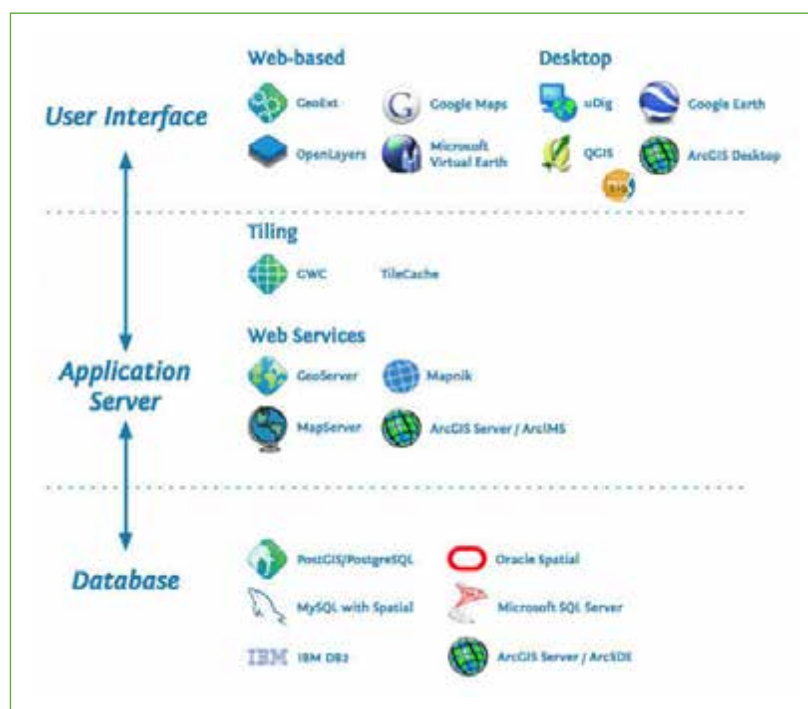


Figura 1. Interoperabilidad en el geoportál de SDIMED

## 4. BASE DE DATOS ESPACIAL

En sus inicios, los sistemas GIS trabajaban con unos formatos de archivos muy específicos y determinados, como por ejemplo el shapefile. Aunque éste, u otro tipo de formatos, se ha generalizado y es actualmente accesible por cualquier tipo de software existente en el mercado, plantea una serie de limitaciones, como el acceso concurrente a la información por parte de varios usuarios, la corrupción de archivos o la rapidez computacional en funciones complejas, además de la necesidad de reescritura de código adecuada a cada sistema.

A nivel de datos, la mayoría de estas desventajas se solventan con el uso de los sistemas gestores de bases de datos, ya que añaden soporte para múltiples usuarios, un buen rendimiento para grandes conjuntos de datos y la posibilidad de consultas complejas. Es por esto que surgió la idea de dotar de capacidad espacial a estos sistemas.

### 4.1. PostgreSQL

PostgreSQL (PostgreSQL ,2013) es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional. Utiliza un modelo cliente/servidor y se distribuye bajo licencia BSD, lo que permite su uso, redistribución y modificación con la única restricción de mantener el copyright del software a sus autores. Con una amplia comunidad de usuarios activos y en constante desarrollo, hace años que se ha convertido en uno de los sistemas más usados, ya que combina varias ventajas, entre ellas:

Funciona en múltiples plataformas, lo que garantiza independencia del software.

- Fácilmente extensible.
- Soporte para estándares.
- Gran robustez, fiabilidad e integridad transaccional. Utiliza multiprocesos, lo que garantiza la estabilidad del sistema: un fallo en el proceso no afecta al resto.
- Estructura de índice genérico (GiST) para permitir R-Tree.
- No hay límite en el tamaño de las columnas para apoyo de grandes objetos SIG.

### 4.2. PostGIS

PostGIS (PostGIS ,2013) es una base de datos espacial. Más exactamente, PostGIS es una extensión que convierte el sistema de base de datos PostgreSQL en una base de datos espacial. Está creado por Refractions Research como un proyecto de investigación de tecnologías de bases de datos espaciales y publicado bajo licencia GNU.

Una base de datos espacial almacena y manipula objetos espaciales como cualquier otro objeto en la base de datos: esto es lo que hace que una base de datos sea espacial. Hay tres factores que permiten que los objetos espaciales existan de forma nativa en una base de datos: los tipos de datos espaciales (almacenan formas como puntos, líneas y polígonos en columnas de geometría), las

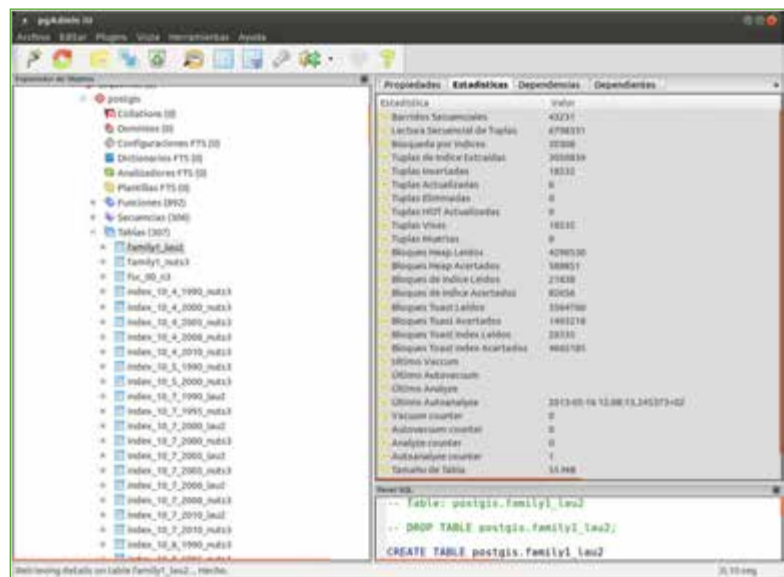


Figura 2. Vista del sistema de administración de PostGIS



funciones espaciales (que sirven para consultar las propiedades y relaciones espaciales) y los índices espaciales (que se utilizan para el procesamiento eficiente de las operaciones espaciales).

Con PostGIS podemos usar todos los tipos de objetos que aparecen en la especificación Opendgis (punto, línea, polígono, multipunto, multilínea, multipolígono y colecciones geométricas). Los tipos de datos espaciales pueden ser simplemente entendidos como una representación binaria de shapes en una fila en una base de datos.

## 5. GEOSERVER

Geoserver (Geoserver,2013) es un servidor de código abierto escrito en Java que permite a los usuarios compartir y editar datos geoespaciales. Diseñado para facilitar la interoperabilidad. Geoserver publica los datos de cualquier fuente de datos espaciales utilizando estándares abiertos.

Un servidor de mapas web es un subconjunto especializado del modelo de servidor web. Al igual que un servidor web, las solicitudes que se envían al servidor, son interpretadas y respondidas. Las principales diferencias entre un servidor web de mapas y un servidor web «estándar» son las siguientes:

- Las respuestas no son necesariamente un documento o un archivo (de tipo .html .zip o .mp3), sino que se trata de datos geográficos.
- La solicitud es un poco más específica que `http://servidor/archivo.extension`

### 5.1. Protocolos

GeoServer implementa los protocolos estándares open web que establece la Open Geospatial Consortium (OGC), una organización de estándares. Actúa como un servidor de alto rendimiento compatible con la certifica-

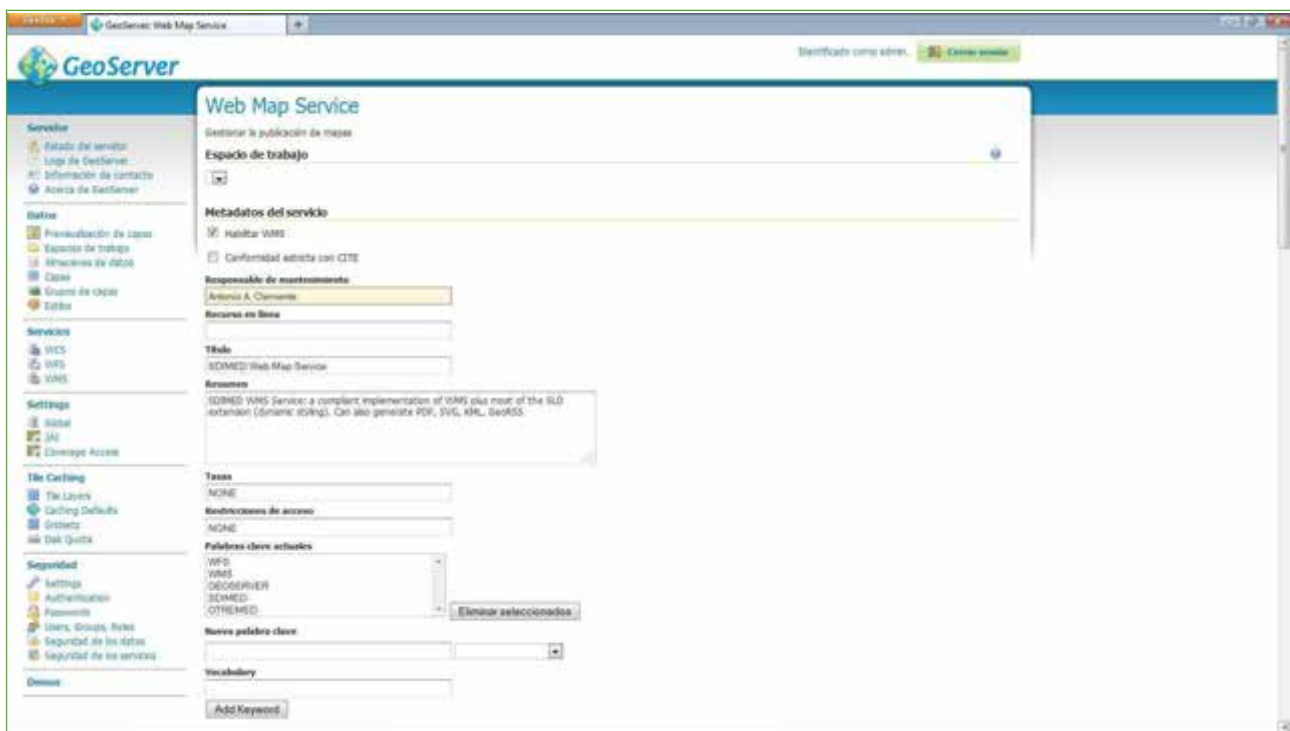


Figura 3. Gestión de servicios WMS con Geoserver

ción Web Map Service (WMS), y de hecho es la implementación de referencia de las normas OGC, Web Feature Service (WFS) y Web Coverage Service (WCS).

GeoServer es una implementación específica de un servidor web mapping, ofreciendo acceso a los datos en un conjunto conocido de formatos y fuentes (archivos y bases de datos), utilizando protocolos específicos. En cierto modo, GeoServer actúa como una capa abstracta. Permite que los métodos basados en estándares accedan a los datos geoespaciales, independientemente del tipo de dato fuente.

GeoServer puede leer de muchas fuentes de datos diferentes, desde archivos guardados en el disco local a bases de datos externas. Algunos de los formatos de datos más comunes soportados por GeoServer son: Shapefile, GeoTIFF, ArcGrid, JPEG2000, GDAL formats.

Bases de Datos: PostGIS, ArcSDE, Oracle Spatial, DB2 y SQL Server

## 6. CATALOGO DE METADATOS

Los organismos encargados de producir los productos geográficos (mapas, MDT, ortofotos, capas SIG, etc.) deben ser los responsables de la creación de los metadatos asociados a cada uno de sus productos. Los productores de información geográfica son los que dispondrán de la información que es necesaria para rellenar cada uno de los elementos de metadatos y, a su vez, usando los datos a los que están asociados y estos se actualicen, podrán realizar las actualizaciones de metadatos pertinentes.

Para la creación de metadatos existen editores que son herramientas que permiten dotar de contenido a cada uno de los metadatos que lleva asociado un producto. Algunas de estas herramientas son: geonetwork, metad, catmdeedit, servicecube, etc. Con estas herramientas se crean los archivos de metadatos que se caracterizarán, todos ellos, por estar en lenguaje XML (eXtensible Markup Language), lenguaje para el intercambio de información a través de internet y por cumplir la norma ISO/TS 19139:2007 Geographic Information – Metadata – XML schema implementation, que define el esquema XML que tiene que cumplir cualquier registro de metadatos.

### 6.1. Editor de metadata: CatMDEdit

CatMDEdit (CatMDEdit, 2013) es un software de código abierto, multiplataforma y multilingüe que facilita la creación, manipulación y publicación de metadatos de la información geográfica.

CatMDEdit se centra en la creación de metadatos de la Información Geográfica de acuerdo con la norma ISO 19115:2003 «Geographic Information – Metadata» y el perfil NEM - «Núcleo Español de Metadatos», aunque también permite la creación de metadatos bajo los perfiles «Núcleo ISO 19115» (subconjunto mínimo de elementos de metadatos definidos por ISO 19115), el perfil de la Directiva INSPIRE y el perfil WISE (Water Information System for Europe) de la Directiva Marco del Agua Europea (WFD).

Esta última versión de la herramienta permite crear también registros de metadatos para servicios web (WMS, WFS, etc), conforme al conjunto de elementos obligatorios establecidos por el Reglamento de metadatos de INSPIRE y cumpliendo ISO 19119. También podemos utilizar esta herramienta si necesitamos crear metadatos para catalogar según el estándar Dublin Core y para transformar registros de formato Marc-21 a ISO 19115.

Por tanto como ejemplos de información geográfica que pueden ser catalogados con CatMDEdit son:

- Datos: mapas topográficos en soporte papel y digital, capas de información geográfica, bases de datos espaciales, ortofotografías, imágenes de satelital, modelos digitales del terreno, etc
- Servicios: servicios web de mapas (WMS), servicios web de fenómenos (WFS), servicios web de coberturas (WCS), etc
- Otros recursos: páginas web, libros, fascículos, etc.

## 6.2. Servicio de catálogo: Geonetwork

Una vez que los metadatos están creados estos deben incorporarse a un sistema de búsqueda y visualización. La forma de hacerlos públicos de manera clara y ordenada es a través de catálogos.

Un catálogo es una aplicación web que se encarga de integrar, distribuir y difundir mediante archivos de metadatos la información de los datos y servicios espaciales. En una Infraestructura de Datos Espaciales un catálogo es un pilar fundamental porque permite a los usuarios buscar y encontrar los recursos (conjunto de datos, servicios web, etc.) que están documentados.

Otro aspecto muy importante en una IDE temática es la accesibilidad de los metadatos, independientemente de donde estén ubicados. Nos referimos al concepto de distribución. Cuando una organización tiene un catálogo distribuido, quiere decir que tiene implementado un servicio de catálogo CSW de OGC para realizar las búsquedas sobre otros catálogos, de tal modo que un usuario realiza búsquedas sobre un único catálogo pero éste, tecnológicamente, se está conectando a otras organizaciones y, por tanto, están devolviendo información procedente de varias organizaciones. Un ejemplo de herramienta para crear un servicio CSW es Geonetwork, que es el escogido para este proyecto.

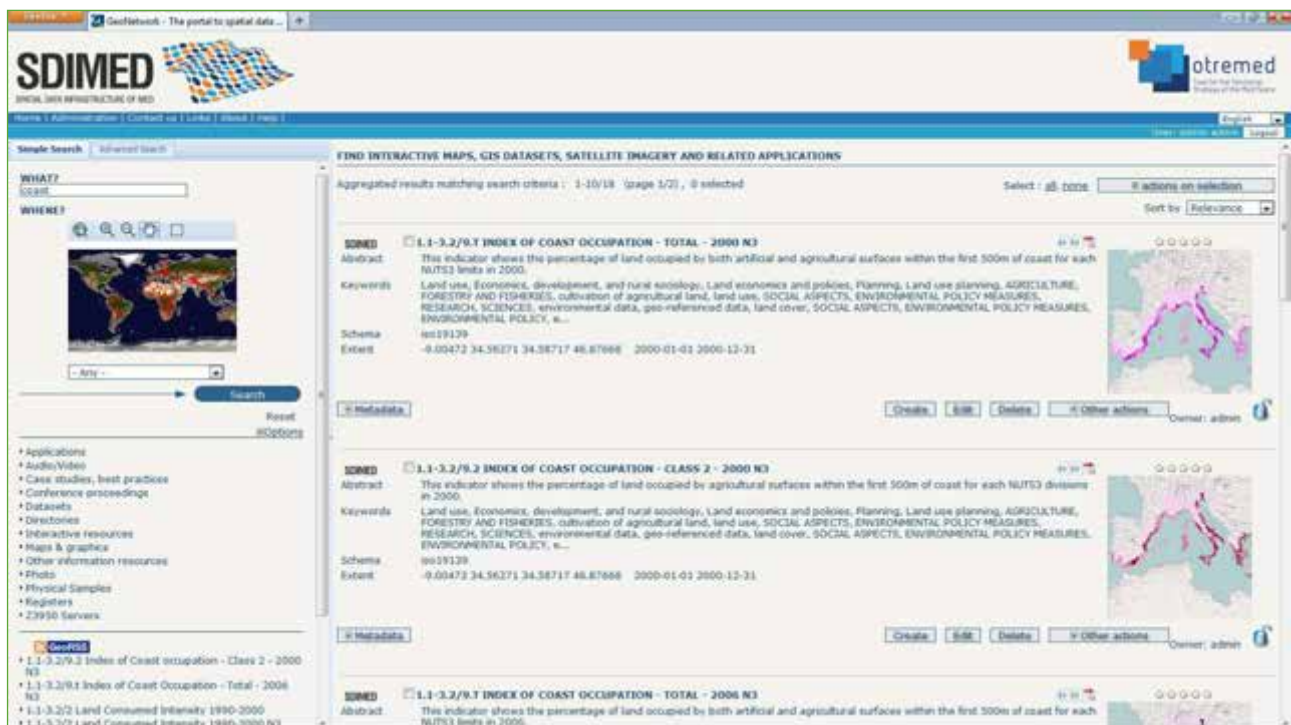


Figura 4. Catálogo de SDIMED desarrollado con Geonetwork

## 7. VISOR

Las aplicaciones de mapas contienen capas de información geográficas (ráster o vectoriales, procedentes de una gran variedad de fuentes) y los controles para operar sobre esas capas. Estas aplicaciones, conocidas como visores de mapas, nos permiten, entre otras acciones, crear mapas interactivos, visualizar información espacial/geográfica, incluir y superponer distintos tipos de capas, editar información, etc. de una forma sencilla y amigable y con el simple uso de un navegador web, sin necesidad de conocer y manejar la tecnología que existe por debajo que hemos detallado en apartados anteriores.

Para construir un visor, una de las partes visibles de una IDE temática, existe una variedad de tecnologías en el mercado actualmente. Para este proyecto, se propone utilizar una combinación de librerías JavaScript que nos permiten, mediante la configuración adecuada, mostrar toda la información espacial generada en el proyecto. Las librerías de las que se han hecho uso han sido tres: OpenLayers, ExtJS, GeoExt y GXP.

OpenLayers es un Framework GIS desarrollado en JavaScript para construir aplicaciones de mapas web dinámicos. Creado en 2005 por Metacarta, OpenLayers es un proyecto de OSGeo (OSGEO,2013) (Open Source Geospatial Foundation), distribuido bajo licencia BSD, que permite interactuar con servicios GIS externos (OpenStreetMap, Bing maps, Google Maps o cualquier otra cartografía alojada en servicios locales, autonómicos, nacionales o europeos) a través de servidores de mapas (MapServer , Geoserver , ArcGIS Server, etc.).

Ext JS es una librería JavaScript que ofrece un extraordinario conjunto de componentes (widgets) para incluir dentro de una aplicación web como rejillas, árboles de datos, menús y paneles.

GeoExt combina los controles geospaciales de OpenLayers con los componentes de interfaz de usuario de Ext JS en un framework que nos permite construir aplicaciones GIS de estilo similar a las de escritorio, pero en un navegador.

Por último, se hace uso de Geoexplorer y GXP, un conjunto de componentes de alto nivel para aplicaciones basadas en GeoExt.

Si bien el catálogo de metadatos, del que hablábamos en el apartado anterior, es una aplicación web para la búsqueda y consulta de información geográfica, con enlaces a los diferentes visores donde se muestra esta información, en la mayoría de las ocasiones los usuario utiliza los visores como la fuente principal de información, obviando los servicios de catálogo como fuente de consulta.

Por ello se ha habilitado la opción de poder consultar los metadatos asociados a cada capa de información en el propio visor. Por cada capa cargada, queda disponible la información (metadato) de dicha capa. Pero aún

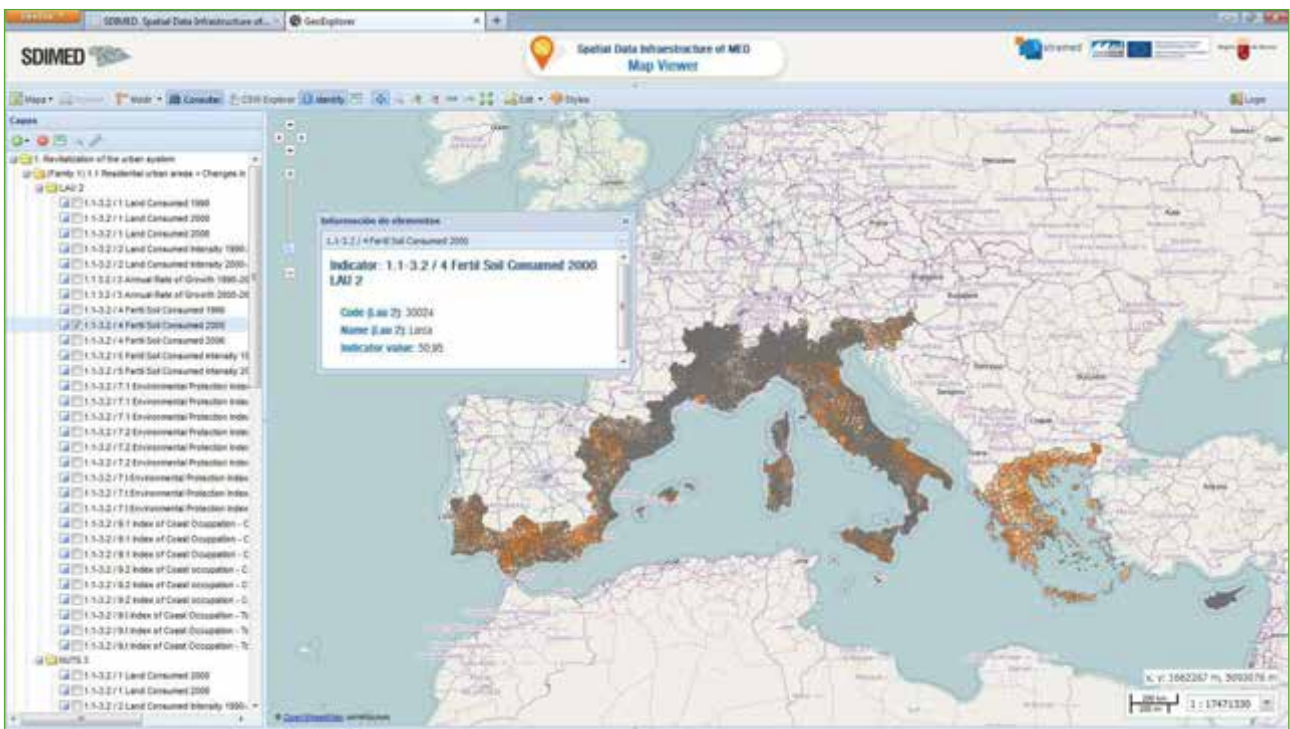


Figura 5. Visor SDIMED



se puede ir más allá, y es que si se añade la funcionalidad de embeber en el propio visor la búsqueda del catálogo asociado, podremos no sólo realizar búsquedas sin necesidad de ir al catálogo, sino también cargar las capas en el mismo proceso.

## 8. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El geoportal desarrollado dentro del proyecto OTREMED que integra datos de diferentes organismos gubernamentales a los que se han añadido la componente espacial que permite su ubicación en el territorio. En este sentido, la Directiva INSPIRE se ha aplicado como marco de trabajo, utilizado el Sistema de Referencia Terrestre Europeo 1989 (ETRS89) para todo el ámbito geográfico y para el análisis espacial se ha seguido la recomendación de utilizar Lambert Azimuthal Equal Area (D2.8.I.1 INSPIRE Specification on Coordinate Reference Systems - Guidelines 2009). Por otra parte, se ha desarrollado una infraestructura de datos espaciales temática basada en los servicios OGC (OGC, 2004; IDEE, 2007) para la consulta y gestión de información útil, sobre todo para las autoridades territoriales, que la convierte en una herramienta de apoyo en la toma de decisiones para una planificación del territorio eficiente en todo el espacio MED.

Se utiliza una plataforma de código abierto totalmente integrada para servir mapas y datos a través de una aplicación web, construida sobre tecnología abierta que combina: PostgreSQL 9.1.8 y PostGIS 2.02 que proporciona una base de datos rápida y de gran alcance para responder a las solicitudes de consultas espaciales y alfanuméricas. GeoServer 2.2.4, un servidor de mapas que permite acceder a fuentes de datos de SIG y mapas cartográficos de alta calidad a través de los estándares web. GeoServer implementa los protocolos web estándar de apertura establecidos por el Open Geospatial Consortium (OGC). Actúa como un servidor de alto rendimiento compatible con la certificación de Web Map Service (WMS), y de hecho, es la implementación de referencia del estándar OGC, y también implementa Web Feature Service (WFS) y los estándares Web Coverage Service (WCS). OpenLayers es el estándar de facto para los clientes de mapeo Web personalizadas. GeoExt, un marco basado en ExtJS que incluye componentes de interfaz de usuario estándar para crear aplicaciones web SIG con la apariencia y la funcionalidad de las aplicaciones de escritorio y Geonetwork 2.8 utilizado como un servicio de catálogo de metadatos y CatMDEdit 4.6.6 como herramienta de edición de metadatos ISO 19139. Los metadatos elaborados han sido validados en el geoportal de INSPIRE <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/validator2/>

Dentro de SDIMED se pueden encontrar 222 capas con información de diferentes índices temáticos definidos dentro del proyecto Otremed, todo ello en un entorno de código abierto de alto rendimiento que ofrece funcionalidad SIG para los usuarios del geoportal.

## 9. CONCLUSIONES

Con el objetivo de desarrollar una herramienta basada en tecnologías SIG la interoperabilidad de sistemas, múltiples fuentes de datos estadísticos y siguiendo las recomendaciones de la Directiva INSPIRE, se pretende mejorar el proceso de toma de decisiones territoriales en la zona MED. Los técnicos encargados de la planificación territorial, los responsables de tomar las decisiones y otros usuarios particulares podrán comparar obtener fácilmente una gran cantidad de información útil para mejorar la eficiencia en la gestión del territorio, ya que esta información es fundamental para proponer políticas sobre la base de un conocimiento general de todo el espacio MED y así mejorar la coordinación transfronteriza de los territorios y las políticas de ordenación de ámbito local.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CatMDEdit, 2013. [online], In: <http://geonetwork-opensource.org>.
- [2] D2.8.I.1 INSPIRE Specification on Coordinate Reference Systems Guidelines: [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/INSPIRE\\_Specification\\_CRS\\_v3\\_0.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_Specification_CRS_v3_0.pdf)
- [3] IDEE, 2013. Información IDE [online]. In: Infraestructura de Datos Espaciales de España, <http://www.idee.es/>

- [4] OGC, 2012. The Spatial Web. OGC Market Report Open Standards and INSPIRE [online], Open GIS Consortium, In: <http://www.opengeospatial.org/>
- [5] Openlayers, 2013. [online], In: <http://openlayers.org/>.
- [6] Osgeo, 2013. [online], In: <http://www.osgeo.org/home>
- [7] GeoNetwork, 2013. [online], In: <http://geonetwork-opensource.org/>
- [8] Geoserver, 2013. [online], In: <http://geoserver.org/display/GEOS/Welcome>
- [9] PostGIS, 2013. [online], In: <http://postgis.net/>
- [10] PostgreSQL, 2013. [online], In: <http://www.postgresql.org.es/>

## 11. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado en el marco del proyecto OTREMED (Observatorio Territorial para las Regiones Mediterráneas), financiado por el programa MED, que apoya el desarrollo regional a través de los Fondos de Desarrollo Regional (FEDER) mediante la co-financiación proyectos transnacionales.

# Adaptación del sistema de planeamiento de Navarra a INSPIRE

## Implantación de las Directrices Técnicas de Planeamiento de Navarra (DTP)

(\*) XABIER VELASCO ECHEVERRÍA

(\*\*) AMAIA BESCÓS ATÍN

---

### Resumen

La aplicación de las Normas de Ejecución de Usos de Suelo Planificado (Planned Land Use) del tema 4 del anexo2 de la Directiva INSPIRE en Navarra requiere la implantación previa de unas Directrices Técnicas de Planeamiento (DTP) para adaptar la presentación de los instrumentos de planeamiento a INSPIRE.

Para lograr este objetivo se enuncian los principios técnicos y metodológicos recogidos en la Directiva INSPIRE referidos al planeamiento (Planned Land Use), se explica por qué INSPIRE aplica al sistema de planeamiento de Navarra, se comunica el papel destacado de Navarra en la elaboración y validación del estándar europeo de usos existentes y planificados del suelo (ELU y PLU), se presenta un resumen del alcance de la versión 3.0 del estándar de Usos Planificados del Suelo (PLU), se explican las alternativas de adaptación del Planeamiento Urbanístico existente en la Comunidad Foral de Navarra y por qué son necesarias unas Directrices Técnicas de Planeamiento (DTP), se plantean los impactos técnicos y administrativos de las alternativas de adaptación a INSPIRE, y se explican las ventajas para Navarra en cuanto a visibilidad a nivel europeo, desarrollo territorial sostenible, transparencia, mejora del sistema de gobernanza territorial y reducción de costes para todos los agentes del planeamiento. Para finalizar, se explican los retos que esta adaptación supone para Navarra:

- Reto 1. Cambio productivo y tecnológico
- Reto 2. Falta de capacidad tecnológica de administraciones locales
- Reto 3. Calendario para abordar la adaptación
- Reto 4. Explotación de la información y acceso a nuevos indicadores como ejercicio de transparencia y para mejorar la gobernanza territorial
- Reto 5. Proceso de participación pública
- Reto 6. Proceso de mejora continua de las DTP

En conclusión, este artículo presenta los aspectos claves de la adaptación de la presentación de los instrumentos del sistema de planeamiento de Navarra para converger con INSPIRE, y cómo este proceso se está llevando a cabo desde múltiples puntos de vista: administrativo, técnico, capacitación, diseminación y participación pública.

---

(\*) Observatorio Territorial de Navarra – NASUVINSA:  
xvelasco@nasuvinsa.es

(\*\*) Sección de Sistemas de Información, Dirección General de Ordenación del Territorio, Movilidad y Vivienda – Gobierno de Navarra:  
abescosa@navarra.es

### Palabras clave

IDE, IDENA, INSPIRE, Navarra, Planificación, Sistematización, SIUN, Urbanismo, Observatorio Territorial de Navarra, Ordenación del Territorio.

## 1. DIRECTIVA INSPIRE Y SISTEMA DE PLANEAMIENTO DE NAVARRA

La Directiva europea INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) aprobada por el Parlamento Europeo y el Consejo el 14 de marzo de 2007 (Directiva 2007/2/CE) [1] fue redactada en colaboración con los Estados miembros y países en proceso de adhesión con el propósito de 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 Unión Europea [2]. La Directiva fue traspuesta al ordenamiento jurídico español a través de la Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las Infraestructuras y los Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE) [3].



Imagen 1. (cortesía de Domdeen / [FreeDigitalPhotos.net](http://FreeDigitalPhotos.net))



Imagen 2. (cortesía de [www.navarra.es](http://www.navarra.es))

La legislación aprobada aplica a los conjuntos de datos espaciales que cumplen las siguientes condiciones, cuya justificación se presenta a continuación para explicar por qué INSPIRE aplica al sistema de planeamiento de Navarra.

*«Se refieran a una zona sobre la que un Estado miembro tenga y/o ejerza jurisdicción»*

La Comunidad Foral de Navarra forma parte de un Estado miembro (España) y por la configuración del Estado de las Autonomías tiene jurisdicción en materia de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Vivienda según el artículo 148.1.3 de la Constitución española [4] y la Ley Orgánica 13/1982, de 10 de agosto, de Reintegración y Amejoramiento del Régimen Foral de Navarra (LORAFNA) [5].

*«Estén en formato electrónico»*

Todos los instrumentos están en formato electrónico (digital y no necesariamente en Web) en cualquier etapa de tramitación. Aunque la Ley de Suelo [6] establece que «Las Administraciones Públicas competentes impulsarán la publicidad telemática del contenido de los instrumentos de ordenación territorial y urbanística en vigor, así como del anuncio de su sometimiento a información pública», la Ley Foral 35/2002 de Ordenación del Territorio y Urbanismo de Navarra (en adelante LFOTU) [7] establece un mayor nivel de exigencia al indicar «Todas las personas tienen derecho a acceder a la información territorial y urbanística que esté en poder de las Administraciones públicas».





competentes, sin obligación de acreditar un interés determinado». A efectos de garantizar esa publicidad la LFOTU crea el Registro de Planeamiento donde se centralizan los instrumentos aprobados por la administración de la Comunidad Foral y por los municipios. Posteriormente, la Ley Foral 11/2007 para la Implantación de la Administración Electrónica, y la Ley Foral 11/2012 de la Transparencia y del Gobierno Abierto, garantizan a la ciudadanía el acceso Web a este Registro. Finalmente, desde el año 2001 existe el Sistema de Información Urbanística de Navarra (SIUN), donde actualmente se recoge la documentación normativa y gráfica de 3.350 instrumentos.

*«Obren en poder de alguna de las partes que figuran a continuación, o de una entidad que actúe en su nombre:*

- *una autoridad pública, después de ser producidos o recibidos por una autoridad pública, o sean gestionados o actualizados por dicha autoridad y estén comprendidos en el ámbito de sus actividades públicas,*
- *un tercero al que se hubiera facilitado el acceso a la red»*

Los instrumentos de planeamiento obran en poder de las entidades locales y de la Administración de la Comunidad Foral, y están comprendidos en el ámbito de sus actividades públicas según la LFOTU.

*«Traten de uno o más de los temas recogidos en los anexos I, II o III de la Directiva»*

El anexo III de INSPIRE incluye el tema «4. Usos del suelo», que se define como «Caracterización del territorio, de acuerdo con su dimensión funcional o su dedicación socioeconómica actual o futura planificadas (por ejemplo, residencial, industrial, comercial, agrario, forestal, recreativo)». Además las normas europeas de desarrollo de INSPIRE posteriores hacen referencia explícita a los instrumentos de planeamiento en el marco del tema 4.

## 2. HACIA EL MAPA DE PLANIFICACIÓN DE ÁMBITO EUROPEO

En primer lugar debe aclararse que INSPIRE no propugna la convergencia hacia un hipotético sistema de planeamiento europeo unificado, ya que esto sería inviable por la diversidad de sistemas existentes, con múltiples variantes por región o Estado miembro, que se pueden clasificar de la siguiente manera [8] :

- Planificación económica regional (modelo francés): enfocado al cumplimiento de objetivos económicos y sociales, especialmente los relacionados con disparidad en riqueza, empleo y condiciones de vida.
- Enfoque integrado global (modelo alemán): el objetivo es coordinar las actividades del sector público, enfocándose más en cuestiones de planeamiento que en el desarrollo económico.
- Gestión de usos del suelo (modelo inglés): gestión del espacio mediante leyes de zonificación basadas en la regulación y control del suelo, con el objetivo de asegurar que el desarrollo es sostenible.
- Urbanismo (modelo mediterráneo): enfocado en la regulación de la construcción a nivel municipal, con una fuerte influencia de la arquitectura, el diseño urbano y el control de la construcción, generalmente presenta carencias en cuanto a participación pública y compromiso político, así como a la regulación de los usos y actividades en el medio rural, siendo ésta una regulación legal más que la respuesta a una planificación detallada.

En su lugar, lo que plantea INSPIRE es el acuerdo sobre unas normas de presentación comunes en las que se incluye la definición de las tipologías a emplear. Esta definición busca la interpretación y representación unívoca de los elementos, de forma que signifiquen lo mismo y se expresen de la misma manera en todos los países.

Como ejemplos exitosos de esta aproximación se pueden citar a nivel europeo el proyecto CORINE (Coordination of Information on the Environment) Land Cover [9] para la creación de una base de datos sobre la cobertura y uso existente del territorio en la Unión Europea impulsado por la Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), y a nivel nacional el proyecto SIOSE [10] para la integración de la información de las bases de datos de coberturas y usos existentes del suelo de las Comunidades Autónomas y de la Administración General del Estado.

Para asegurar que las infraestructuras de datos espaciales de los Estados miembros sean compatibles e interoperables en un contexto comunitario y transfronterizo, es decir, para el establecimiento de una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea, la Directiva exige que se adopten Normas de Ejecución comunes (Implementing Rules) [11] de obligado cumplimiento en cada uno de los Estados miembros, referidas a metadatos, conjuntos de datos, servicios de red y de datos espaciales, datos y servicios de uso compartido y seguimiento e informes.

La implementación técnica de estas normas se realiza mediante las Guías Técnicas o Directrices (Technical Guidelines), que son documentos técnicos basados en estándares y normas internacionales. Actualmente está prevista la aprobación en octubre de 2013 de las Directrices para la adaptación de temas en los anexos II y III de INSPIRE que, como se ha expuesto anteriormente, incluyen el uso del suelo existente y planificado [12].

Llegados a este punto es relevante destacar que Navarra ha tenido un papel destacado en la elaboración y validación del estándar europeo de usos existentes y planificados del suelo (ELU y PLU). Dos de las empresas de la Corporación Pública Empresarial de Navarra (CPEN), NASUVINSA (a través del Observatorio Territorial de Navarra OTN [13]) y TRACASA, han formado parte de este proceso a través de dos proyectos financiados por la Comisión Europea: Plan4all [14] para la armonización de la información de ordenación territorial y urbanismo en Europa y HLANDATA [15] para la creación de servicios de valor añadido a partir de datos de uso del suelo y cobertura de la tierra. Además TRACASA ha participado en el grupo de trabajo para la elaboración del estándar ELU, y el SITNA está personado como comunidad de interés sobre datos espaciales (SDIC) en el desarrollo de INSPIRE.

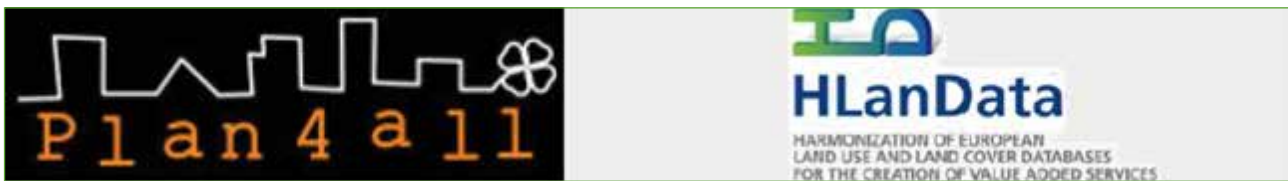


Imagen 3.

La participación en estas iniciativas ha permitido identificar los aspectos clave para la adaptación del sistema de planeamiento de Navarra a la nueva normativa, así como profundizar en el desarrollo de la tecnología de la Infraestructura de Datos Espaciales del Gobierno de Navarra (IDENA) [16] que permite la interoperabilidad con las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) [17] de ámbito europeo. El enfoque IDE permite que cada elaborador publique sus datos en Web usando su propia infraestructura, y que estos datos puedan encontrarse fácilmente con herramientas estándar de búsqueda y también visualizarse en cualquier navegador junto a los datos de terceros empleando un lenguaje y simbología común.

A continuación se presenta un resumen del alcance de la versión 3.0 del estándar de Usos Planificados del Suelo (PLU), que destaca por su flexibilidad y simplicidad para adaptar la presentación de instrumentos de diferentes sistemas de planeamiento.

1. PLU se refiere a los instrumentos de planeamiento que plantean la utilización futura del suelo, definidos por la autoridad competente en diferentes niveles administrativos (nacional, regional, local, etc.)
2. PLU considera que las regulaciones sobre usos del suelo para un ámbito determinado se componen generalmente de:
  - Orientación estratégica con la visión sobre el desarrollo futuro
  - Determinaciones que afectan a cada zona y orientan el uso planificado del suelo, definiendo qué está permitido y qué está prohibido.
  - Representación cartográfica de los elementos que son vinculantes (afectan los derechos y limitaciones de las parcelas catastrales) u orientativos

3. PLU estima que los documentos de cada instrumento son el resultado del proceso de planificación y por tanto son de obligado cumplimiento con el grado de vinculación normativa que de ellos se desprenda. Por el contrario, PLU considera que la información cartográfica digital empleada para su elaboración es válida únicamente para su difusión.
4. PLU está enfocado a proporcionar la representación cartográfica exacta de todos los elementos que componen un instrumento, a partir de las siguientes capas de información geográfica:
  - **Ámbito (SpatialPlan):** delimitación geográfica del instrumento. Incluye una serie de atributos como por ejemplo título (`officialTitle`), nivel administrativo (`levelOfSpatialPlan`), referencias a legislación, normas sectoriales y al propio documento del instrumento (`OfficialDocumentation`), etc.
  - **Unidades de zonificación (ZoningElement):** recintos de uso, en el caso de Navarra uso global o local en Suelo Urbano y Urbanizable y uso vocacional según sub-subcategorías en Suelo No Urbanizable, conforme al detalle exigido para cada instrumento. Cada recinto tiene unos atributos asociados, como por ejemplo
    - **Uso planificado europeo (hilucsPresence):** PLU define la tipología en tres niveles HILUCS (Hierarchical INSPIRE Land Use Classification System) y determina su utilización obligatoria para la representación. HILUCS permite indicar varios usos posibles para cada zona cuando esto refleje la realidad del sistema de planeamiento (p.e. `5_ResidentialUse`, `1_1_AgriculturalUse`, `4_3_1_ElectricityGasAndThermalPowerDistributionServices`, etc.)
    - **OfficialDocumentation)**



Imagen 4. Ejemplo de aplicación de HILUCS

- Normas Suplementarias (SupplementaryRegulation): normas cuyo ámbito de aplicación se superpone con las Unidades de Zonificación. Están normalmente relacionadas con otros temas de INSPIRE como «Zonas sujetas a ordenación, a restricciones o reglamentaciones y unidades de notificación» o «Zonas de riesgos naturales». Únicamente se consideran si se incluyen en el instrumento y son vinculantes. Para cada elemento se definen una serie de características como por ejemplo
  - Tipo (supplementaryRegulation): PLU define una tipología europea de Normas Suplementarias en cuatro niveles (p.e. 1\_ImpactOnEnvironment, 2\_RiskExposure, 2\_1\_1\_AreaExposedToFloodRisk, etc.)
  - Tipo específico (specificSupplementaryRegulation): conforme a la tipología vigente para la autoridad pública competente (p.e., Suelo de preservación por su valor ambiental: Formaciones arboladas con valor ambiental y protector, Área de Reparto, etc.)

5. PLU establece unas normas de visualización sencillas, asignando colores estándar a cada una de las clases consideradas más relevantes.

HILUCS level 2	coulour	red	Green	blue
1 PrimaryProduction		180	230	110
1 1 AgriculturalUse		230	230	110
1 2 Forestry		110	230	110
2 SecondaryProduction		100	100	100
3 TertiaryProduction		150	150	150
4 TransportNetworkdLogisticsAndUtilities		180	120	240
4 1 4 WaterTraffic		140	120	240
5 ResidentialUse		240	120	100
6 OtherUses		220	220	220
6 3 1 LandAreasInNaturalUse		200	255	200
6 3 2 WaterAreasInNaturalUse		200	200	255

Imagen 2. Esquema de color de las clases relevantes de HILUCS

Para la adaptación de la presentación de los instrumentos del sistema de planeamiento de Navarra al estándar PLU existen básicamente dos alternativas.

1. Escenario básico (documentos)
 

Se adapta la presentación de los DOCUMENTOS (nomenclatura e información auxiliar como metadatos, etc) y NO la representación cartográfica de los instrumentos. En este escenario se emplea únicamente la capa geográfica «Ámbito», que es de obligado cumplimiento, por lo que no es posible la representación temática de la información en un mapa de planificación de ámbito europeo.
2. Escenario completo (vectorial)
 

Además de lo anterior, se adapta la REPRESENTACIÓN CARTOGRÁFICA de los instrumentos. Es decir, además de la capa «Ámbito» (siempre obligatoria), también se emplean las capas geográficas «Unidades de zonificación» y «Normas Suplementarias» (obligatorias según PLU solo si la información está en formato vectorial).

La aplicación completa de las Directrices PLU por parte de todos los Estados miembros es el único camino posible para convertir en realidad el mapa continuo de planificación de ámbito europeo en los próximos años, aunque en Navarra requiere la implantación previa de unas Directrices Técnicas de Planeamiento (DTP).

Para ilustrar esta afirmación, en la siguiente imagen se presentan mapas de varios instrumentos de diferentes sistemas de planeamiento (Sumperk y Olomouc en República Checa y Arendal en Noruega), en el formato de presentación propio (arriba), y en el formato de presentación adaptado a PLU empleando la tipología HILUCS (abajo).

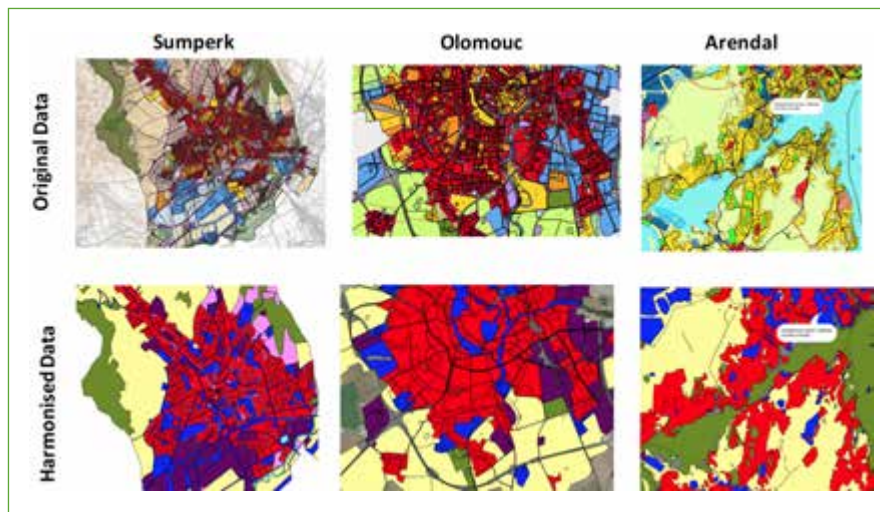


Imagen 3. Adaptación a PLU de diferentes instrumentos (proyecto Plan4all)

Además al seleccionar cada recinto PLU empleando cualquier herramienta SIG (Sistema de Información Geográfica), se muestran los atributos relevantes desde el punto de vista de la planificación que son comunes a todos los instrumentos en la Unión Europea. También, pueden consultarse la delimitación geográfica y los atributos de las Normas Suplementarias de aplicación para cada Unidad de Zonificación, con lo que cualquier administración pública, empresa o persona puede acceder a la información de todos los instrumentos de planificación a nivel europeo y emplearla para sus propios usos. Finalmente, al seleccionar cualquier instrumento se puede acceder a la documentación original (por ejemplo en formato PDF o incluso en el interfaz del sistema corporativo propio como puede ser el Sistema de Información Urbanística de Navarra - SIUN [18]).

Field	Value
beginLifespanVersion	02/09/2011 14:48:15
endLifespanVersion	<null>
validFrom	25/04/2007
validTo	<null>
levelOfSpatialPlan	local
planTypeName	Plan Urbanístico Municipal
ordinanceDate	2007-04-25 00:00:00
ordinanceReference	<a href="http://www.navarra.es/home_es/Actualidad/BON/Boletines/2007/51/Anuncio-68">http://www.navarra.es/home_es/Actualidad/BON/Boletines/2007/51/Anuncio-68</a>
processStepGeneral	legalForce
backgroundMapDate	2004-01-31 00:00:00, 2004-12-31 00:00:00, 2001-12-31 00:00:00
backgroundMapReference	Census, Cartography, Housing and Population Census
inspireId_Zoning	PUM906_268
dominantLandUse	agriculture
beginLifespanVersion_Zoning	02/09/2011 14:48:19
endLifespanVersion_Zoning	<null>
validFrom_Zoning	25/04/2007
validTo_Zoning	<null>
specificLandUse	agriculture
regulationNature	generallyBinding
inspireId	PUM906
title	Plan Urbanístico Municipal de Orkoién

Identified 1 Feature

Identify Create Features

Imagen 4. Ejemplo de atributos de una unidad de zonificación del Municipio de Orkoién, Navarra

### 3. IMPACTO DE INSPIRE Y LAS DTP EN EL DESARROLLO TERRITORIAL SOSTENIBLE, LA TRANSPARENCIA Y EL SISTEMA DE GOBERNANZA TERRITORIAL DE NAVARRA

Como se ha visto, existen dos alternativas para la adaptación de la presentación de los instrumentos del sistema de planeamiento de Navarra a INSPIRE. La pregunta relevante a la que hay que responder en este momento es cuáles son los impactos de estas alternativas para el desarrollo territorial sostenible, la transparencia y el sistema de gobernanza territorial de Navarra, antes de decantarse por cualquiera de ellas. Para ello, es importante repasar previamente el contenido de estos conceptos:

- Gobernanza [19]: capacidad de la sociedad para dotarse de sistemas de representación, de instituciones, de procesos y cuerpos sociales, como instrumentos de control democrático, de participación en las decisiones y de responsabilidad colectiva
- Gobierno del territorio o gobernanza territorial: conjunto de herramientas que facilitan procedimientos transparentes, participativos y adecuados a cada escala y competencia administrativa en relación al entorno, la gestión de los usos del suelo y las formas de vida de los ciudadanos
- Principio de transparencia [20]: que la ciudadanía pueda conocer las decisiones de la Administración sobre las actividades que gestiona y en su propia organización, cómo se adoptan las mismas, cómo se organizan los servicios y quiénes son las personas responsables de sus actuaciones desarrollo territorial sostenible: objetivo fundamental de la LFOTU plasmado en la Estrategia Territorial de Navarra (ETN) que gira alrededor de seis grandes principios: competitividad, cohesión social, conservación, accesibilidad, identidad (gestión del patrimonio natural y cultural) y policentrismo (concepto de región-ciudad)

En el siguiente cuadro DAFO se plantean los impactos con su valoración correspondiente para los dos escenarios presentados en el apartado anterior:

Tabla 1

Fortalezas	Básico	Completo
Acceso a instrumentos de diferentes niveles administrativos/escalas que afectan a un mismo ámbito	+	+++
Reducción de costes para los agentes del planeamiento (equipos redactores, administración, etc.) por la disponibilidad de información en formato vectorial (CAD/GIS) estandarizado	•	+++
Mayor transparencia a la hora de acceder a los instrumentos de planeamiento, conforme a las demandas de la sociedad	++	

Oportunidades	Básico	Completo
Acceso a instrumentos de planeamiento de regiones limítrofes de España y Francia para mejorar la coordinación y cooperación	+	+++
Visibilidad de Navarra ante inversores de ámbito europeo: gracias a INSPIRE será posible analizar información del mapa continuo de planificación junto a otras variables temáticas de otras capas de información (demografía, economía...) para orientar la toma de decisiones	•	+++
Mejorar la competitividad de la administración pública por la sistematización en la presentación del planeamiento	•	+++
Comparación con regiones de referencia europea para la mejora en la elaboración de políticas territoriales	•	+++
Capacidad de generar indicadores de comparación entre ámbitos y escalas que mejoren el Sistema de Evaluación Territorial de Navarra/gobernanza territorial	•	+++

Facilitar la comprensión y actualización del planeamiento urbanístico y su integración con el planeamiento territorial	•	+++
La tipología HILUCS será obligatoria para usos existentes y usos planificados del suelo, por lo que podrán realizarse numerosos análisis comparativos	•	+++

Debilidades	Básico	Completo
Requiere un esfuerzo colectivo por parte de todos los agentes del planeamiento: Gobierno de Navarra, Ayuntamientos, Federación Navarra de Municipios y Concejos, Colegios profesionales, equipos redactores, promotores, constructores, equipos de investigación, empresas y ciudadanía en general	–	– – –

Amenazas	Básico	Completo
Falta de presupuesto para acometer la inversión inicial	–	– – –
Dependencia de cambios en el estándar PLU	•	–

- Nulo / – Negativo / + Positivo

El cuadro demuestra las ventajas del escenario completo a la hora de maximizar la visibilidad de Navarra en el ámbito europeo y contribuir al desarrollo territorial sostenible, la transparencia y el sistema de gobernanza territorial; aunque en todo caso requiere aprobar unas Directrices Técnicas de Planeamiento (DTP) en Navarra.

#### 4. NUEVAS DIRECTRICES TÉCNICAS DE PLANEAMIENTO DE NAVARRA (DTP)

A lo largo de este artículo se ha explicado por qué INSPIRE exige adaptar la presentación de los instrumentos del sistema de planeamiento de Navarra, y por qué debe emplearse el escenario completo (vectorial) basado en unas nuevas Directrices Técnicas de Planeamiento (DTP).

Para completar la exposición queda explicar en detalle en qué consistirían las DTP, qué criterios deben seguir para asegurar el cumplimiento de INSPIRE, y cuáles son las fechas relevantes para su implantación. Por tanto, a lo largo de este apartado se mencionarán los aspectos esenciales de las futuras DTP diseñadas por los técnicos del Servicio de Ordenación del Territorio y Urbanismo del Gobierno de Navarra (SOTU) en colaboración con Tracasa y Nasuvinsa, y el efecto positivo de su aplicación para Navarra más allá de INSPIRE, añadiendo varios ejemplos que facilitan su comprensión para que los agentes del planeamiento en Navarra participen en el proceso de elaboración. En todo caso, queda por determinar qué especificaciones de las DTP serán aplicadas por los equipos redactores y promotores y cuáles por SOTU.

- 1 Las DTP tienen carácter obligatorio para la administración foral y voluntaria para los municipios, equipos redactores y promotores, aunque podrán hacerse vinculantes vía convenio de colaboración.
- 2 Se aplicarán a los Instrumentos de Ordenación del Territorio (como por ejemplo los POT y los PSIS) y de Planeamiento Urbanístico de Navarra, incluidos los de desarrollo de los mismos. Igualmente, se aplicará a los expedientes de modificación de los instrumentos anteriores.
- 3 Las DTP fijan las características técnicas para la entrega de diez capas de información geográfica de carácter informativo y sus metadatos correspondientes. Estas capas se refundirán y permitirán disponer de información vectorial continua en los visores del Sistema de Información Urbanística de Navarra (SIUN) y en los distintos canales de difusión del SITNA [21]: Geoportal de Navarra, Infraestructura de Datos de Navarra (IDENA) y Visor SITNA, principalmente. Además serán empleadas para la obtención de indicadores del Sistema de Indicadores Territoriales de Navarra (SIOTN), definidos por el Observatorio Territorial de Navarra (OTN) por mandato del Consejo Social de Política Territorial (CSPT) [22].

- Capa 1. Ámbito
  - Capa 2. Sectores Espaciales
  - Capa 3. Clasificación del suelo
  - Capa 4. Categorización del suelo
  - Capa 5. Áreas de Reparto
  - Capa 6. Sectores de Planeamiento de Desarrollo
  - Capa 7. Sistemas Generales
  - Capa 8. Usos
  - Capa 9. Unidades de ejecución
  - Capa 10. Sistemas locales
- 4 Las diez capas de información geográfica vectorial deberán cumplir requisitos de coherencia topológica y consistencia conceptual consigo mismo y con las demás, incluyendo las capas de referencia empleadas (Catastro, etc.)
  - 5 El formato de entrega de las capas geográficas será GIS (SHP) o CAD (DGN, DWG). Todos los documentos se entregarán en formato PDF o EXCEL según corresponda.
  - 6 Todos los instrumentos entregados serán sometidos a un proceso de control de calidad para comprobar el cumplimiento de las directrices establecidas.
  - 7 Consideraciones sobre la adaptación a INSPIRE:
    - La capa Ámbito se corresponde con la capa Ámbito (SpatialPlan)
    - Los recintos de todas las capas en formato geográfico (excepto Ámbito, Usos y parcialmente Categorías) se agregan para dar lugar a la capa Normas Suplementarias (Supplementary Regulation).
    - Las capas Categorías y Usos, en el caso de los instrumentos que categorizan o clasifican suelos, se agregan para formar la capa Unidades de Zonificación (ZoningElement). En el siguiente cuadro se presenta, a modo de ejemplo, la propuesta de adaptación de algunos de los usos «Equipamiento comunitario» establecidos en las DTP (specificLandUse) a la tipología HILUCS (hilucsPresence).

Tabla 2

NIVEL 1 DTP		HILUCS	NIVEL 2 DTP		HILUCS
Equipamiento comunitario	EQU	3_3_CommunityService 3_4_CulturalEntertainment AndRecreational Services	sanitario	SAN	3_3_3_HealthAndSocial Services
			asistencial	ASI	3_3_3_HealthAndSocial Services
			protección civil	PRC	3_3_1_PublicAdministration DefenceAndSocialSecurity Services
			educativo	EDU	3_3_2_EducationalServices
			cultural	CUL	3_4_1_CulturalServices
			administrativo	ADM	3_3_1_PublicAdministration DefenceAndSocialSecurity Services
			seguridad ciudadana	SEG	3_3_1_PublicAdministration DefenceAndSocialSecurity Services
			deportivo	DEP	3_4_3_Sports Infrastructure





Una vez explicadas las características principales de las DTP, a continuación se recalca qué aportará la aplicación de estas directrices para Navarra:

- 1 la inscripción de los instrumentos aprobados en el Registro de Planeamiento de Navarra
- 2 la publicidad telemática del Registro de Planeamiento a través del Sistema de Información Territorial de Navarra (SITNA) y el Sistema de Información Urbanística de Navarra (SIUN)
- 3 la integración de la información elaborada conforme a estas directrices en el almacén SITNA y su publicación en IDENA, que supone la participación en servicios estándar de difusión de la información geográfica en respuesta a la Directiva Europea INSPIRE y de su correspondiente ley de trasposición al ordenamiento español (LISIGE)
- 4 la composición de un mapa vectorial continuo con los ámbitos de los instrumentos incorporados al Registro de Planeamiento de Navarra, disponible como información base para la elaboración de futuros instrumentos sobre ese ámbito, con la consiguiente reducción de costes en el proceso de planeamiento
- 5 la visibilidad de Navarra como región competitiva y atractiva en el marco del mapa europeo de usos del suelo, que constituirá una herramienta de decisión de inversión de ámbito transnacional
- 6 la evaluación del Desarrollo Territorial Sostenible de Navarra conforme a los principios y directrices plasmados en la Estrategia Territorial de Navarra
- 7 la realización de análisis territoriales y estadísticos derivados de la información representada en las diez capas vectoriales, incluyendo la elaboración de indicadores de seguimiento sobre los instrumentos de ordenación del territorio y urbanismo

Para finalizar este apartado, se aportan las fechas límite para la adaptación de la presentación de los instrumentos del sistema de planeamiento de Navarra conforme a INSPIRE:

- Octubre 2013: aprobación de las Directrices INSPIRE sobre usos del suelo
- Diciembre 2013: descripción de los instrumentos (metadatos)
- Octubre 2015: nuevos instrumentos o modificaciones de instrumentos
- Octubre 2020: instrumentos existentes

Este calendario hace recomendable la aprobación de las DTP antes del final de 2013 para garantizar que los nuevos instrumentos aprobados desde octubre 2015 estén adaptados.

## 5. RETOS

En los apartados anteriores se ha explicado por qué INSPIRE exige adaptar la presentación de los instrumentos del sistema de planeamiento de Navarra y por qué debe emplearse el escenario completo (vectorial) basado en unas nuevas Directrices Técnicas de Planeamiento (DTP). Asimismo, se ha explicado en qué consistirían estas DTP y qué criterios deben seguir para asegurar el cumplimiento de INSPIRE.

Para finalizar este artículo se explican los seis retos que esta adaptación supone para Navarra y se sugiere como abordarlos:

### 5.1. Reto 1. Cambio productivo y tecnológico

Es evidente que la introducción de las DTP y la adaptación a INSPIRE abren un escenario de fuerte cambio productivo y tecnológico que beneficiará a todos los agentes del planeamiento de Navarra. El ejemplo más claro es el de los equipos redactores y promotores, que dispondrán de información base en formato vectorial (CAD/GIS) para la elaboración de futuros instrumentos sobre ese ámbito, con la evidente reducción de costes que esto supondrá en su actividad.

También se facilitará la consulta sobre los elementos reflejados en el mapa y los criterios de ordenación (usos prohibidos, permitidos y autorizables). Por tanto, se facilitará la propia evaluación de las iniciativas por parte de los promotores sin tener que iniciar trámites administrativos.

Para facilitar el proceso de cambio, el Servicio de Ordenación del Territorio y Urbanismo (SOTU) debe plantear estrategias de formación que permitan a los planificadores acceder al nuevo entorno de trabajo de forma óptima, por ejemplo a través del Instituto Navarro de Administración Pública (INAP) [23]; cursos semipresenciales para técnicos municipales, técnicos SOTU, equipos redactores y promotores, etc.

En esta línea, el Servicio de Ordenación del Territorio y Urbanismo (SOTU) debe ofrecer a través de su página Web, videos e imágenes explicativas para la elaboración de la información geográfica vectorial; así como proporcionar las plantillas de los archivos a emplear.

Finalmente, es importante resaltar la importancia para los equipos redactores y promotores del conocimiento sobre Sistemas de Información Geográfica (SIG), ya que permiten optimizar operaciones de definición de los instrumentos tal y como se hace en los países y regiones avanzadas desde hace varios años. Además constituye una vía para fomentar la innovación del tejido productivo de Navarra en la sociedad del conocimiento, el talento y la economía verde, tal y como propone el Plan MODERNA [24] (Modelo de Desarrollo Económico Regional de Navarra), especialmente en las áreas de servicios empresariales, generación del conocimiento, administración pública, internacionalización y entorno de colaboración.

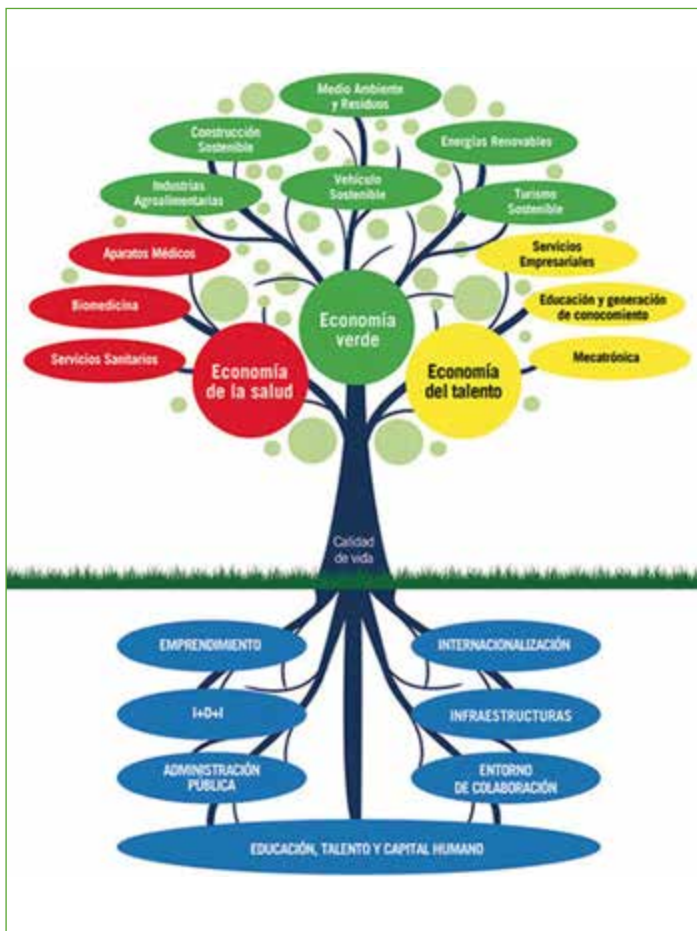


Imagen 5. Árbol de Moderna

### 5.2. Reto 2. Falta de capacidad tecnológica de administraciones locales

En el apartado 0 se ha explicado que TODOS los instrumentos en cualquier estado de tramitación deben presentarse conforme a las especificaciones de INSPIRE. Esto incluye por supuesto aquellos instrumentos gestionados por la administración local. El reto en este caso aparece por la falta de capacidad técnica de numerosos ayuntamientos para adaptarse a los requerimientos, situación que hace necesario el apoyo en el proceso de adaptación de una institución de orden superior con competencias en la materia. Esta institución podría ser SOTU, la Red de Oficinas Comarcales de NASUVINSA o incluso las Mancomunidades.

### 5.3. Reto 3. Calendario para abordar la adaptación

Es de capital importancia tomar una decisión política para que Navarra contribuya a su visibilidad a nivel euro-



Imagen cortesía de Bplanet / FreeDigitalPhotos.net

peo como región líder e innovadora, de forma consistente con su extensa participación en el proceso de elaboración del estándar. Esto hace recomendable la aprobación de las DTP antes del final de 2013 para garantizar el éxito del proceso de adaptación.

#### 5.4. Reto 4. Explotación de la información y acceso a nuevos indicadores como ejercicio de transparencia y para mejorar la gobernanza territorial

La LFOTU establece que «aprobada la Estrategia Territorial de Navarra, el Gobierno de Navarra remitirá al Consejo Social de Política Territorial y al Parlamento, cada dos años, una memoria sobre su aplicación y sobre el grado de cumplimiento de sus previsiones». Adicionalmente, en los Decretos Forales 43, 44, 45, 46, 47/2011, de aprobación de los cinco Planes de Ordenación Territorial (POT) [25], se especifica que «El Observatorio Territorial de Navarra (OTN) elaborará un único sistema de indicadores de aplicación a todos los instrumentos de ordenación territorial que facilitará la evaluación del impacto y grado de implementación del POT.»

Para la elaboración del Sistema de Indicadores Territoriales de Navarra (SIOTN) referido, se requiere información actual, relevante y con alto nivel de detalle sobre el planeamiento. Esto solo se puede conseguir a partir de un sistema de información urbanística estructurado y sistematizado que contenga todos los instrumentos en formato vectorial, y que emplee clasificaciones desagregadas de Usos en Suelo Urbano y Urbanizable y Categorizaciones en Suelo No Urbanizable. En otras palabras, las DTP son imprescindibles para el SIOTN.

Adicionalmente, aunque es indiscutible que la nueva información generada supone un paradigma de transparencia, optimización de procesos y construcción europea, es imprescindible el desarrollo de nuevas herramientas de análisis en el marco de SITNA que democratizen la explotación de los datos relevantes, en línea de lo experimentado en el marco del proyecto europeo HLANDATA. También son necesarias nuevas herramientas de gestión del planeamiento para los Ayuntamientos que les permitan beneficiarse de la nueva operación, facilitando la dinámica administrativa sobre temas relacionados con el Urbanismo.

Finalmente, de cara a dar seguimiento al proceso de cambio, se recomienda la adopción de indicadores SOTU de seguimiento, por ejemplo el porcentaje de instrumentos (por tipo) que se entregan anualmente conforme a las DTP, el porcentaje de recintos de Usos que se entregan al nivel 1 de detalle, etc.

#### 5.5. Reto 5. Proceso de participación pública

Para que la adaptación sea una realidad que beneficie a todos los agentes del planeamiento en Navarra (Gobierno de Navarra, Ayuntamientos, Federación Navarra de Municipios y Concejos, Colegios profesionales, equipos redactores, promotores, constructores, equipos de investigación, empresas y ciudadanía en general), aprovechando todas las fortalezas y oportunidades existentes y minimizando las amenazas y debilidades que se presentan en el cuadro DAFO del apartado 0, es de capital importancia la realización de un proceso de cambio inclusivo. El esquema de participación podría ser organizado de la siguiente manera:

- Audiencia con el Colegio de Arquitectos Vasco-Navarro y la Federación Navarra de Municipios y Concejos.
- Seminario participativo para profesionales del planeamiento en Navarra donde se expliquen en detalle las DTP y se abran cauces para proponer mejoras a las mismas.
- Aprobación formal de las DTP tras su revisión.
- Difusión y formación continua.

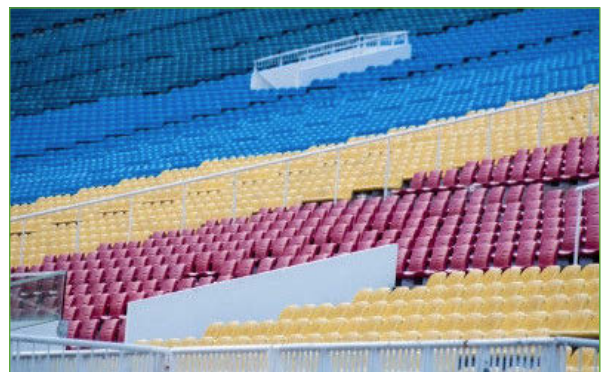


Imagen cortesía de Franky242 / FreeDigitalPhotos.net

## 5.6. Reto 6. Proceso de mejora continua de las DTP

Al recorrer nuevos caminos siempre surgen situaciones que requieren modificar el planteamiento inicial. Las DTP no van a ser ajenas a esta realidad pero, lo realmente importante, es que se establezcan los procedimientos para la revisión periódica de la norma considerando dos aspectos siempre contrapuestos, como son el impacto sobre lo ya construido versus la mejora del nivel futuro de sistematización (orientado a muy largo plazo a la consideración de la representación cartográfica como expresión legal del instrumento).

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea. «Directiva 2007/2/CE Del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire)». Diario Oficial de la Unión Europea L 108, 25-4-2007, p. 1-14. Disponible en: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF> [consulta 01-08-2013]
- [2] España. Ministerio de Fomento. Consejo Superior Geográfico. Marco legal europeo (Inspire). Disponible en: <http://www.idee.es/web/guest/europeo-inspire> [consulta 01-08-2013]
- [3] España. «Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España». Boletín Oficial del Estado no 163, de 6 de julio de 2010, p. 59628-59652. Disponible en: <http://www.boe.es/boe/dias/2010/07/06/pdfs/BOE-A-2010-10707.pdf> [consulta 01-08-2013]
- [4] España. «Constitución Española». Boletín Oficial del Estado no 311, de 29 de diciembre de 1978, p. 29313-29424. Disponible en: <http://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1978-31229> [consulta 01-08-2013]
- [5] Navarra. «Ley Orgánica 13/1982, de 10 de agosto, de Reintegración y Amejoramiento del Régimen Foral de Navarra». Boletín Oficial del Navarra no 106, de 3 de septiembre de 1982. Disponible en: <http://www.lexnavarra.navarra.es/detalle.asp?r=87> [consulta 01-08-2013]
- [6] España. «Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de suelo». Boletín Oficial del Estado no 154, de 26 de junio de 2008, p. 28482-28504. Disponible en: [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2008-10792](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2008-10792) [consulta 01-08-2013]
- [7] Navarra. «Ley Foral 35/2002, de 20 de diciembre, de Ordenación del Territorio y Urbanismo». Boletín Oficial de Navarra no 156, de 27 de diciembre de 2002, p. 11026-11064. Disponible en: <http://www.lexnavarra.navarra.es/detalle.asp?r=16045> [consulta 01-08-2013]
- [8] University of Copenhagen. The PLUREL project: Peri-urban Land Use Relationships: Strategies and Sustainability Assessment Tools for Urban-Rural Landscapes: PLUREL deliverable report 2.2.1: National spatial planning policies and governance typology. June 2010. Disponible en: <http://www.plurel.net/images/D221.pdf> [consulta 01-08-2013]
- [9] Commission of the European Communities. CORINE land cover. Jan 01, 1995. Disponible en: <http://www.eea.europa.eu/publications/COR0-landcover#tab-related-publications> [consulta 01-08-2013]
- [10] España. Ministerio de Fomento. Sistema de Información de Ocupación del Suelo de España - SIOSE. Disponible en: <http://www.siose.es/siose/> [consulta 01-08-2013]
- [11] European Commission. INSPIRE. Infrastructure for Spatial Information in the European Community. Implementing Rules. Disponible en: <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/index.cfm/pageid/47> [consulta 01-08-2013]
- [12] INSPIRE Thematic Working Group «Land use». D2.8.III.4 INSPIRE Data Specification on Land use · Draft Technical Guidelines. 2013-02-04. Disponible en: [http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/INSPIRE\\_DataSpecification\\_LU\\_v3.0\\_rc3.pdf](http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_LU_v3.0_rc3.pdf) [consulta 01-08-2013]
- [13] Navarra de Suelo y Vivienda S.A. Observatorio Territorial de Navarra. Disponible en: <http://nasuvinsa.es/es/observatorio-territorial-de-navarra> [consulta 01-08-2013]
- [14] Mauro Salverini, Franco Vico y Corrado Iannucci (eds.). Plan4all Project: Interoperability for Spatial Planning. Anzio: Tipografía Marina, 2011. Disponible en: <http://www.plan4all.eu/simplecms/?menuID=65&articleID=118&action=article&presenter=ArticleDetail> [consulta 01-08-2013]
- [15] HLandata Project: Harmonization of Europe Land Use and Land Cover Databases for the Creation of Value Added Services. (Project co-funded by the European Commission within the ICT Policy Support Programme). Disponible en: <http://www.hlandata.eu/home.html> [consulta 01-08-2013]



- [16] Gobierno de Navarra. IDENA. Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra. Portal de acceso a la información geográfica de Navarra. Disponible en: <http://idena.navarra.es> [consulta 01-08-2013]
- [17] España. Ministerio de Fomento. Consejo Superior Geográfico. Introducción a las IDE. Disponible en: <http://www.01.idee.es/web/guest/introduccion-a-las-ide> [consulta 01-08-2013]
- [18] Gobierno de Navarra. Departamento de Fomento. Proyecto SIUN. Sistema de Información Urbanística de Navarra. Disponible en: <http://siun.navarra.es/contenidos/siun.aspx> [consulta 01-08-2013]
- [19] Comisión Europea. La gobernanza europea: Libro Blanco. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, 2001. Disponible en: [http://bookshop.europa.eu/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EU-Bookshop-Site/es\\_ES/-EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=KA0601001](http://bookshop.europa.eu/is-bin/INTERSHOP.enfinity/WFS/EU-Bookshop-Site/es_ES/-EUR/ViewPublication-Start?PublicationKey=KA0601001) [consulta 01-08-2013].
- [20] Navarra. «Ley Foral 11/2012, de 21 de junio, de la transparencia y del gobierno abierto». Boletín Oficial del Navarra no 125, de 28 de junio de 2012, p. 7881-7893. Disponible en: <http://www.lexnavarra.navarra.es/de-talle.asp?r=26314> [consulta 01-08-2013]
- [21] Gobierno de Navarra. SITNA Sistema de Información Territorial de Navarra. Geoportal de Navarra. Geoportal de Navarra. Disponible en: <http://sitna.navarra.es/geoportal/?lang> [consulta 01-08-2013]
- [22] Navarra. Consejo Social de Política Territorial. Disponible en: <http://nasuvinsa.es/es/observatorio-territorial-de-navarra/consejo-social-de-politica-territorial> [consulta 01-08-2013]
- [23] Navarra. Departamento de Presidencia, Justicia e Interior. Instituto Navarro de la Administración Pública. Disponible en: [http://www.navarra.es/home\\_es/Gobierno+de+Navarra/Organigrama/Los+departamentos/Presidencia+justicia+e+interior/Organigrama/Estructura+Organica/INAP/](http://www.navarra.es/home_es/Gobierno+de+Navarra/Organigrama/Los+departamentos/Presidencia+justicia+e+interior/Organigrama/Estructura+Organica/INAP/) [consulta 01-08-2013]
- [24] Fundación Moderna. El Plan MODERNA [Plan estratégico para definir un Nuevo Modelo de Desarrollo Económico para Navarra]. Disponible en: <http://www.modernanavarra.com/el-plan-moderna/> [consulta 01-08-2013]
- [25] Navarra. Decretos Forales 43/2011, 44/2011, 45/2011, 45/2011 y 47/2011 por los que se aprueban los Planes de Ordenación Territorial de Navarra. Boletín Oficial de Navarra no 145, de 21 de julio de 2011, p. 11104-11208. Disponible en: [http://www.navarra.es/home\\_es/Actualidad/BON/Boletines/2011/145/](http://www.navarra.es/home_es/Actualidad/BON/Boletines/2011/145/) [consulta 01-08-2013]



# Los puntos calientes de la delincuencia

## Un análisis de la distribución espacial del fenómeno delictivo en la ciudad de Albacete<sup>1</sup>

(\*) ESTHER FERNÁNDEZ MOLINA Y DAVID VÁZQUEZ MORALES

(\*\*) MARIO BELMONTE MANCEBO

---

### Resúmen

- **Introducción.** La literatura consagrada al estudio de la dimensión geográfica del fenómeno delictivo ha evidenciado que éste no se distribuye homogéneamente en el espacio ni en el tiempo, observando su distribución en un mapa es posible apreciar patrones que pueden resultar de gran utilidad en el desarrollo de estrategias de planificación urbana para los fines de prevención y reducción del delito. En este sentido, los Sistemas de Información Geográfica (SIG) han mostrado ser una herramienta extremadamente útil en la elaboración de los denominados «mapas de la delincuencia» que permiten acceder a imágenes rápidas y concretas del comportamiento delictivo. Objetivo. El presente estudio efectúa un análisis situacional de la delincuencia en la ciudad de Albacete con objeto de mejorar la comprensión acerca de cómo se configura espacialmente el delito, identificando patrones en el espacio y en el tiempo.
- **Métodos.** Para ello, partiendo de los datos contenidos en los expedientes de la Fiscalía del Tribunal Superior de Justicia de Castilla- La Mancha durante el 2007, empleando la tecnología SIG se han identificado los denominados Hotspots o puntos conflictivos en los que se concentra una mayor densidad de delitos, analizando a su vez en la relación entre la ubicación geográfica de ciertas categorías delictivas y espacios que han mostrado una especial vulnerabilidad social.
- **Resultados.** Los resultados obtenidos han evidenciado patrones espaciales y temporales consistentes con la investigación comparada observándose un mayor concentración de delitos en zonas con un mayor tránsito humano y en horario nocturno. Así mismo se observa que los puntos calientes de la delincuencia se hallan fuera, pero colindantes a aquellos barrios catalogados como vulnerables caracterizados por una mayor vulnerabilidad social.

### Palabras clave

Criminología ambiental, Hot spots, mapas del delito, patrones delictivos, Sistemas de Información Geográfica (SIG).

---

<sup>1</sup> Este trabajo se ha realizado con una ayuda del Plan Nacional I+D+i del Ministerio de Economía y Competitividad, «Análisis criminológico de la justicia penal en España. Una profundización sobre el proceso de producción de datos oficiales y sobre la eficacia del sistema de justicia» (DER2011-28769). Nos gustaría agradecer la ayuda prestada por parte del personal que trabaja en el Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Castilla-La Mancha - TERYSOS, en especial a Javier Sánchez y David Cifuentes. El desarrollo de su herramienta Geocoding ha agilizado y perfeccionado este análisis. Muchas gracias por la paciencia y la amabilidad con las que han respondido todas las dudas planteadas. Así mismo, nos gustaría agradecer al inspector de Policía Nacional Jesús Mayoral Peña la información suministrada sobre la estrategia policial de seguridad ciudadana desarrollada en la ciudad de Albacete.

(\*) Centro de Investigación en Criminología – Universidad de Castilla-La Mancha:  
Esther.Fdez@uclm.es

(\*\*) Instituto de Desarrollo Regional – Teledetección y SIG. Universidad de Castilla- La Mancha

## 1. INTRODUCCIÓN

La delincuencia posee un componente geográfico innegable pues la mayor parte de los delitos ocurren en lugares concretos y los perpetran personas que vienen o van a algún lugar [1]. Desde la década de los setenta todas las disciplinas que abordan el estudio de la delincuencia han reconocido que el hecho delictivo puede ser interpretado más fácilmente si se tiene en cuenta su componente geográfico [2] partiendo del supuesto teórico de que todo fenómeno social es dependiente del espacio donde sucede [3]. De este modo, si aceptamos que una parte importante de la delincuencia posee cierta lógica espacial, que los actos delictivos no son siempre fruto de la oportunidad y el azar, y que incluso, cuando lo son, los condicionantes que crean la oportunidad pueden ser incorporados en el análisis del delito y tienen valor explicativo y tal vez predictivo, el valor de la capacidad de generar registros de georreferenciación de datos delictivos se hace evidente [2]. En este sentido, y gracias a los avances tecnológicos experimentados en las últimas décadas es posible cartografiar y delimitar fácilmente la distribución espacial del delito, añadiendo al análisis otras variables consideradas relevantes.

Focalizar la atención en el nivel ambiental mediante la representación cartográfica de los delitos en el espacio urbano, gracias a la descripción gráfica del problema permite analizar en profundidad el peso específico que tiene el escenario para explicar la conducta infractora y diseñar así estrategias de intervención especializadas que garanticen una mayor eficiencia policial, permitiendo además la explicación de factores físicos y sociales que pueden estar inhibiendo o favoreciendo su presencia de delincuencia en determinadas áreas [4] [5].

El objetivo del presente estudio se centra en dos cuestiones, por un lado detectar la distribución espacial y temporal de las distintas tipologías delictivas en la ciudad de Albacete, identificando aquellas áreas de concentración de oportunidades criminales o hotspots; y por otro, analizar la relación entre dicha distribución del delito y la existencia de ciertas áreas catalogadas de especial vulnerabilidad social en base factores socioeconómicos como el índice de estudios, paro, o carencias en las viviendas.

El trabajo, con objeto de facilitar la lectura y comprensión del mismo, se estructura en varios epígrafes y subepígrafes. En primera instancia se ofrece una breve introducción al objeto de estudio así como a la pertinencia de analizar el peso específico que ostenta el escenario en la explicación de la conducta infractora. A posteriori, en el segundo epígrafe se describe el área de estudio, la muestra, las variables incluidas en el análisis y la metodología empleada. En el apartado subsecuente se exponen los resultados obtenidos mediante la aplicación de dichas técnicas, para finalmente establecer aquellas conclusiones que se ha extraído del análisis de los resultados.

### 1.1. ¿Qué es la ecología del delito?

Tradicionalmente la Criminología clásica dedicó todo su esfuerzo a profundizar en el estudio de la criminalidad desde una perspectiva etiológica que trató de identificar los factores que explican por qué un individuo se convierte en infractor. No obstante, a lo largo de los últimos 100 años se ha ido consolidando un conjunto de modelos teóricos que han dado pie a un importante núcleo de teorías criminológicas encuadradas en la categoría de la denominada Criminología ambiental, que no se interesan tanto por explicar la dimensión individual del hecho delictivo sino que se centran en valorar el nexo entre la condición de vida urbana y la delincuencia [6] [7].

Para estas teorías el nivel de análisis no es el individuo, sino las áreas en las que viven, tratando de dar respuesta a por qué determinados lugares dentro de los espacios urbanos exhiben un mayor tasa de delitos y proponen de qué forma el desarrollo urbano puede contribuir a la delincuencia [6]. El punto de partida es que los delincuentes no son sujetos que sufren alguna forma de patología que los hace diferentes del resto de los humanos, sino simplemente son sujetos que participan en comportamientos delictivos como respuesta a las condiciones sociales en las que viven en el contexto urbano [4]. Según Wortley & Mazerolle [8] existen tres aspectos relevantes referidos a la influencia del ambiente en la conducta: que todo delito suceda en un lugar lo convierte en una variable más a la hora de analizar el comportamiento; la tendencia a la concentración de los delitos en ciertos lugares y momentos concretos; la existencia de lugares que por sus características socioespaciales pueden favorecer la existencia de más oportunidades para cometer delitos.





De acuerdo con Brantingham & Brantingham [9] para que podamos afirmar que se ha producido un delito es preciso: un infractor, una víctima u objetivos, y una ley que se infringe, y la coincidencia de las tres anteriores en un tiempo y lugar concreto. Esto significa que un análisis completo del delito tiene cuatro dimensiones: la dimensión legal, la dimensión del infractor, la dimensión de la víctima/objetivo, y una dimensión espacio-temporal. La Criminología ambiental se centra precisamente en la última dimensión, la distribución espacial y temporal de los hechos delictivos. Por tanto se interesa por determinar dónde y cuándo ocurren los delitos, bajo qué influencias ambientales se producen y cómo estos conocimientos pueden ser útiles para predecir, controlar e incluso prevenir los eventos delictivos. Por su parte, el Análisis del delito emplea la información sobre los eventos delictivos para analizarlos sistemáticamente y detectar patrones y tendencias. Mientras que el análisis del delito describe patrones que ocurren en la realidad, la Criminología ambiental propone explicaciones teóricas para su comprensión [8].

La progresiva integración de los desarrollos teóricos de la Criminología ambiental, con los hallazgos que se han realizado en el día a día por los analistas del delito al estudiar los patrones de los hechos delictivos, han consolidado tanto a la Criminología ambiental como al Análisis del delito como disciplinas científicas autónomas pero a la vez altamente interdependientes, en la medida que cada una ellas informa a la otra [8] [4].

## 1.2. Los Sistemas de Información Geográfica al servicio de la Criminología

Los Sistemas de Información Geográfica (en adelante SIG) se configuran como una herramienta esencial para el estudio y seguimiento de procesos espaciales ocurridos a toda escala, integra las ventajas de las bases de datos y de los mapas tradicionales, permitiendo trabajar simultáneamente con información temática registrada en tablas que contienen información alfanumérica, y espacial en mapas o representaciones cartográficas del enclave urbano [10] proporcionando información geo-referenciada.

En el campo de estudio de la dimensión geográfica del fenómeno delictivo los SIG resultan extremadamente útiles, pues permiten la elaboración de los denominados «mapas del delito» que ofrecen una imagen rápida, concreta y fácilmente interpretable de la intensidad con la que los hechos delictivos se producen en el territorio y en el tiempo [4] [10] pudiendo inclusive llegar a interpretar el espacio urbano y morfológico que encierra a dicho impacto. Estos mapas permiten apreciar el panorama de conjunto con mucha mayor facilidad que textos o bases de datos [11].

A día de hoy en el ámbito criminológico el uso de los SIG se halla muy extendido pues la geografía de la delincuencia ya cuenta con una larga tradición académica. A partir de los años 90 y gracias al desarrollo de esta tecnología se han realizado grandes avances en las técnicas para representar geográficamente los eventos delictivos, y ha demostrado su utilidad en muchos países [10]. En España, a pesar de ser un área de trabajo que aún precisa un gran volumen de investigación empírica, los SIG han demostrado su utilidad en el estudio del delito [5] [12] [1] [13] así como en el estudio del miedo al delito y las conductas de autoprotección [10] [4].

## 1.3. Los Hotspots y su utilidad práctica en el control de la delincuencia

Los estudios empíricos han mostrado repetidamente que el delito no se distribuye homogéneamente en el espacio ni en el tiempo, observando su distribución en un mapa se aprecian patrones. Es decir, mientras que algunos lugares apenas registran delincuencia, en otros se acumulan los incidentes. Además, si se incluye la variable temporal a este análisis es posible identificar cómo los patrones espaciales pueden experimentar variaciones con el tiempo [14]. Aquellas áreas que superan el número medio de eventos delictivos de una ciudad, o en el que el riesgo de ser víctima de un delito es superior a la media son denominadas hotspots o puntos calientes de la delincuencia [15].

La aparición de los análisis de hotspots mediante mapas digitales del delito ha sido un área particularmente fructífera y ha suscitado un gran interés entre los profesionales implicados en la prevención del delito [4]. La cartografía hotspot se ha convertido en una técnica analítica muy utilizadas por la policía y los organismos de lucha

contra la delincuencia para identificar visualmente donde el delito tiende a ser más alto, facilitando así la toma de decisiones respecto a dónde dirigir e implementar recursos [16]. A partir de ahí es posible desarrollar políticas preventivas a largo plazo [5]. Este tipo de análisis se basan en la premisa de que los patrones retrospectivos de la delincuencia son un indicador útil para identificar patrones futuros, por tanto actúa como una técnica básica para predecir dónde y cuándo es más probable que ocurran ciertos delitos [16].

En este sentido, Vilalta [3] señala tres tipos de patrones espaciales y temporales del delito avalados empíricamente en diferentes países y que han sido consistentes en el tiempo. Estos son: La tendencia a la concentración geográfica de los delitos a consecuencia de la correspondiente concentración de las oportunidades criminales, la existencia de áreas en las ciudades que ofrecen mayores oportunidades para la actividad delictiva a consecuencia del descuido político, y la existencia de áreas de delincuencia endémica, es decir áreas de la ciudad que mantienen tasas de criminalidad altas y relativamente estables durante largos periodos de tiempo.

## 2. DATOS Y METODOLOGÍA

### 2.1. Descripción morfológico-social del área de estudio

El área de estudio en el que se encuadra el presente trabajo corresponde a Albacete, el municipio con un mayor número de habitantes de Castilla-La Mancha cuya población sigue creciendo paulatinamente. En 2007, año de los datos delincuenciales empleados para el análisis, según datos del Instituto Nacional de Estadística (en adelante INE) la población de esta capital de provincia ascendía a 164.771 habitantes, de los cuales el 81.442 eran hombres y el 83.329 mujeres. Esta capital de provincia ha experimentado un importante salto cuantitativo en su número de habitantes multiplicado por ocho su población entre los años 1900 y 2007, pasando de 19.711 habitantes a 164.771, el 41% del total de la población de la provincia de Albacete<sup>2</sup>. A lo largo de los años esta ciudad ha sido receptora de un gran volumen de inmigración convirtiéndose en un entorno multicultural donde según el Plan para la Integración Social del Municipio de Albacete 2012-2014 [17] conviven personas de más de 90 países. Esta ciudad se caracteriza por ser una zona cuyo principal sector de actividad son los servicios, con un 57,1% del empleo total. La tasa de actividad, según el Censo de Población y Viviendas de 2001 era de un 43,1% superando la tasa de actividad media de la región (42,1%). En cuanto al nivel formativo de la población, el 23,2% en 2001 era analfabeto y sin estudios y el 14,8% poseía estudios universitarios. Tal y como apunta el Plan para la Integración Social del Municipio de Albacete 2012-2014 [17] en base a la ordenación territorial de los servicios sociales de atención primaria del ayuntamiento de Albacete, dada su ubicación estratégica es posible dividir esta ciudad en las cinco zonas



Ilustración 1. Distribución de los barrios de Albacete.

dividir esta ciudad en las cinco zonas

<sup>2</sup> Datos del Padrón Municipal de Habitantes a 1 de enero de 2007. Fuente: INE

territoriales compuestas por un número determinado de barrios (ilustración 1).

Así mismo, tomando en consideración el Análisis urbanístico de barrios vulnerables en España realizado por el Ministerio de Fomento durante los años 1991 y 2001 [18], se han identificado cuatro zonas de la ciudad de Albacete especialmente vulnerables (ver ilustración 2). Autores como Oviedo y Rodríguez [19] señalan que la existencia de espacios vulnerables y áreas de riesgo está íntimamente relacionada con la inseguridad ciudadana y el uso del espacio público. Finalmente, delimitado por una línea roja, la ilustración también ubica lo que se ha denominado «zonas especialmente conflictivas», aquellas en las que la Comisaría de Policía Nacional de Albacete ha desplegado una estrategia de seguridad ciudadana más intensiva y una mayor presencia policial.

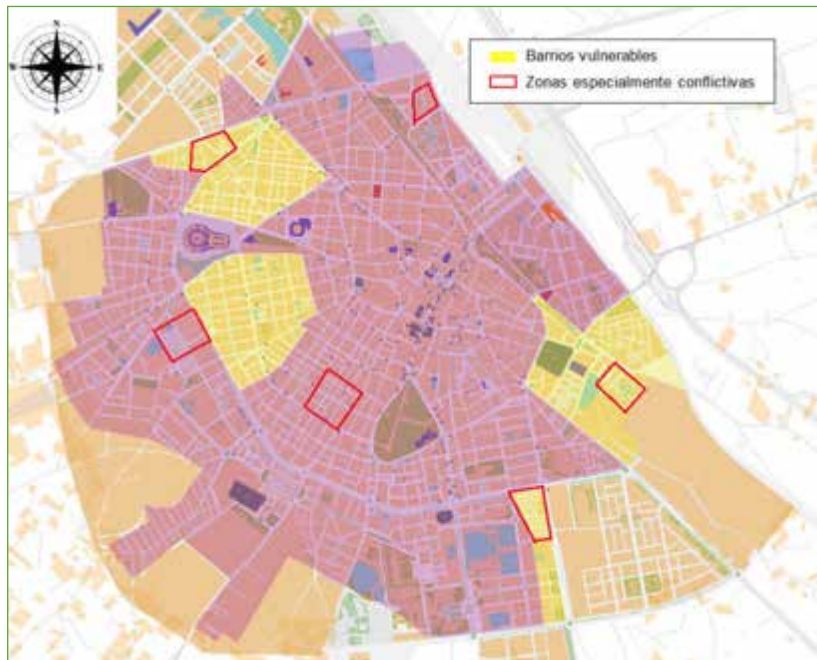


Ilustración 2. Barrios vulnerables y zonas conflictivas.

## 2.2. Muestra

Los datos empleados para este análisis situacional proceden de una investigación más amplia, en la que se analizó una muestra aleatoria de 1.111 expedientes incoados en la Fiscalía Provincial de Albacete en el año 2007, distribuidos de forma proporcional al volumen de los juzgados de instrucción consultados, con lo que se consiguió un nivel de confianza en la predicción de un 95%, con un error máximo del 0'03. Para realizar la selección aleatoria de expedientes se utilizó la aplicación Fortuny tomando como referencia el registro de asuntos penales realizado en la Fiscalía provincial de Albacete para el año 2007 (Número General de Fiscalía).

De los 1.111 expedientes algunos hacen referencia a hechos delictivos cometidos en distintas localidades de la provincia, por lo que para este análisis sólo pudieron emplearse los 489 expedientes que se refieren a hechos delictivos cometidos en la ciudad de Albacete. Así mismo, para el diseño de los mapas del delito hubo que eliminar algunos casos que no incluían información suficiente para ser georreferenciados, por lo que la muestra final quedó compuesta por 434 casos.

## 2.3. VARIABLES EMPLEADAS.

Las variables empleadas para el análisis situacional de las causas han sido:

- Hecho delictivo: esta variable hace referencia a la naturaleza del hecho delictivo que dio origen a la causa. La delimitación de la naturaleza del hecho delictivo fue realizada por el propio equipo investigador obviando la información que suministra la propia Fiscalía, en la medida que los problemas de tipificación que a veces se producen en el lugar de origen de la denuncia ha quedado suficientemente acreditada [20] y podía sesgar los resultados del análisis. Las categorías de análisis se corresponden con las conductas delictivas que las leyes penales recogen como hechos típicos.

- Lugar delito 1: esta variable hace referencia al tipo de espacio donde ha tenido lugar el hecho delictivo, en concreto los niveles de análisis son vía pública, establecimiento comercial, mercado, domicilio particular, garaje comunitario y otros.
- Lugar delito 2: esta variable hace referencia al punto exacto donde se ha cometido el delito, identificado a través del nombre y número de la calle
- Hora: esta variable hace referencia al momento del día en que se cometió el delito.

Las categorías de esta variable son: mañana, si el delito se cometió de las 8:00 a las 15:59 hs, tarde, si el delito se cometió entre las 16:00 y las 23:59 y noche si el delito se cometió entre las 0:00 hs.

- Zonas vulnerables: esta variable dicotómica identifica la zona de comisión del delito agrupándola dentro o fuera de la zona vulnerable. La consideración de zona vulnerable se ha adoptado siguiendo el criterio establecido en el Análisis urbanístico de barrios vulnerables en España realizado por el Ministerio de Fomento (ver Ilustración 2).
- Zonas conflictivas: esta variable dicotómica identifica la zona de comisión del delito agrupándola dentro o fuera de la zona conflictiva (ver Ilustración 2). Para determinar lo qué es zona conflictiva se ha contado con la información que nos ha suministrado la Comisaría Provincial de Albacete tal y como se ha explicado anteriormente.

## 2.4. Materiales

El plano de Albacete fue cedido por el Instituto de Desarrollo Regional - Teledetección y SIG (IDR UCLM) que posee la cartografía digital de la ciudad desarrollada con la tecnología que aplican los SIG. Por su utilidad para ubicar la distribución del delito dentro de la ciudad, en el plano base se incluyeron distintas capas:

- Las manzanas y parcelas de la ciudad (polígonos color marrón claro en la base del mapa).
- Las zonas verdes (polígonos color verde).
- Los ejes de calles con nombre, numeración y tipo de vía (líneas color blanco).
- Las comisarías y destacamentos policiales (polígonos color rojo).
- La red de carreteras (líneas grises).
- Las estaciones de tren y autobús (polígonos color naranja).
- Centros comerciales (polígonos azul claro) y puntos donde se ubican comercios, restaurantes, bancos y cajas de la ciudad (puntos grises).
- Instalaciones culturales (polígonos color gris)
- Instalaciones de ocio y deportivas (polígonos color morado)
- Sobre el resto de capas anteriormente mencionadas, se ha incluido una capa semitransparente que muestra la división por barrios distinguiendo entre aquellos catalogados barrios vulnerables (zonas color amarillo) y el resto de barrios de la ciudad (zonas color morado).

Para el análisis de los datos delincuenciales se utilizó el software gratuito gvSIG OA Digital edición 2010 y el IBM SPSS Statistics versión 19. Así mismo, el equipo investigador contó con el asesoramiento del personal especializado del IDR UCLM a lo largo de todo el proceso de análisis.

## 2.5. Procedimiento

En primera instancia, se revisaron los expedientes de la Fiscalía del Tribunal Superior de Justicia de Castilla-La Mancha en 2007 recogiendo en una matriz de datos del software SPSS los datos referidos a los acontecimientos delincuenciales registrados.

A posteriori, se exportó dicha matriz de datos con la referencia espacial de los delitos al programa gvSIG, la combinación de estos datos con la capa base del callejero de Albacete permitió la elaboración de un mapa del



delito<sup>5</sup>. Existen diferentes técnicas de mapeo que se pueden utilizar para identificar y analizar pautas de la delincuencia, el análisis espacial que se ha utilizado en la detección de los lugares en los que se concentra un mayor volumen de delitos en base a la tipología de los mismos corresponde a la elaboración de mapas temáticos de puntos que representan cada evento delictivo como un punto y permiten observar su distribución geográfica. Esta técnica exige una geocodificación precisa de la ubicación del lugar del delito pero proporcionan información clara y muy visual acerca de cómo se distribuye, pudiendo compararlo además con otras variables.

## 2.6. Limitaciones.

El estudio realizado no está exento de limitaciones, entre ellas conviene destacar dos aspectos. En primera instancia, los datos oficiales como los utilizados poseen un importante sesgo, pues no reflejan la situación real del delito en la ciudad, al no tener en cuenta a los delitos no denunciados o los que fortuitamente no quedaron grabados. En numerosas ocasiones se ha constatado que existe una gran cifra negra de delitos que no son denunciados por diversas cuestiones. Para ello, es preciso complementar esta información con otras fuentes como son las encuestas de victimización o de autoinforme delictivo. En segunda instancia, en cuanto al método de análisis geográfico empleado, tal y como señalan [4], a pesar de que los mapas temáticos de puntos permiten conocer cómo se distribuyen los delitos, sin análisis ulteriores, no es posible establecer si las agrupaciones son estadísticamente significativas. Otro inconveniente de este tipo de mapas es la imposibilidad de determinar si se producen en áreas más o menos pobladas lo que no posee las mismas implicaciones. El presente trabajo ha constituido una primera aproximación a la distribución geográfica del delito, un ámbito de estudio nunca explorado hasta la fecha en Albacete. No obstante, para mejorar el conocimiento y la comprensión del comportamiento del fenómeno delictivo en esta ciudad, futuros trabajos deberían avanzar paliando algunas de las limitaciones anteriormente señaladas.

## 3. RESULTADOS

A continuación se exponen los resultados del análisis. En un primer momento se hará una descripción general del análisis de los delitos cometidos en Albacete, haciendo especial referencia a algunas consideraciones espaciales y posteriormente, se presentará el análisis espacio temporal del delito empleando los mapas elaborados para tal fin.

### 3.1. Análisis descriptivo del delito en Albacete

Como puede observarse en la tabla 1 la distribución de los delitos cometido en Albacete en el año 2007 es la siguiente. Teniendo en cuenta la naturaleza de los hechos delictivos, el 67,4% de los hechos que se ponen en conocimiento de las autoridades judiciales son presuntos delitos contra la propiedad (hurtos, robos con fuerza o con violencia o intimidación, robo y/o uso de vehículo de motor o daños) mientras que el 15,7% de los hechos delictivos son posibles delitos contra las personas (lesiones, amenazas o injurias, agresión sexual y malos tratos en el ámbito familiar). Destaca también un 6,3% de los expedientes que se incoan pero en realidad no hacen referencia a ningún comportamiento delictivo.

TABLA 1  
*Distribución de los hechos delictivos. Delito cometido.*

Tipología delictiva	%
Falta de presupuesto para acometer la inversión iniciaHurto	20,9%
Robo con fuerza	21,3%

<sup>3</sup> Para realizar la georeferenciación de los distintos hechos delictivos se utilizó una herramienta desarrollada por el IDR UCLM - TERYSOS denominada «Geocoding». «Geocoding» es una herramienta basada en la automatización de llamadas al API de codificación geográfica Google. Esta herramienta gestiona los distintos estados en que Google presenta los resultados de su servicio, permitiendo la corrección visual de las coordenadas geográficas de las direcciones cuando éstas presentan discrepancias con la realidad.

Tipología delictiva	%
Robo con violencia o intimidación	7%
Robo/uso vehículo de motor	10,2%
Daños	8%
Lesiones	8,8%
Malos tratos en ámbito familiar	4,5%
Amenazas/Injurias	2,2%
Agresión sexual	0,2%
Accidente laboral	0,4%
CIBA	1,2%
Tráfico de drogas	0,4%
Desobediencia autoridad	0,4%
Otros delitos	7,8%
Varios delitos	0,4%
No delito	6,3%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

A continuación la tabla 2 hace referencia a la clasificación general de espacios que se ha realizado de manera preliminar. Así, tal y como puede comprobarse, la mayoría de los delitos parece cometerse en el espacio público. En concreto, un 42,5%, se cometen en la vía pública, un 15,1% en establecimientos comerciales y un 2,6% en el mercado; mientras que en la esfera privada tan sólo se ha constatado la comisión de hechos delictivos en un 15,7% de las ocasiones, siendo en el domicilio particular en un 11,1% y un 4,6% en los garajes comunitarios. Por su parte, un 21,2% ha quedado categorizado en el apartado otros que hacen referencia también en su mayoría a espacios públicos, como pueden ser, la estación de tren, el Hospital, bancos, restaurantes o centros culturales, e incluso algunos hacen referencia al espacio virtual, ya que algunos de los hechos se han cometido en internet.

TABLA 2  
*Espacios donde se han cometido los hechos delictivos*

Lugar	%
Vía pública	42,5%
Establecimiento comercial	15,1%
Mercado	2,6%
Domicilio particular	11,1%
Garaje comunitario	4,6%
Otros	21,2%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Finalmente si relacionamos ambas variables parece que la vía pública es el lugar donde con mayor probabilidad se suelen producir los robos ya sean con fuerza, con violencia o de vehículo de motor, así como los hurtos. Por su parte en los establecimientos comerciales suelen producirse más hurtos, robos con fuerza y daños. Ya en la esfera de lo privado en el domicilio particular es donde suceden los delitos de violencia doméstica y los robos de vivienda; mientras que en el garaje comunitario los delitos más frecuentes son los robos con fuerza y los daños.

### 3.2. Análisis espacio-temporal del delito en Albacete

Atendiendo a la localización geográfica de los delitos cometidos en Albacete (ver ilustración 3), se puede apreciar una menor incidencia en la parte inferior del mapa, condensándose principalmente en la franja central y agrupándose mayoritariamente en dos hotspots, uno en la zona centro y otro en torno al perímetro de la feria. Si se tiene en cuenta la naturaleza de los delitos analizados, se puede comprobar que los delitos contra el patrimonio tienden a agruparse en dos zonas específicas, mientras que el resto de delitos se distribuyen sin ningún patrón aparente.

Por ello, este análisis se va a centrar fundamentalmente en los delitos contra el patrimonio, en concreto se van a diferenciar entre cuatro categorías delictivas: hurto, robo con fuerza, robo con violencia o intimidación, robo con vehículo a motor que, tal y como se ha visto anteriormente, son las conductas más frecuentes (ver ilustración 4). Dentro de los delitos patrimoniales el patrón de hotspots más claro se refiere a la importante concentración de hurtos en dos zonas de la ciudad, mientras el resto de categorías se distribuyen de una forma más homogénea dificultando el establecimiento de patrones.

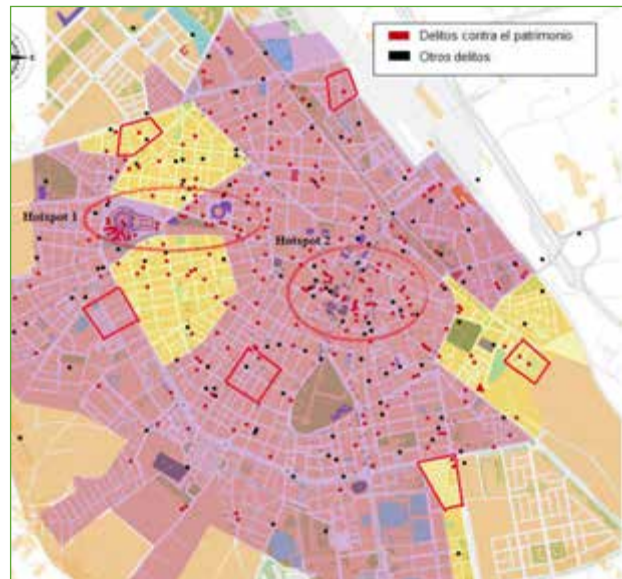


Ilustración 3. Ubicación geográfica de los delitos cometidos en Albacete

1. El primer patrón espacial se ubica en el perímetro de la feria asociado a dos espacios y dos eventos. En relación con el espacio, los delitos se concentran mayoritariamente en las inmediaciones del recinto ferial y la plaza de toros, y los eventos relacionados con estos lugares son el mercadillo de «Los invasores» y las ferias de Albacete, ambos caracterizados por importantes aglomeraciones humanas que constituyen un caldo de cultivo idóneo para este tipo de delitos.

2. El segundo patrón espacial de hotspot se ha identificado en la zona céntrica de Albacete donde se concentra el grueso de la actividad comercial y de ocio de la ciudad. En este sentido destacan dos áreas, por un lado la zona comercial, en las inmediaciones de la calle Caba y plaza Mayor, caracterizada por ser una zona de calles estrechas, repletas de establecimientos comerciales y un importante tránsito diario de viandantes, y el área de ocio denominado «la zona», en las inmediaciones de las calles Nueva, Tejares y Concepción, donde se encuentra la mayor parte de pubs y bares de la ciudad. Igualmente, la propia morfología de las calles, estrechas y muy cerradas, y la alta concentración de locales de ocio donde diariamente se forman grandes aglomeraciones supone un aliciente para la localización de estos hechos delictivos.



Imagen 1.

Una vez identificadas las áreas de concentración de oportunidades criminales, interesa analizar si los delitos

presentan algún patrón en relación con las zonas de vulnerabilidad de la ciudad que son las que aparecen sombreadas en amarillo.

Si se observa la ilustración 4, se puede comprobar que la zona vulnerable que más delitos aglutina es la zona del barrio de Fátima, seguida del barrio del Pilar, siendo precisamente las dos zonas que socialmente se consideran más vulnerables, los barrios de las 500 y las 600 viviendas, los que menos delitos concentran. No obstante, es interesante comprobar cómo no son las zonas vulnerables las que mayor concentración de delitos presentan sino las más cercanas a ellas. Así, tanto en el barrio de Franciscanos como en Feria, se aprecia la comisión de delitos de robo con fuerza y con violencia, especialmente, en las calles más cercanas a las zonas vulnerables.

Por último, y en relación con la distribución de delitos y las zonas identificadas por la Policía Nacional como conflictivas, se puede comprobar como en ninguna de estas zonas parece advertirse la comisión de hechos delictivos.

A continuación y para finalizar este apartado de descripción de resultados faltaría por exponer el análisis de la distribución espacial de los delitos a lo largo del día que, a juzgar por lo que puede observarse en la ilustración 5, ha evidenciado algunas pautas que merecen ser mencionadas. Así, se observa que por las noches se produce un aumento de los hechos delictivos, con una mayor incidencia en las zonas de ocio nocturno (zona centro y feria), mientras que por la mañana se aprecia una baja presencia de eventos ubicada principalmente en zonas comerciales entre las que destaca el mercadillo de «Los invasores» que tiene lugar cada martes. Finalmente, durante la tarde los sucesos parecen distribuirse de forma más heterogénea.

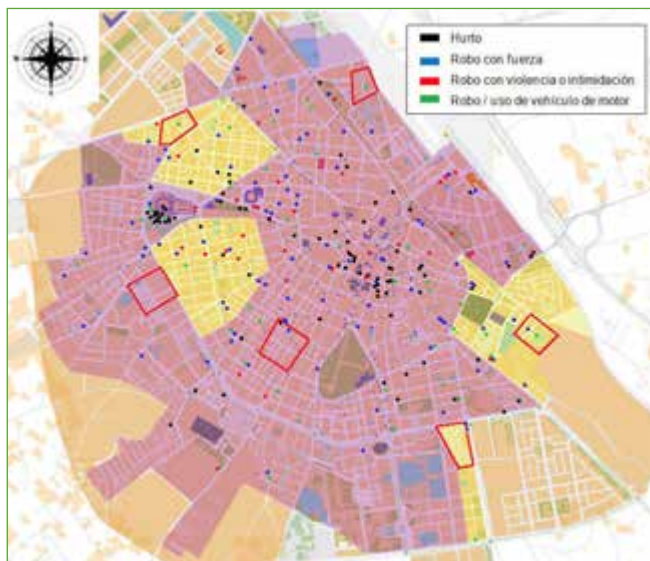


Ilustración 4. Delitos patrimoniales diferenciados por tipología delictiva

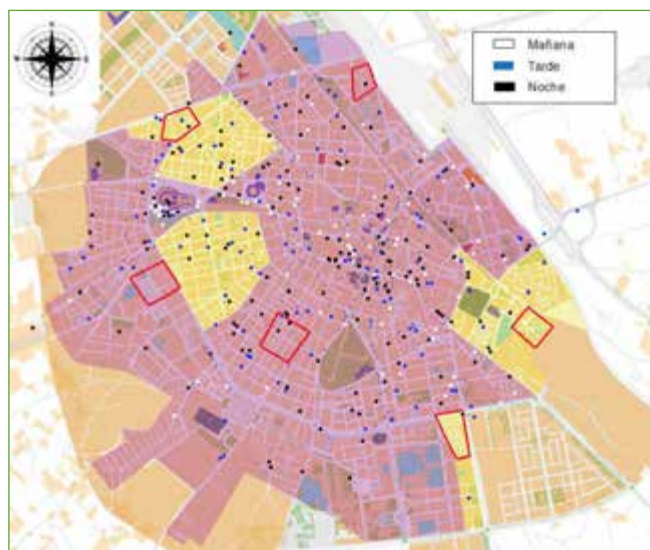


Ilustración 5. Distribución de los delitos en función de la franja horaria.

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Una vez expuestos los resultados, a continuación se discuten partiendo de los dos objetivos de la investigación:

a) *Detectar aquellas áreas de concentración de mayores oportunidades criminales.*

En cuanto a la distribución general de los delitos, como se ha podido comprobar en los mapas principalmente se agrupan a lo largo de la franja central de la ciudad que recorre del Este al Oeste, con especial intensidad en la vertiente Noroeste. En cambio resulta llamativo que en la zona Sur y suroeste de la ciudad, compuesta por los barrios de La Vereda, Santa Teresa, San Pedro Mortero, Pedro Lamata, Sepulcro Bolera, y Universidad, apenas se registran sucesos delictivos.

Esta distribución podría explicarse atendiendo al Modelo concéntrico de desarrollo de la estructura urbana de Burgess [21] que plantea que las ciudades se desarrollan a partir de un núcleo central dedicado a los negocios, creciendo en zonas concéntricas o anillos caracterizados por diferencias en el uso del terri-





torio y poblaciones socioeconómicamente diferenciadas. En este sentido, volviendo a los resultados del estudio, el área que ha mostrado registrar una menor delincuencia en Albacete coincide con lo que Burgess denomina zona residencial, un espacio en su mayoría conformado por viviendas unifamiliares o bloques de nueva construcción en el que residen en su mayoría personas con una posición económica acomodada que se desplazan diariamente a la ciudad para trabajar. En cambio, las zonas que mayor volumen de delincuencia han evidenciado se corresponden con lo que este autor llama zona de transición, principalmente los barrios de Fátima y el Pilar caracterizados en su mayoría por bloques de viviendas de antigua construcción, muy baratos y deteriorados donde se asientan los recién llegados a la ciudad con un bajo nivel adquisitivo.

Por ello los resultados obtenidos parecen apoyar que el urbanismo posee influencia en la delincuencia, pues como señalan Shaw & Mackay [4] ciertas características de los barrios de transición, como son la degradación del espacio, la heterogeneidad cultural y la movilidad constante de la población no facilitan la transmisión de valores familiares pro-sociales y control social informal. No obstante, a este respecto no es aconsejable, ni posible, realizar afirmaciones deterministas pues esta cuestión también podría guardar relación con un menor volumen poblacional concentrado en dichas zonas en comparación a las que registran mayor actividad delinqueñal. Para poder dar respuesta a esta cuestión, dado que el número de delitos no tiene las mismas implicaciones si se produce en un área poco poblada que si sucede en una zona densamente poblada, futuros análisis deberían emplear otra tipología de mapeo como son los mapas de coropletas. Esta técnica, a pesar de ser menos precisa en cuanto a la ubicación de los eventos delictivos, permite calcular el volumen de delincuencia en función del número de residentes de una parcela de la ciudad como puedan ser los barrios, distritos o áreas censales [16].

En cuanto al lugar de los sucesos delictivos lo encabeza la vía pública con un promedio superior al 42,5%, la mayor parte de los casos de índole patrimonial, especialmente hurtos (20,9%), concentrados en zonas comerciales y/o de ocio donde suele haber un mayor tránsito humano (zona de la Feria y Plaza de Toros; calle Caba y plaza Mayor; calles Nueva, Tejares y Concepción,), cuestión que favorece las aglomeraciones y por tanto mayores oportunidades para el delito. Otro factor que convierte las zonas comerciales y de ocio del centro de Albacete en especialmente crimípetas<sup>4</sup> es la morfología de las calles, muy estrechas y en ocasiones poco iluminadas. A diferencia del hurto, los robos con fuerza (21,3%) y con violencia (7%) se alejan más de las zonas comerciales y se sitúan en su mayoría colindantes a los barrios de mayor vulnerabilidad, en especial las zonas del Pilar y Fátima, considerados por la policía de especial conflictividad. A pesar de ello no se aprecia un volumen considerable de delitos, apenas presente en barrios tremendamente estigmatizados como La estrella-La milagrosa (Las 600) y Hermanos Falcó (Las 500).

b) Analizar la relación entre la distribución del delito y la existencia de diversas áreas de vulnerabilidad social. A pesar de que a través de los resultados obtenidos es posible establecer paralelismos entre la ubicación de los hotspots de la delincuencia y las zonas vulnerables, queda fuera del alcance de esta investigación poder señalar certeramente los elementos y procesos por los cuales estos espacios vulnerables guardan relación con la actividad delinqueñal. No obstante, los mapas han reflejado algunos patrones asociados a estas áreas que merecen ser mencionados. Retomando lo señalado en el punto anterior, se observa que los hotspots se encuentran cercanos a los barrios vulnerables, pero fuera o en los límites de estos. Esta cuestión podría estar relacionada con dos aspectos:

- Un mayor control policial al que estas zonas se encuentran sujetas. La existencia de puntos calientes policiales, es decir, áreas en las que hay un mayor despliegue de efectivos policiales, en otras investigaciones también han mostrado una menor incidencia delictiva [23]. No obstante para poder efectuar esta afirmación sería necesario elaborar un mapa comparado con ambas tipologías de hot spots, policiales y delinqueñales.
- El desplazamiento de delinqueñtes residentes en barrios conflictivos fuera de su entorno más inmediato donde pueden ser reconocidos, con la intención de buscar objetivos. Esta hipótesis está basada en la Teoría del patrón delictivo de Bratingham & Bratingham [9], consagrada a explorar la relación de

<sup>4</sup> Un espacio crimípeto es aquel escenario urbano que por sus especiales características físicas y arquitectónicas pudiera favorecer la comisión de ciertos delitos [22].

los delincuentes con sus entornos físicos y sociales con influencia en la elección de sus objetivos. Esta teoría afirma que los delincuentes se dedican a actividades de rutina al igual que cualquier otra persona, moviéndose entre las esferas de la casa, la escuela, el trabajo, las compras y el ocio. Durante el transcurso de sus actividades cotidianas estos observan posibles oportunidades delictivas. Por lo tanto, aquellas oportunidades que no se encuentran en áreas de tránsito habitual de los delincuentes es poco probable que sean conocidas por estos, con lo que a mayor distancia, mayor decaimiento de las oportunidades [24] [25]. No obstante, al igual que existe una distancia de decaimiento, la investigación empírica ha constatado la existencia de un perímetro de seguridad alrededor de la calle, el barrio o manzana en la que reside el delincuente, en la cual el delincuente no actúa por temor a ser reconocido. Bajo este supuesto la distancia recorrida por el delincuente dependerá de la tipología delictiva, mientras que en el caso de los hurtos y robos la mayoría de los delincuentes actúan en un radio de acción fuera, pero no demasiado alejado de su entorno habitual, en el caso de los robos en bancos el ladrón puede viajar grandes distancias para alcanzar un buen objetivo [24].

A diferencia de los delitos contra el patrimonio menos graves, como los hurtos, concentrados en lugares que ofrecen mayores oportunidades ubicados fuera de los barrios vulnerables (zonas de ocio y comerciales), los robos con mayor entidad o un componente más violento (robos con fuerza, violencia, y vehículo a motor) aparecen asociados a las zonas vulnerables, ya sea dentro o en el perímetro cercano. Esta cuestión se hace especialmente evidente en los barrios del Pilar y Fátima, contextos envejecidos que se han ido renovando por población migrante atraída por los bajos alquileres y su buena posición en el conjunto de la ciudad [18]. El carácter itinerante de su población, carente de identidad con el entorno y/o relaciones interpersonales dificulta la configuración de dinámicas protectoras derivadas de los sentimientos de identidad y la cohesión social del barrio [26].

Para finalizar es preciso señalar que el presente trabajo ha constituido una primera aproximación descriptiva de la distribución espacial de la delincuencia en la ciudad de Albacete que ha permitido avanzar en el desarrollo de nuevas hipótesis, las cuales habrán de ser contrastadas por futuras investigaciones, abriendo así una puerta a un área de estudio apenas explorado en la ciudad, con importantes implicaciones prácticas en la planificación de intervenciones y la prevención del delito.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J.M. Dávila & G. Ponce, «La distribución espacial de la delincuencia en el País Valenciano y su relación con algunas variables socioeconómicas», *Investigaciones Geográficas*, vol. 6, pp. 187-205, 1988.
- [2] G. Galdón & M. Pybus, «Crisis Económica y Gestión de la Inseguridad Ciudadana: Los Mapas de Delincuencia», *Revista Catalana de Seguretat Pública*, vol. 24, pp. 79-105, May. 2011.
- [3] C.J. Vilalta, «El robo de vehículo en la ciudad de México. Patrones espaciales y serie tiempo», *Gestión Pública y Política Pública*, vol. 20, nº 1, pp. 97-139, 2011.
- [4] L. Vozmediano & C. San Juan, *Criminología Ambiental. Ecología del Delito y de la Seguridad*. Barcelona: Editorial UOC, 2010.
- [5] M. Arnau, S. Planes & R. Tapias, «La delincuencia en la ciudad de Lleida», En P. Fraile et al. edtrs., *Paisaje ciudadano, delito y percepción de la inseguridad*, Madrid: Dykinson, 2006, 71-90.
- [6] J. Medina, *Políticas y estrategias de prevención del delito y seguridad ciudadana*, Madrid: Editorial Bdef, 2001.
- [7] J.E. Eck & D. Weisburd, «Crime places in crime theory», *Crime and place, Crime Prevention Studies*, vol. 4, p. 1-33, 1995
- [8] R. Wortley & L. Mazerolle, *Environmental Criminology and Crime analysis*. Portland, OR: Willan, 2008.
- [9] P. Brantingham & P. Brantingham, *Environmental Criminology*. Prospect Heights: Waveland Press, 1991.
- [10] L. Vozmediano & C. San Juan, «Empleo de Sistemas de Información Geográfica en el estudio del Miedo al Delito», *Revista Española de Investigación Criminológica*, vol. 2, nº 4, pp. 1-11, 2006.
- [11] M.A. Igarzabal & J.M. Borthagaray, *Mapa del delito*. Buenos Aires: Nobuko, 2007.
- [12] P. Stangeland & M.J. Garrido, *El mapa del crimen. Herramientas geográficas para policías y criminólogos*. Valencia: Tirant Lo Blanch, 2004.



- [13] F. Hernando Sanz, *Espacio y delincuencia*. Madrid: Consejo Económico y Social de Madrid, 2001.
- [14] E. Ocariz, L. Vozmediano & I. Germán, «La variable «lugar de residencia» de los menores infractores: Relevancia y propuestas para su análisis geográfico», *International E-Journal of Criminal Sciences*, vol. 1, nº. 4, pp. 1-24, 2011.
- [15] J. Eck, S. Chainey, J. Cameron & R. Wilson, *Mapping crime: Understanding hotspots*, U.S. Department of Justice, 2005.
- [16] S. Chaney, L. Tompson & S. Uhlig, «The Utility of Hotspot Mapping for Predicting Spatial Patterns of Crime», *Security Journal*, nº 21, pp. 4-28, 2008. [17] Exmo. Ayuntamiento de Albacete, *Plan para la integración Social del Municipio de Albacete, 2012-2014*
- [18] Ministerio de Fomento, *Análisis urbanístico de barrios vulnerables en España, Alabacete, 2001*.
- [19] E. Oviedo & A. Rodríguez, «Santiago una ciudad con temor», *Revista Panamericana de Salud Pública*, 5 (4 y 5), 1999.
- [20] E., Fernández, R. Vicente, J. Montañés & Gómez, D, «El proceso de producción de datos de la Fiscalía: reflexiones sobre la tipificación de los hechos», *XI Congreso Español de Sociología*, 2013.
- [21] E.W. Burgess, *The city*, University Chicago Press, 1925.
- [22] C. San Juan, A. Vergara & I. Germán, «Propiedades psicométricas de un cuestionario para la evaluación de la calidad de vida urbana y el miedo al delito», *Revista Española de Investigación Criminológica*, nº 01, pp. 1-13, 2005.
- [23] T. Rinehart, «Constructing Hot Spots Policing: Unexamined Consequences for Disadvantaged Populations and for Police Legitimacy», *Criminal Justice Policy Review*, 22 (3), pp. 350-374, 2011.
- [24] R. Block, A. Galary, D. Brice, «The journey to crime: victims and offenders converge in violent index offences in Chicago», *Security Journal*, nº 20, pp. 123-137, 2007.
- [25] J.E. Eck & D. Weisburd, «Crime places in crime theory», *Crime and place, Crime Prevention Studies*, vol. 4, p. 1-33, 1995
- [26] C.C. Carbajal, «Sistemas de información geográfica y el control de delitos en el espacio: el caso de la comuna de Santiago».



## Catálogo de geowidgets, como extensión de la plataforma WireCloud, para la explotación de servicios de la IDEE

(I) ANTONIO F RODRÍGUEZ

(II) EMILIO LÓPEZ

(III) JAVIER SORIANO

(IV) JAVIER SÁNCHEZ

### Resumen

WIRECLOUD<sup>1</sup> es un entorno basado en el concepto de plataforma de mash-up de datos, que permite la fácil composición de aplicaciones web de valor añadido, a través de interfaces de tipo widgets conducidos por eventos. Estas interfaces permiten la combinación de servicios web de fuentes de datos heterogéneos, para la creación y visualización de nuevos contenidos de valor. La plataforma está orientada a que usuarios sin conocimientos de programación sean capaces de componer interfaces web de consulta de datos de servicios web estándar.

WIRECLOUD forma parte actualmente de la plataforma de Internet del Futuro FI-WARE<sup>2</sup>, como implementación Open Source de referencia de la especificación y de la API abierta de uno de sus componentes de referencia (también denominados Generic Enablers, en adelante GE). FI-WARE es un proyecto de gran envergadura impulsado por la Comisión Europea lanzado con la industria TIC Europea en el marco de la iniciativa FI-PPP (Future Internet Public-Private Partnership). El proyecto FI-WARE persigue construir una plataforma estándar que facilite el desarrollo de aplicaciones en la Internet del Futuro.

La plataforma permite la integración de datos heterogéneos a través de widgets disponibles en diferentes catálogos que hacen posible definir comportamientos en res-



Figura 1 - Entorno Wirecloud: Catálogo de widgets, wiring y front-end.

(I) Área de Infraestructura de IG – CNIG  
afrodriguez@fomento.es

(II) Área de Informática – CNIG  
elromero@fomento.es

(III) Universidad Politécnica de Madrid  
jsoriano@fi.upm.es

(IV) GeoNaTec  
jsanchez@geonatec.com

<sup>1</sup> <http://conwet.fi.upm.es/wirecloud/>

<sup>2</sup> <http://www.fi-ware.eu/about/>

puesta a eventos generados por ellos mismos, lo que facilita enormemente la construcción rápida de interfaces web funcionales para la explotación de información.

Actualmente, la plataforma cuenta con un amplio catálogo de widgets genéricos que permiten gestionar información de plataformas como Youtube, Flickr, Twitter, plataformas SMS, etc. y visualizar dicha información mediante metáforas espaciales (e.g. Map widget), temporales (e.g. Time-Slider widget), etc.

Por otro lado, se acaba de publicar la versión beta del primer catálogo de widgets con capacidades de gestión de servicios OGC (geowidgets). Este nuevo catálogo de geowidgets va a permitir disponer de una nueva herramienta de explotación de servicios que puede fomentar la generación de valor a partir de los servicios disponibles en las diferentes IDE.

La propuesta de valor que aporta la herramienta a la comunidad IDE se basa en los siguientes puntos principales:

- Facilitar el uso y explotación de los servicios de las IDE: El catálogo de geowidgets permitirá a usuarios con conocimientos de determinadas IDE, componer interfaces web de explotación de servicios sin necesidad de tener conocimientos de programación.
- Facilitar la combinación de datos de la IDE con otras fuentes de servicios: Debido a que los geowidgets se pueden combinar con otros widgets existentes.
- Promover el descubrimiento de nuevos casos de uso (innovación por experimentación): La plataforma está orientada a una experiencia de usuario que facilite el descubrimiento de las posibilidades de interconexión entre servicios.
- Generar comunidad: permitiendo la compartición de widgets, catálogos y paneles, tanto en fases de explotación, como de desarrollo.

Durante la presentación se describirá el estado actual del proyecto, se explorarán sus capacidades, y se realizará una pequeña demo de la versión beta del Catálogo de geowidgets actual utilizando servicios de la IDEE.

### Palabras clave

Wirecloud, mash-up, widgets, eventos, servicios OGC, plataforma, explotación, fi-ware, generic enabler (GE), wiring, front-end

# Implantación de un servidor SOS para la publicación de datos de sensores medioambientales en la IDE OTALEX-C

(\*) NACHO BRODIN, CARLOS SÁNCHEZ y JORGE GASPAR SANZ  
(\*\*) PEDRO VIVAS

---

## Resumen

El proyecto IDE OTALEX está financiado por el programa europeo INTERREG III A y su objetivo es estudiar y mostrar la realidad del territorio, compuesto por las regiones del Alentejo en Portugal y Extremadura en España, separado convencionalmente por una frontera administrativa pero unido por sus características físicas, ambientales, sociales y económicas.

La fase actual del proyecto denominada OTALEX C, tiene como objetivo que la IDE OTALEX actual contemple los resultados de estudios medioambientales, por lo que es necesario la catalogación, estandarización, geoprocésamiento, la publicación de datos procedentes de sensores medioambientales, así como la publicación de mapas temáticos de isóneas y mapas continuos procedentes de la interpolación de los datos de sensores medioambientales.

En la actualidad se está trabajando en esta fase. La primera parte del proyecto ha consistido en la transformación y carga de datos en la base de datos central (PostGIS) mediante procesos ETL con la herramienta GeoKettle.

Por otra parte, para hacer posible la estandarización e integración de los datos procedentes de los sensores y teniendo en cuenta la iniciativa SWE (Sensor Web Enablement), uno de los objetivos del proyecto será la implantación de un servidor SOS integrado en la arquitectura actual del proyecto IDE OTALEX, así como la implantación de un cliente SOS embebido en el Geoportal que permitirá la visualización y consulta de los datos de los sensores.

También se generarán mapas temáticos puntuales y de isóneas por cada uno de los observables medidos en los sensores para ser publicados posteriormente a través de la especificación WMS y visualizados en el Visor de Mapas de la IDE OTALEX.

En la presentación se presentarán los trabajos realizados hasta la fecha, compartiendo los resultados obtenidos, los problemas detectados y las soluciones adoptadas.

## ABSTRACT

OTALEX SDI project is funded by the INTERREG III European programme and its main objective is to study and expose the reality of the land composed by Alentejo region in Portugal and Extremadura in Spain. Both regions, administrative are separated by country frontiers but share physical, environmental, social and economic characteristics.

Current project phase is called OTALEX C and its focused on giving to OTALEX SDI the ability to show the results of environmental studies. It's necessary to catalogue, standardize, geoprocess and publish data from environmental sensors, as well as publishing thematic contour and continuous maps derived from the interpolation of these sensors data.

The first part of the project was the development of processes to load an heterogeneous group of data from different types of sensors into a central repository using Open Source and self developed ETL(Extract Transform and Load) tools.

---

(\*) PRODEVELOP – Valencia:  
ibrodin@prodevelop.es, csanchez@prodevelop.es, jsanz@prodevelop.es

(\*\*) Centro Nacional de Información Geográfica – Instituto Geográfico Nacional:  
manuel.gambin@carm.es, juanantonio.lopez@carm.es, antonioa.clemente@carm.es

A Sensor Observation Service server was deployed and integrated into the OTALEX infrastructure. At this time, the technical team is working on the development of a SOS client to let users query and visualize SOS servers besides the OTALEX repository of environmental data.

On the other hand, besides the punctual SOS data, the geoportal will share thematic maps (coropleth and contours) for all observed properties gathered and at any time (aggregated per day). The maps are published using WMS standard and accessed through the OTALEX geoportal as new layers per observed property.

This talk will present an updated status of all the work done, results and issues.

### Palabras clave

Jornadas, IDE, Portugal, España, IDE-OTALEX, sensores medioambientales, procesos ETL, SWE, Servidor SOS, WMS

## 1. INTRODUCCIÓN

El proyecto IDE OTALEX está financiado por el programa europeo INTERREG III A y su objetivo es estudiar y mostrar la realidad del territorio, compuesto por las regiones del Alentejo en Portugal y Extremadura en España, separado convencionalmente por una frontera administrativa pero unido por sus características físicas, ambientales, sociales y económicas. La web del proyecto es: [www.ideotalex.eu](http://www.ideotalex.eu).

La fase actual del proyecto denominada OTALEX C, tiene como objetivo que la IDE OTALEX contemple los resultados de estudios medioambientales, por lo que es necesario la catalogación, estandarización, geoprocesamiento, la publicación de datos procedentes de sensores medioambientales, así como la publicación de mapas temáticos de isolíneas y mapas continuos procedentes de la interpolación de los datos de sensores.

En la actualidad se está trabajando en esta fase y se espera que los trabajos estén finalizados e integrados a finales de 2013.

## 2. TECNOLOGÍAS UTILIZADAS

Para llevar a cabo el proyecto se ha evolucionado el código existente del Geoportal y las tecnologías existentes, utilizando otras tecnologías 100% open source. Así las tecnologías utilizadas para el desarrollo del presente proyecto han sido:

- Subversion[1]: Sistema de control de código fuente para el versionado, branching, edición concurrente, parches, etc.
- Apache HTTP[2] como servidor web
- Apache Tomcat[3] como Contenedor de Servlets
- PostgreSQL/PostGIS[4][5] como servidor de bases de datos para alojamiento del repositorio de información geoespacial



Figura 1. Acceso actual a la IDE-OTALEX



- GeoServer[6] como servidor de mapas para publicación de servicios WFS y WMS
- OpenLayers[7] como cliente Web JavaScript de mapas y aplicaciones geográficas
- 52th North[8] como servidor SWE para publicación de servicios SOS, SOS-T
- GeoKettle[10] como herramienta para la carga y transformación de datos geospaciales Procesos ETL y control de calidad de los datos.
- Java + Jsoup[17] Lenguaje de programación y librería de «web scrapping» (en español «Rascado de la red») que se utiliza para obtener datos ya publicados en internet. Se ha elaborado un programa que trata estos datos y los inserta en la base de datos SOS que ha sido creada en la base de datos PostgreSQL.

### 3. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO REALIZADO

Se ha creado un sistema que permite la automatización de la catalogación, estandarización, geoprocesamiento y publicación en la IDE OTALEX-C de los datos heterogéneos procedentes de los sensores con información ambiental, medioambiental y radiológica en el ámbito del territorio OTALEX-C: Alentejo, Extremadura y región centro del proyecto. Este sistema permite de una manera automática el almacenamiento de los datos procedentes de las observaciones de los sensores medioambientales en la base de datos central de la IDE de OTALEX-C (PostGIS), la posibilidad del acceso al histórico de datos así como la actualización periódica de éstos y su publicación en tiempo real en la IDE OTALEX-C.

A continuación se describen las fases del proyecto:

- Captura de datos generados por fuentes de datos propias del proyecto
- Captura de datos de fuentes externas
- Configuración del servidor SOS
- Transformación y carga de datos al repositorio central
- Publicación de mapas temáticos
- Implementación de un cliente SOS
- Actualización del geoportal

Para la captura de datos internos del proyecto, se ha adquirido una estación medioambiental portátil que mide los siguientes parámetros en tiempo real:

- Dirección y velocidad del viento
- Presión atmosférica,
- Humedad relativa del aire
- Temperatura
- Radiación IR, UV, Beta y Gamma.

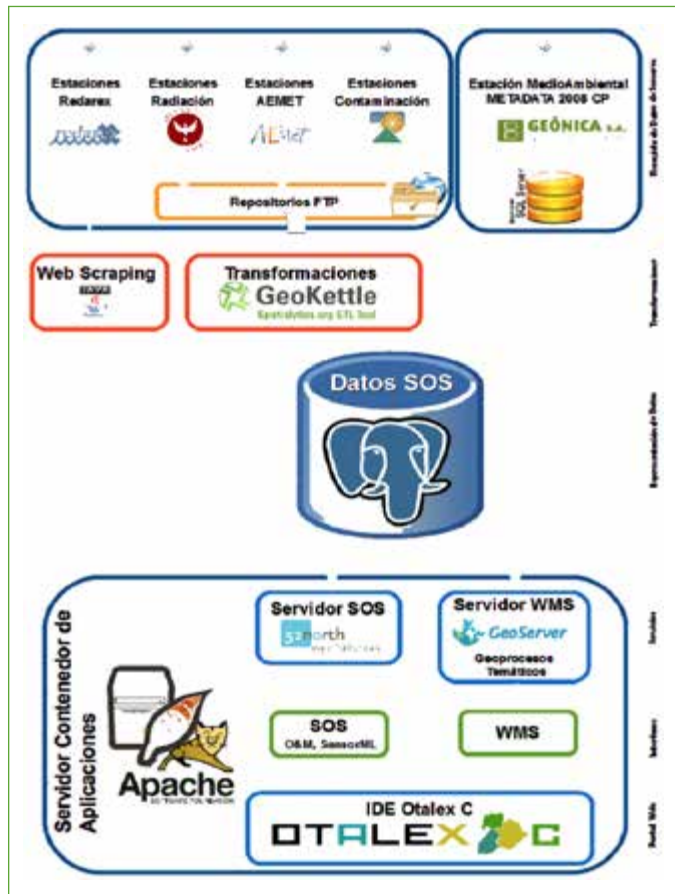


Figura 2. Tecnologías utilizadas para añadir SOS a OTALEX C.

Para el acceso a datos de fuentes internas procedentes de la estación medioambiental portátil también se utilizará procesos ETL que permitan integrar las observaciones almacenadas en la base de datos ACCESS/SQL Server por el programa GEONICA SUITE en el repositorio centraCaptura de datos internos de datos del proyecto OTALEX-C.

Estos procesos ETL desarrollados en GeoKettle son capaces accediendo a la base de datos Access/SQL Server de descubrir los sensores pertenecientes a la estación para registrarlos en el servidor SOS del proyecto. El proceso ETL para incorporar las estaciones a registrar se muestra en la imagen siguiente.



Figura 3. Transferencia de información de la estación meteorológica.

La estación medioambiental transmite la información mediante GPRS a una estación de trabajo que almacena la información en una base de datos propia. Esta base de datos será consultada mediante los procesos de transformación que se detallarán más adelante.

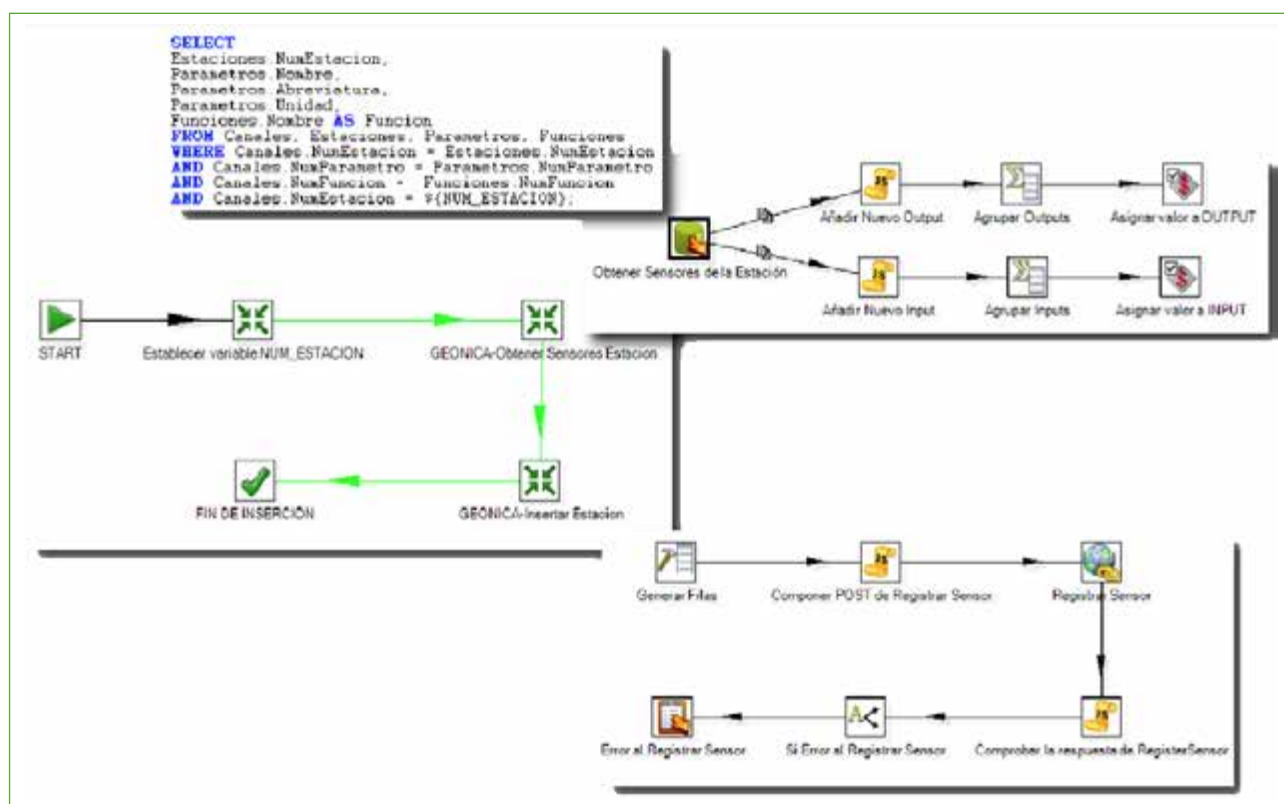


Figura 4. Carga y Transformación de de datos con GeoKettle

### 3.1. Fuentes de datos externas

Se ha llevado a cabo el estudio, análisis y reutilización de los datos de las fuentes ambientales de los siguiente datos externos:

- Agencia Española de Meteorología: AEMET[11] dispone de un servidor de ficheros ftp con el propósito de que la información meteorológica y climatológica generada en el uso de sus funciones oficiales sea accesible como un servicio de pago. En este servidor dispone de acceso a un amplio conjunto de datos de observación, boletines del Sistema Mundial de Telecomunicaciones de la OMM, datos de radiación solar, ozono, contaminación de fondo, radar, rayos, modelos numéricos de predicción y series climatológicas de la Agencia Estatal de Meteorología. En el ámbito del proyecto de OTALEX se encuentran 51 estaciones dentro de comunidad de Extremadura que proporcionan información al proyecto. Los datos que van a ser procesados de los que ofrece AEMET para publicarlos en el servicio SOS de OTALEX C son:

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. Temperatura                       | 9. Dióxido de Nitrógeno NO <sub>2</sub> |
| 2. Velocidad Viento                  | 10. Partículas PM10                     |
| 3. Dirección Viento                  | 11. Radiación IR                        |
| 4. Presión Atmosférica               | 12. Radiación UV-B                      |
| 5. Precipitaciones                   | 13. Radiación Difusa                    |
| 6. Insolación                        | 14. Radiación Directa                   |
| 7. Dióxido de Azufre SO <sub>2</sub> | 15. Radiación Global                    |
| 8. Monóxido de Nitrógeno NO          |   |

Estos datos no van a ser actualizados al cerrarse el ftp de Aemet, por tanto quedarán solo como histórico en la base de datos.

- Red de Asesoramiento al Regante de Extremadura: REDAREX[12]. En Extremadura se han instalado 22 estaciones agrometeorológicas completas, que se suman a las 10 que ya poseía la Consejería de Agricultura a través del Servicio de Investigación y Desarrollo Tecnológico. Por tanto, la Región cuenta con un total de más de 32 estaciones, que cubren la totalidad de las Zonas Regables actuales y futuras. Se ha realizado un proceso de reciclado «web scrapping» para obtener los datos publicados en la web <http://sw-aperos.juntaex.es/redarex/> e insertarlos en la base de datos SOS del proyecto Otalex, ya que no se encuentran publicados en un formato estándar. De las estaciones correspondientes a esta red se capturan los datos correspondientes a:

- |                      |                          |
|----------------------|--------------------------|
| 16. Temperatura      | 19. Velocidad del Viento |
| 17. Humedad Relativa | 20. Dirección Viento     |
| 18. Pluviómetro      | 21. Radiación Solar      |

Estos datos al estar ya publicados en la página web de Redarex necesitan del proceso previo de web scrapping para poder obtener los datos, luego tratarlos y finalmente introducirlos dentro de la base de datos a través del servicio SOS de 52North.

- Datos recogidos por la Universidad de Évora. Para incorporar estos datos se realizarán procesos ETL a partir de un fichero que se publica vía FTP. Esta estación ubicada en Portugal proporcionará los datos siguientes:

- |                    |                                    |
|--------------------|------------------------------------|
| • Temperatura      | • Radiación Atmosférica            |
| • Humedad          | • Radiación Ultravioleta UVA y UVB |
| • Viento           | • Radiación Infraroja IR           |
| • Radiación Solar  | • Radiación Solar                  |
| • Radiación Difusa |                                    |

- Red Extremeña de Protección e Investigación de Calidad del Aire. REPICA[13] es una red para la vigilancia e investigación de la calidad del aire en el entorno regional, diseñada y gestionada por la Junta de Extremadura (Consejería de Agricultura, Desarrollo Rural, Medio Ambiente y Energía) con la colaboración de la Universidad de Extremadura (grupo de investigación AQUIMA, Análisis Químico del Medio Ambiente). La incorporación de estos datos al servicio SOS se realizará vía FTP descargando los ficheros que contienen cada uno las medidas tomadas por una estación concreta durante una semana. Estos ficheros se actualizan regularmente e introducen en la base de datos mediante un proceso ETL. Dispone de 6 estaciones de las cuales se va a obtener las observaciones de las siguientes propiedades observadas:

- Dióxido de Azufre SO<sub>2</sub>
- Monóxido de Carbono CO
- Monóxido de Nitrógeno NO
- Dióxido de Nitrógeno NO<sub>2</sub>
- Concentración Total de Nitrógeno NOX
- Ozono O<sub>3</sub>
- Benzeno BENZ
- Velocidad Viento
- Dirección Viento
- Temperatura
- Humedad Relativa

### 3.2. Repositorio central de la base de datos

Sobre una base de datos PostgreSQL 9.1 se ha creado un esquema para albergar toda la información proporcionada por las redes de sensores. Además se ha creado un esquema en el que se han definido vistas que ofrecen una simplificación de la información apta para ser consumida por el servidor de mapas temáticos como más adelante se detallará.

### 3.3. Instalación de un servidor SOS

Una vez identificadas las fuentes de datos y previo a la carga de los mismos, fue necesario la instalación y configuración del servidor SOS de 52 north. Esto es así porque se ha utilizado el estándar SOS-T para la inserción de la información en la base de datos. Es decir, en lugar de insertar directamente la información en la base de datos, haciendo por tanto dependiente el proceso del esquema de ésta, se ha utilizado un estándar que abstrae el proceso del esquema de la base de datos, permitiendo mantener el proceso, aún variando el software SOS o la base de datos que soporta el sistema.

En concreto se ha instalado la última de las releases de la serie 3.x del servidor, la cual soporta tanto el estándar SOS 2.0 como el SOS 1.0. No se ha utilizado la versión 4.0 porque solo soporta la versión 2.0 del estándar e impone limitaciones técnicas, más allá de que se trata de una versión no estable todavía.

### 3.4. Transformación de datos procedentes de sensores heterogéneos externos

Para la extracción, transformación y carga de datos en el repositorio central PostgreSQL/PostGIS del proyecto OTALEX-C, tanto de los procedentes de la estación medioambiental portátil, así como de fuentes de datos externas, se han diseñado procesos ETL (Extraction, Transformation & Load) utilizando el proyecto open source GeoKettle así como procesos desarrollados ad-hoc para poder hacer la extracción (scrapping) de orígenes de datos en formato HTML.

Tanto los procesos en GeoKettle como estos últimos y tal como se ha comentado en el punto anterior se insertan en la base de datos mediante llamadas HTTP al servidor SOS.

Un ejemplo de la inserción de observaciones en el servicio SOS consiste en una llamada al servidor SOS de tipo HTTP POST proporcionando el XML siguiente:

```

<InsertObservation xmlns="http://www.opengis.net/sos/1.0" xmlns:ows="http://www.opengis.net/ows/1.1"
  xmlns:ogc="http://www.opengis.net/ogc" xmlns:om="http://www.opengis.net/om/1.0"
  xmlns:sos="http://www.opengis.net/sos/1.0" xmlns:sa="http://www.opengis.net/sampling/1.0"
  xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml" xmlns:swe="http://www.opengis.net/swe/1.0.1"
  xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.opengis.net/sos/1.0 http://schemas.opengis.net/sos/1.0.0/sosInsert.xsd
  http://www.opengis.net/sampling/1.0 http://schemas.opengis.net/sampling/1.0.0/sampling.xsd
  http://www.opengis.net/om/1.0
  http://schemas.opengis.net/om/1.0.0/extensions/observationSpecialization_override.xsd"

  service="SOS" version="1.0.0">

  <AssignedSensorId>urn:ogc:object:feature:Sensor:aemet-badajoz-3410</AssignedSensorId>

  <om:Measurement>
    <om:samplingTime>
      <gml:TimeInstant>
        <gml:timePosition>2012-06-14T'00:00:00.000Z</gml:timePosition>

        </gml:TimeInstant>
      </om:samplingTime>

    <om:procedure xlink:href="urn:ogc:object:feature:Sensor:aemet-badajoz-3410" />

    <om:observedProperty xlink:href="urn:ogc:def:phenomenon:OGC:1.0.30:DirViento" />

    <om:featureOfInterest>
      <sa:SamplingPoint gml:id="foi-aemet-badajoz-3410">
        <gml:name>Estación Badajoz</gml:name>
        <sa:sampledFeature xlink:href="Estación Badajoz"/>
        <sa:position>
          <gml:Point>
            <gml:pos srsName="urn:ogc:def:crs:EPSG::4326">
              38.5243 -6.5815
            </gml:pos>
          </gml:Point>
        </sa:position>
      </sa:SamplingPoint>
    </om:featureOfInterest>
    <om:result uom="m">30</om:result>
  </om:Measurement>
</InsertObservation>

```

### 3.5. Publicación de mapas temáticos

En OTALEX se está utilizando GeoServer como servidor de mapas WMS/WFS. Este servidor ha introducido en sus últimas versiones dos funcionalidades que permiten agilizar y simplificar de forma significativa este proceso. Las dos características son las capas SQL[14] y las transformaciones de renderizado[15].

### 3.6. Capas SQL

Estas capas se definen no como una tabla o vista de una base de datos, sino directamente como una consulta SQL que además admite parámetros. Esto es, en la sentencia SQL de acceso a los datos se introducen variables a las cuales se les da un valor por defecto pero que pueden ser definidas como un parámetro en la petición GetMap (ver

figura). De este modo se pueden definir capas que obtengan datos en función de un parámetro fecha que traerá de la base de datos la información adecuada para un momento solicitado. Además, a cada parámetro se le puede asignar una expresión regular de validación, con el objetivo de evitar ataques de inyección SQL.



Figura 5: Capa SQL con parámetro fecha

### 3.7. Transformaciones de renderizado

GeoServer ha agregado capacidades de geoprocésamiento mediante la adición al proyecto del plugin de Web Processing Service. Este plugin permite por tanto publicar geoprocésos mediante estándares y compartir en definitiva funcionalidades de análisis geoespacial en la web. Aprovechando que se dispone de esta funcionalidad, los desarrolladores de este servidor de mapas han agregado la capacidad de definir geoprocésos a la definición de estilos SLD. De este modo, se ejecutan geoprocésos durante el renderizado de los mapas en peticiones GetMap del estándar WMS.

Es decir, se permite generar visualizaciones alternativas directamente en la definición del estilo de la capa, sin necesidad de alterar el origen de datos. Actualmente se soportan tres procesos:

- Creación de mapas de calor
- Interpolación de Barnes[16]
- Creación de curvas de nivel a partir de una imagen raster

En nuestro caso esto permite generar mapas de interpolación a partir de una capa de puntos con la medida de una variable medioambiental. Un segundo estilo permite concatenar el proceso de interpolación al de generación de curvas de nivel con lo que tenemos tres estilos para la capa de puntos que podemos unir en el visor:

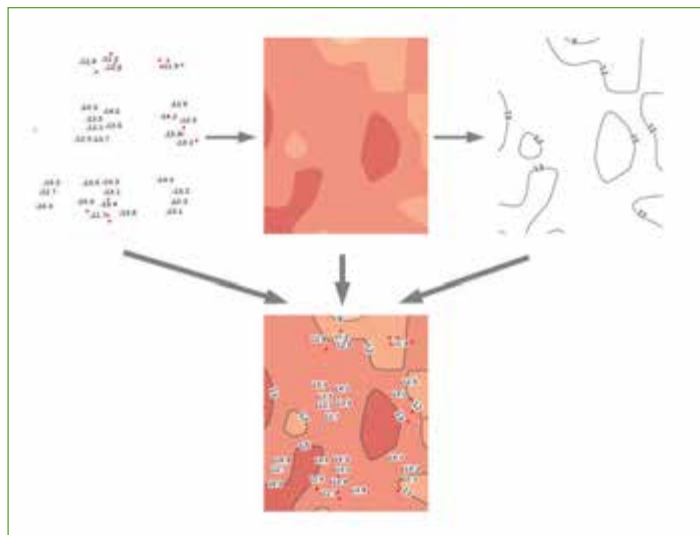


Figura 6. Composición de estilos con transformaciones de renderizado



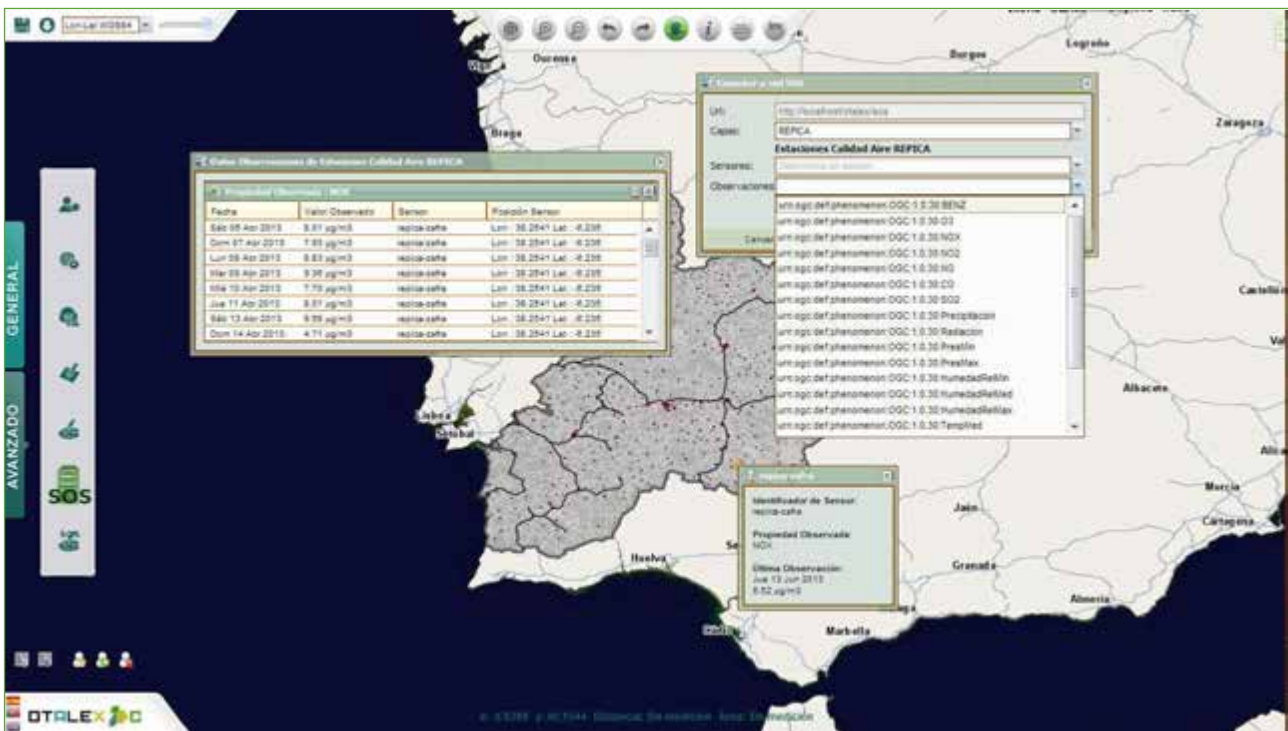


Figura 8. Cliente SOS en el geoportal de OTALEX-C.

Aparte de mostrar los datos en la tabla, la nueva capa de puntos se visualiza en el mapa, permitiendo seleccionar uno de los puntos, que representa un sensor, para pedirle información de la última observación.

#### 4. CONCLUSIONES

Actualmente el proyecto está en fase de implantación. A partir del proyecto se pueden sacar algunas conclusiones de utilidad:

- Es necesario que las administraciones publiquen la información recogida por sus redes de sensores.
- Es necesario que lo hagan en formatos estructurados y consistentes para poder integrarlos en servicios que añadan valor.
- La utilización de protocolos y estándares SWE permiten no solo el consumo, sino también la alimentación de información medioambiental de forma interoperable e independiente del sistema de almacenamiento de la misma.
- GeoServer dispone de la funcionalidad necesaria para publicar información medioambiental de forma dinámica y accesible mediante estándares, evitando procesos intermedios que incrementarían la complejidad del sistema sensiblemente.

#### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Subversion: <http://subversion.tigris.org/>
- [2] Apache HTTP: <http://httpd.apache.org/>
- [3] Apache Tomcat: <http://tomcat.apache.org/>
- [4] PostgreSQL: <http://www.postgresql.org/>
- [5] PostGIS: <http://postgis.org/>





- [6] GeoServer: <http://geoserver.org>
- [7] OpenLayers: <http://openlayers.org>
- [8] 52 north SOS: <http://52north.org/communities/sensorweb/sos/index.html>
- [9] Deegree catalog: <http://deegree.org/>
- [10] GeoKettle: <http://www.spatialytics.org/projects/geokettle/>
- [11] AEMET: <http://www.aemet.es>
- [12] REDAREX: <http://aym.juntaex.es/servicios/redarex/>
- [13] REPICA: <http://xtr.extremambiente.es/repica/index.html>
- [14] Capas SQL: <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/data/database/sqlview.html>
- [15] Transformaciones de renderizado: <http://docs.geoserver.org/stable/en/user/styling/sld-extensions/rendering-transform.html>
- [16] A Technique for Maximizing Details in Numerical Weather Map Analysis, Stanley L. Barnes: <http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0450%281964%29003%3C0396%3AATFMDI%3E2.0.CO%3B2>
- [17] Librería de Web Scrapping JSOUP: <http://jsoup.org/>



# Acceso ágil a redes de sensores

## Un caso de estudio de monitorización de datos de calidad del aire y meteorológicos

(\*) SERGI TRILLES, LAURA DÍAZ y JOAQUÍN HUERTA

---

### Resumen

Estamos siendo testigos del creciente despliegue de redes de sensores que miden el estado físico del medio ambiente en el que vivimos. Estas redes proporcionan grandes volúmenes de datos en muchos formatos diferentes, resoluciones y escalas. Los datos pueden ser de diferente tipo y carácter, en este artículo se trabaja únicamente con dos tipos, meteorológicos y de calidad del aire.

En el presente trabajo, se pretende incrementar la interoperabilidad y accesibilidad de estos datos para que los usuarios puedan utilizarlos en diferentes escenarios y con variedad de necesidades dependiendo del lugar y tiempo específico. El objetivo deriva en la publicación de estos tipos de datos ambientales y facilitando el acceso a ellos, mediante servicios que proporcionan una entrada estructurada para el consumo en dispositivos ligeros, como los teléfonos móviles.

### Palabras clave

Sensores de calidad del aire, sensores meteorológicos, dispositivos móviles, RESTful, IoT, SOS.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día hay muchos tipos de sensores que miden una amplia variedad de valores ambientales. Debido a una creciente preocupación por el cambio climático, existe una demanda de estos sensores que se desplegarán para vigilar el medio ambiente para un desarrollo sostenible de las ciudades y una mejora de la calidad de la vida humana. Se encuentran, por ejemplo, sensores de calidad del aire, desplegadas en las zonas urbanas, industriales o rurales. Tener acceso interoperable a estos datos ambientales y la integración de éstos en las herramientas de análisis es fundamental para extraer información útil para ayudar en la gestión y la reducción de los problemas que son causados, por ejemplo, por los contaminantes de las industrias o por el tráfico [1].

El objetivo de este proyecto es facilitar el acceso interoperable a diferentes fuentes de datos, el uso de interfaces estándares y ágiles que permitan un fácil acceso. Para ello, se utilizan los estándares Open Geospatial Con-

---

(\*) INIT – DLSI – UJI:  
strilles@uji.es, ldiaz@uji.es, huerta@uji.es

sortium (OGC), siguiendo la arquitectura INSPIRE [2]. Esta incluye datos ambientales relacionados con 34 temas, en la cual están, las redes de transporte, la cobertura del suelo e hidrografía. INSPIRE proporciona una parte importante de la contribución europea a un Sistema de Observación Global de la Tierra (GEOSS). Se utilizan formatos estándares tales como el Service Observation Sensor (SOS). SOS proporciona una interfaz de servicios web estandarizados que permiten a los clientes acceder a las descripciones de sensores asociados y sus observaciones recogidas [3].

Se proporciona otros tipos de interfaces capaces de aligerar el uso de este tipo de datos para ser consumidos en los dispositivos más restrictivos, tales como teléfonos móviles, aunque sin comprometer las normas de interoperabilidad. Se ha diseñado una interfaz Representational State Transfer (REST), siguiendo los principios de Internet of Things (IoT) [4] y en relación con las diferentes normas para definir los datos del sensor, como las observaciones mediante el estándar Observations & Measurements (O&M) y el modelo para describir un sensor, Sensor Model Languages (SensorML) [5]. Por último se añade la elaboración de clientes para su visualización.

## 2. BACKGROUND

En este apartado, se presenta algunos conceptos que se utilizan para el desarrollo del trabajo, tales como: Sensor Web Enablement (SWE), servicios RESTful o IoT.

### 2.1. Sensor Web Enablement (SWE)

La tendencia actual consiste en implementar y organizar la Información Geoespacial (IG) en las conocidas Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) [4]. Para aumentar la eficiencia y la interoperabilidad de IG, muchas iniciativas regionales y mundiales trabajan en el establecimiento de normas y acuerdos abiertos.

Las IDEs están formadas por los servicios web interoperables, que tienen por objetivo la mejora de la disponibilidad de los datos espaciales, y su uso eficiente entre sistemas y organizaciones. Las IDEs se dividen en tres capas: contenidos, servicios y aplicaciones. En este trabajo, se ha desarrollado cada una de estas partes. La capa de contenido tiene los datos, modelos y metadatos. La capa de servicios contiene diferentes servicios, tales como: descubrimiento, vista, descarga, publicación e invocación. Por último, la capa de aplicación contiene los clientes para los usuarios finales.

Los esfuerzos para normalizar la interoperabilidad están encabezados por la OGC. OGC pretende definir estándares abiertos e interoperables dentro de los IG y la World Wide Web (WWW). El OGC estableció el Sensor Web Enablement (SWE) como un conjunto de especificaciones relacionadas con sensores, los modelos de datos y los servicios web para sensores que permitan hacerlos accesibles y controlables a través de la Web [6]. El SWE nace, con el fin de estandarizar los sensores y sus observaciones, mejorando su descubrimiento y acceso mediante web. El núcleo del SWE incluye lo siguiente: O&M, SensorML, SOS, Transducer Model Language (TransducerML), Sensor Planning Service (SPS), Servicio de Alerta Sensor (SAS), Web Notification Services (WNS). Pero en este trabajo se utilizan sólo los tres primeros, que se detallan a continuación:

- O&M: modelo mediante un esquema XML utilizado para codificar las observaciones y mediciones de un sensor, en tiempo real e histórico.
- SensorML: modelo mediante un esquema XML utilizado para la descripción de los sistemas y procesos de sensores, proporciona la información necesaria para el descubrimiento de los sensores, la ubicación de las observaciones, el procesamiento de las observaciones del sensor a bajo nivel, y el listado de propiedades de cada sensor disponibles.
- SOS: interfaz de servicios web estándar para la solicitud, filtrado y recuperación de las observaciones y la información de cada sensor. Este es el intermediario entre un cliente y el almacenamiento de las observaciones.

## 2.2. Servicios para interfaces ligeras

RESTful [7] es una arquitectura de aplicaciones distribuidas en un servidor. REST se basa en tres conceptos: la representación, el estado y la transferencia, se detallan cada uno de ellos:

- Representación: es un modelo arquitectónico de cómo se distribuyen los recursos de aplicaciones. Estas representaciones se transfieren entre clientes y servidores.
- Estado: el estado necesario para completar la solicitud deberán ir provistas de la solicitud.
- Transferencia: las representaciones y el estado se transfieren entre el cliente y los servidores.

RESTful es un modelo arquitectónico que puede ser implementado de manera eficiente como una combinación del Hypertext Transfer Protocol (HTTP) y TCP/IP. Con la creación de instancias RESTful, las peticiones HTTP se utilizan para transferir representaciones de recursos entre clientes y servidores. Los Uniform Resource Identifier (URI) se utilizan para codificar los estados de transacción.

Con estos URIs, podemos identificar un sensor, si se siguen los principios de la Internet de las Cosas (IoT) y Web of Things (WoT), un sensor se convertirá en un «sensor inteligente» [8]. IoT describe un concepto en el que el mundo de los objetos reales, se integra en el mundo virtual de los bits y bytes. Este término primero fue utilizado en un artículo de David Brock en 2001 [9]. El término WoT describe la evolución de la IoT [10], el cual se integra estándares web [11].

## 3. CALIDAD DEL AIRE, DATOS METEOROLÓGICOS Y ZONA DE ESTUDIO

En este trabajo se tratan con dos fuentes de datos, Meteoclimatic y calidad del aire de la red de Valencia.

### 3.1. Información voluntaria de sensores: meteoclimatic

Meteoclimatic es una gran red de estaciones meteorológicas no profesionales, que toman mediciones automáticas en tiempo real. La red Meteoclimatic se extiende a través de: Península Ibérica, los dos archipiélagos, el sur de Francia y África cerca del Estrecho de Gibraltar. Actualmente hay más de 1000 estaciones (Imagen1).



Imagen 1. Mapa de las estaciones de la red Meteoclimatic

Meteoclimatic mide componentes meteorológicos tales como la temperatura, humedad, viento, la presión, la precipitación o la radiación. La frecuencia de actualización es irregular y varía de cada uno de los sensores, pero la más habitual es cada 10 minutos.

### 3.2. Información oficial de sensores: red de calidad del aire de la generalitat valenciana

Aparte de los sensores de Meteoclimatic, también se han incluido sensores de calidad del aire, provenientes de la red de la calidad del aire de la Comunidad Valenciana<sup>1</sup>. Se trata de una red de estaciones que realizan un seguimiento de los niveles de los distintos contaminantes y elementos meteorológicos en las zonas urbanas, rurales e industriales, extendiéndose dicho control a todo el territorio de la Comunidad Valenciana.

Los contaminantes que son capaces de medir son los siguientes: el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), monóxido de nitrógeno (NO), dióxido de nitrógeno (NO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO), ozono (O<sub>3</sub>), el benceno (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) y otros hidrocarburos tales como tolueno y xileno; las partículas de diámetro inferior a 10 micras (PM<sub>10</sub>), de 2,5 micras (PM 2.5) y de 1 micra (PM<sub>1</sub>). También se analizan los metales como el arsénico, el níquel, el cadmio, el plomo y los hidrocarburos aromáticos y policíclicos en fracciones de PM<sub>10</sub>. Algunas estaciones también tienen sensores meteorológicos para diversos parámetros, tales como la velocidad y dirección del viento, humedad relativa, radiación solar, presión atmosférica y la precipitación.

En la actualidad, la red de calidad del aire tiene 61 estaciones que están en funcionamiento: 24 en Castellón, 24 en Valencia y 13 en Alicante (Imagen 2). Estos datos se publican en un sitio web que se valida y actualiza cada hora con los datos que se han obtenido cada 2-3 horas antes.



Imagen 2. Mapa de las 61 estaciones de calidad del aire en la red Valencia

<sup>1</sup> <http://www.cma.gva.es>

#### 4. DISEÑO DEL SISTEMA

En los últimos años, la tecnología de la información ha pasado a arquitecturas orientadas a servicios y la computación distribuida. Esta tendencia se aplica a las IDEs actuales que ofrecen la posibilidad de acceder a los recursos geoespaciales distribuidos y heterogéneos. En este sistema, se sigue la arquitectura técnica INSPIRE, que contiene tres capas [2]: capa de contenido, la capa de servicio y la capa de aplicación. En la capa superior residen los usuarios y las aplicaciones (clientes). En la capa media residen todos los servicios que proporcionan la funcionalidad requerida, tales como la accesibilidad y el procesamiento de los datos. Y en la capa inferior residen los datos en sí.

El sistema opera en las tres capas de la arquitectura. En la capa de contenido, tenemos que elaborar un pre-procesamiento para integrar diferentes fuentes y aglutinarlo en un sistema único. En la capa de servicios, se quiere interrelacionar las diferentes fuentes, (geo) visualizar y procesar datos para obtener información útil, como pueden ser: índices de generación o predicciones como las concentraciones de contaminantes en un área. Además, el sistema permite el acceso a estos servicios desde cualquier dispositivo que tenga acceso a Internet, desde un escritorio, web o aplicación móvil, teniendo como objetivo el acceso ágil a la información. En la capa de aplicación, se dispone de la aplicación cliente para consumir los servicios de la capa anterior.

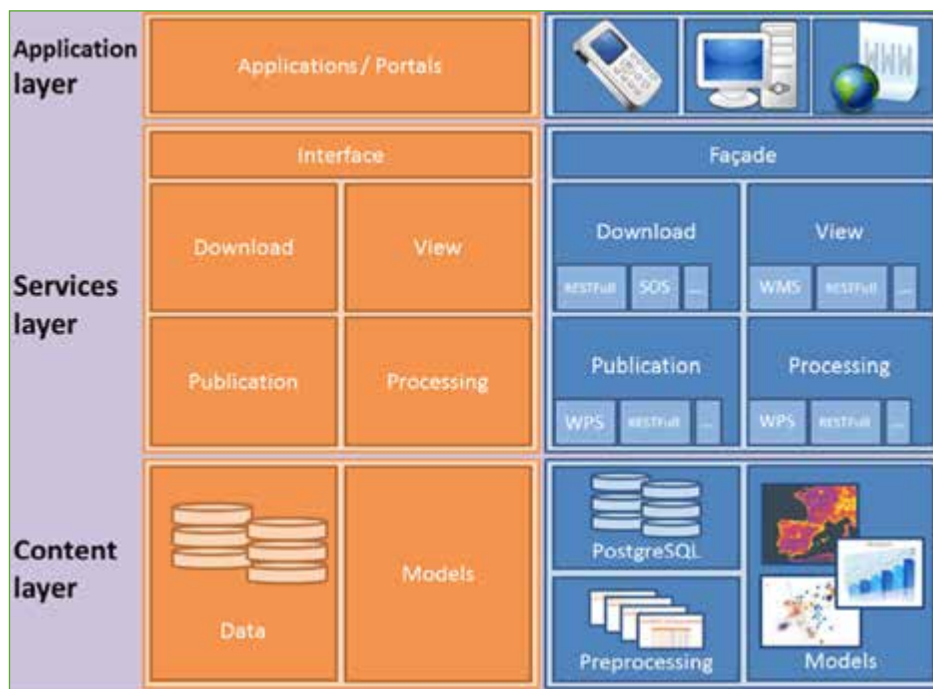


Imagen 3. Arquitectura del sistema

La Imagen 3 muestra la arquitectura conceptual del sistema. En el lado izquierdo, se muestra la vista conceptual de la arquitectura del sistema. En la capa de contenido, están los datos, obtenidos de las diferentes fuentes sensoriales. Además también se prevé añadir modelos científicos, los cuales se podrán utilizar para modelar y procesar los datos. En la capa de servicios, se han agregado los cuatro servicios INSPIRE, descarga, servicio de visualización, publicación de servicios y servicios de procesamiento. Por último, en la capa de aplicación, se dispone de aplicaciones y portales para la visualización de información.

En el lado derecho de la figura, hay una visión más tecnológica del sistema propuesto. En la parte inferior, se encuentra el módulo de pre-procesamiento, donde el sistema implementa la preparación y la integración de la información en diferentes estructuras, como bases de datos.

Una vez que los datos han sido procesados, éstos se insertan en la base de datos. Se ha usado PostgreSQL<sup>2</sup> para la gestión de bases de datos.

En la parte central de la derecha de la imagen se indican los servicios utilizados. Se han utilizado diferentes servicios que siguen los estándares, tales como, SOS, Servicio de Procesamiento Web (WPS) [12], Web Map Service (WMS) [13] y otras interfaces livianos de datos y, tales como, RESTFul.

En la parte superior derecha de la figura, se muestra la interacción con el usuario a través de las aplicaciones de cliente. En este primer enfoque, y debido a la creciente demanda en dispositivos móviles, se ha desarrollado una aplicación cliente y utilizando servicios con interfaces más ligeras para una comunicación eficiente.

## 5. IMPLEMENTACIÓN

En este apartado se detallaran los aspectos más relacionados con la implementación del trabajo. En primer lugar, existe un pre-paso para la integración de datos de diversas fuentes. A continuación, se habla acerca de los servicios específicos, que son capaces de servir los datos en la forma que se detalla. Por último, se muestra un ejemplo del desarrollo de un cliente.

### 5.1. Modelo de datos y pre-preprocesado

Como primer paso para construir el sistema propuesto, se han preparado las bases de datos. Para ello se realizan varios pasos de preprocesamiento para preparar e integrar diferentes fuentes de datos. Se han preparado dos interfaces diferentes (REST y SOS), hemos puesto en marcha dos módulos diferentes. A pesar de que son dos módulos diferentes, los módulos se ejecutan concurrentemente.

#### 5.1.1. Módulo de publicación en bases de datos

Para crear la interfaz REST, se ha implementado un módulo (Imagen 4) capaz de conectarse a los sitios web enunciados anteriormente, para obtener las observaciones y almacenarlos en nuestra base de datos.

Este módulo tiene dos sub módulos diferentes, uno se encarga de la recuperación de datos y otro de conectar con la base de datos. El módulo de recuperación de datos es responsable de la extracción de los datos de calidad del aire directamente desde las estaciones. De esta manera, este módulo es responsable de la conexión y el procesamiento de los datos para su almacenamiento. Mediante este módulo se permite la expansión del sistema para añadir nuevas fuentes de datos.

El conector de la base de datos es responsable de la conexión a la base de datos y

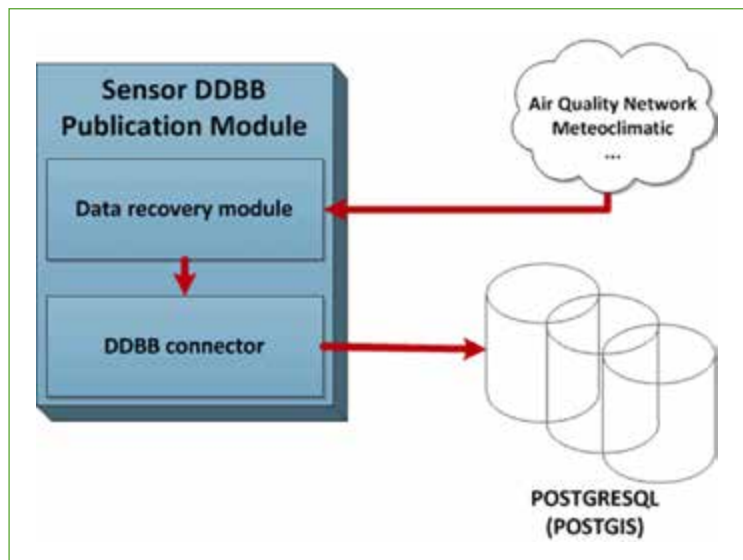


Imagen 4. Sensor Módulo de publicación BBDD.

<sup>2</sup> PostgreSQL: El proyecto PostgreSQL. <http://www.postgresql.org>

<sup>3</sup> PostGIS: El proyecto PostGIS. <http://postgis.refrations.net/>



lleva a cabo inserciones. Se utilizó PostgreSQL con PostGis<sup>3</sup> para la base de datos. Se almacena toda la información de cada sensor, tales como: la ubicación, dirección, código, etc. También se almacenan todas las observaciones con cada uno de los componentes de medición.

### 5.1.2. Módulo de publicación SOS

Para crear el servicio SOS, se ha implementado un módulo capaz de publicar en un servidor de SOS los diferentes sensores y observaciones. Este módulo está integrado en el Service Factory GEOSS (GSF) tool [15]. GSF es nuestra propuesta para desarrollar un servicio de publicación genérica para ayudar a los usuarios expertos y ocasionales.

El módulo integra tres módulos secundarios: recuperación de datos, gestión de datos y el adaptador para el transaccional del SOS (SOS-T) (figura 5).

El módulo de recuperación es igual al del punto anterior. El módulo de gestión de datos es responsable de codificar las inserciones de las observaciones para publicar más adelante en el servicio de SOS. Adaptador de SOS-T se encarga de establecer la conexión con el servicio SOS y permite la publicación de nuevos sensores y observaciones.

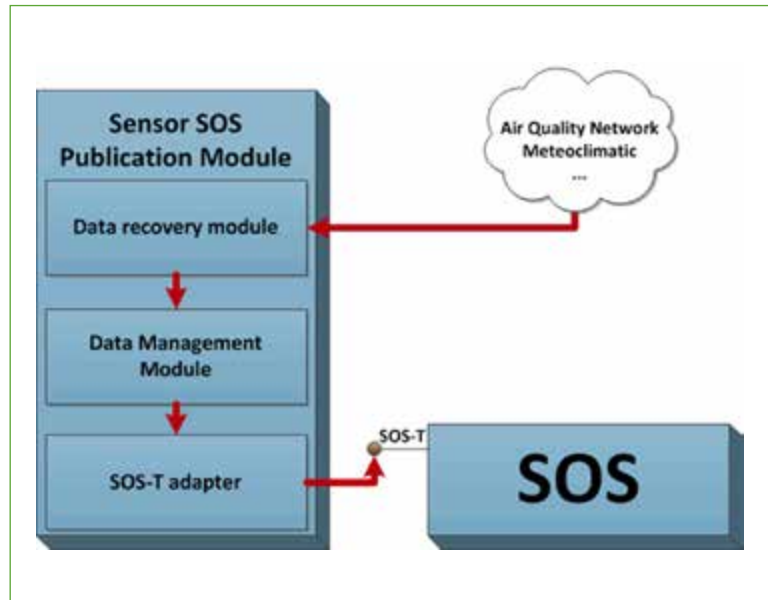


Imagen 5. Sensor Módulo de publicación SOS

Adaptador de SOS-T incluye dos operaciones: RegisterSensor y InsertObservation. La operación RegisterSensor permite registrar nuevos sensores con el SOS a través de la interfaz de servicio mediante el envío de la descripción del sensor (SensorML). La operación InsertObservation permite introducir nuevas observaciones.

## 5.2. Servicios

Esta sección detalla los diferentes servicios creados para el consumo de los datos descritos. Como ya se anunció, se ha creado una interfaz REST, esta interfaz se adapta a los servicios SWE. Además, se ha creado un servicio de SOS y un servicio capaz de devolver KML.

### 5.2.1. Servicios RESTFUL

En una primera aproximación al acceso y servicio de descarga, hemos diseñado un servicio que implementa una interfaz REST, capaz de servir los datos de forma estructural, con lo que se mejora la interoperabilidad al acceder a los datos. Interfaz de REST es un modelo arquitectónico que puede ser implementado de manera eficiente como una combinación del Protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP) y TCP/IP. Además, la interfaz REST ofrece un mejor acceso desde cualquier dispositivo, incluso desde teléfonos móviles [16] con características reducidas.

Se ha elegido un servicio web RESTful para desarrollar un sistema que sigue el paradigma de la IoT y más concretamente Web de las Cosas (WoT). WoT es la evolución de la IoT [17], que utiliza los estándares web, como una implementación RESTful. En el concepto WoT, los servicios web representan los objetos cotidianos, los cuales pasan a ser «cosas inteligentes» [8].

El RESTful permite el acceso a los recursos del sensor mediante Uniform Resource Identifier (URI). El servicio permite obtener la lista con todos los sensores y las observaciones de datos del sensor. El formato de salida es JavaScript Object Notation (JSON)<sup>4</sup>. JSON tiene la ventaja de ser más compacto que el eXtensible Markup Language (XML). Está basado en un formato de intercambio de datos ligero, de lectura y escritura para los seres humanos, así como analizable y generable para máquinas [18].

Los datos del sensor se devuelven al acceder al recurso correspondiente. El patrón de la URI se define como:

*http:// <servidor> / <sensorId> / <metodo>*

- servidor: es el punto de entrada de la plataforma de sensor. Se proporciona el conjunto de sensores al acceder.
- sensorId: se refiere a un identificador de un sensor específico. Cuando se accede a este recurso se devuelven los datos del sensor indicado.
- metodo: se indica el tipo de método para obtener los datos del sensor.

Por ejemplo, el método, «datos», enumera las observaciones para el sensorID indicado. Este método permite que las consultas entre las dos fechas y diferentes componentes, con los parámetros «date1», «date2» y «comp». En este caso se devuelve una lista.

El modelo O& se utiliza para representar e intercambiar los resultados. La salida tiene el formato de JSON en lugar de XML. El elemento de datos se genera mediante el uso de una plantilla que se almacena en la plataforma de sensores.

### 5.2.2. Sensor Observation Service

El sistema también proporciona una interfaz de SOS que garantiza una interfaz estándar capaz de utilizar los datos del sensor en una forma interoperable. Se ha utilizado la implementación de 52North. SOS tiene tres operaciones básicas que proporcionan la funcionalidad básica: GetCapabilities, DescribeSensor y GetObservation.

La operación GetCapabilities devuelve una descripción acerca de la interfaz de servicio y los datos de los sensores disponibles. La operación DescribeSensor devuelve una descripción de un sensor, la respuesta es codificada mediante el formato SensorML. La operación GetObservation proporciona acceso a las observaciones de los sensores a través de una consulta espacio-temporal.

### 5.2.3. Datos vectoriales de sensores

Se ha diseñado una operación RESTful capaz de exportar los datos a Keyhole Markup Language<sup>5</sup> (KML) (Imagen 8). Esta operación tiene 3 parámetros, «date1» con la fecha inicial, «date2» con la fecha límite y el componente («comp») para mostrar.

El archivo KML generado muestra columnas gráficas para cada sensor, variando su color para los tres niveles definidos: bajo, normal y alto. El KML permite su reproducción en Google Earth<sup>6</sup> y podemos ver los valores de cada sensor toma durante las fechas indicadas.



Imagen 6. Ejemplo de representación KML.

<sup>4</sup> <http://json.org/>

<sup>5</sup> <https://developers.google.com/kml/documentation/>

<sup>6</sup> <http://www.google.es/intl/ca/earth/>



Imagen 7. aplicación cliente (WP7)

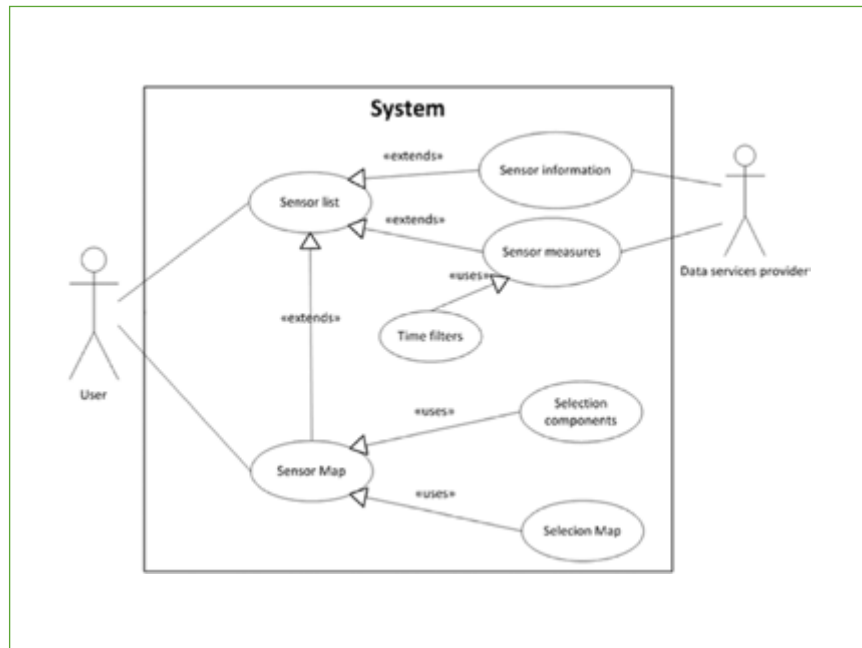


Imagen 8. diagrama de caso de uso

### 5.3. Aplicación cliente

Se ha creado una aplicación para el sistema operativo Windows Phone 7 (Imagen 7). La Imagen 8 muestra los diferentes casos de uso de la aplicación móvil. La aplicación tiene dos usos prácticos. El primer uso, es capaz de enumerar todos los sensores y los usuarios pueden consultar la información del sensor, además pueden acceder a las observaciones actuales e históricas. Hay filtros de tiempo para una búsqueda más exacta. Adicionalmente, la aplicación ofrece la posibilidad de localizar los sensores en el mapa y visualizar los valores más recientes para cada sensor, donde los usuarios pueden seleccionar los valores físicos medidos a mostrar y seleccionar el tipo de cartografía.

## 6. EXPERIMENTACIÓN

Durante el mes de Junio de 2012, se declararon dos incendios en la Comunidad Valenciana fueron especialmente críticas debido a su tamaño y agresividad. El primero de ellos se originó en Cortes de Pallars (Imagen 9). El fuego se inició el 28 de junio, y el resultado fue de 26.643 hectáreas quemadas. El segundo incendio se declaró en Andilla (Imagen 10) y comenzó el 29 de junio, este resultó de 19.940 hectáreas quemadas. Los dos incendios fueron controlados el 6 de julio.

Según [19], uno de las principales síntomas de fuego es el incremento de los ciertos contaminantes, entre ellos están: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO, NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>) y las partículas en el aire (PM<sub>x</sub>).



Imagen 9. incendios en la región de Valencia en el verano de 2012 y los sensores utilizados.

El monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno son generados por la quema de combustibles fósiles y de biomasa. Sin embargo, el aumento de partículas es la muestra más relevante cuando se produce un incendio [19], ya que se propagan a través del humo. Utilizando nuestro sistema, los usuarios podrían detectar varios indicadores que advertir a ellos de la existencia de incendios. Hemos tomado los dos sensores más cercanos a las regiones afectadas para ser capaz de medir el mayor número de contaminantes mencionados anteriormente.

Para el fuego de Cortes de Pallars, tomamos un sensor ubicado en un pueblo vecino llamado Bunyol, y visualizamos las observaciones de 27 de junio y 29 y 7 de julio a las 6 de la mañana. Para el fuego de Andilla, hemos seleccionado un sensor en un pueblo vecino, llamado Villar del Arzobispo, situado a pocos kilómetros de la región quemada. Para este incendio, se realizaron observaciones el 27 y 30 de junio y el 7 de julio, también a las 6 de la mañana. Los días elegidos, en ambos casos, se corresponden con el período anterior al incendio, el día comenzó el fuego y después de la neutralización del fuego.

El primer sensor, el de Bunyol, puede medir los siguientes elementos: partículas (PM1, PM2.5 y PM10), SO<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y O<sub>3</sub>. De éstas, las partículas, CO, NO, NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub> están directamente relacionados con los efectos de un incendio forestal. El segundo sensor, en Villar del Arzobispo, puede medir los siguientes elementos: partículas (PM1, PM2.5 y PM10), SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y O<sub>3</sub>. En este caso las partículas, NO, NO<sub>2</sub> y NO<sub>x</sub>, son las que están directamente relacionadas con los efectos de un incendio.

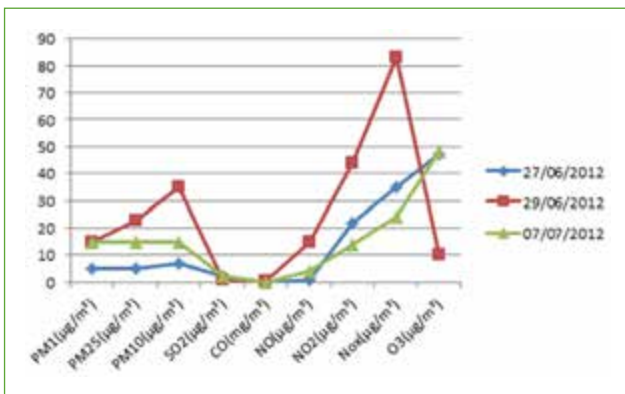


Imagen 10. Gráfico con las observaciones del sensor de Bunyol.

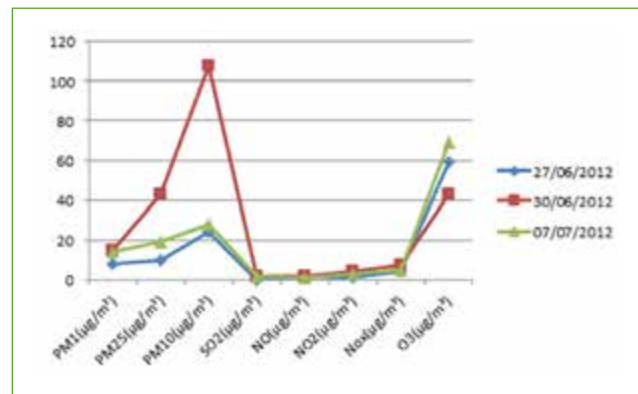


Imagen 11. Gráfico con las observaciones del sensor de Villar del Arzobispo.

En los gráficos anteriores (figuras 10-11) vemos que el 29 y el 30 junio aumentaron significativamente los niveles de partículas (PM10, PM2.5, PM1). En el caso de partículas de 10 micras y 2,5 micras, vemos que el 7 de julio el nivel ha vuelto a su normalidad, pero las de 1 micra, debido al menor peso, las partículas todavía están suspensión. La Imagen 12 muestra diferentes mapas de calor para PM1 (Imagen 12(a)), PM2.5 (Imagen 12(b)), PM10 (Imagen 12(c)) y NO<sub>x</sub> (Imagen 12(d)). Como hemos visto los niveles de los cuatro componentes ha aumentado en la zona del incendio. Los mapas de calor en partículas (Imagen 12(a)(b)(c)) muestran cómo las partículas se mueven hacia el oeste debido al viento. Por otro lado, el mapa de calor del NO<sub>x</sub> (Imagen 12(d)) muestra un aumento en esa área quemada para este componente.

También pudimos observar un aumento significativo de los óxidos de nitrógeno en los dos sensores durante los incendios forestales, especialmente en el sensor de Buñol. Vemos que cuando el fuego ha sido controlado, los valores de los óxidos de nitrógeno son similares al primer día, al igual que al de monóxido de carbono (CO) que sólo está disponible en el sensor de Buñol y que se incrementaron en un 10% durante el incendio. Hemos visto que, cuando se declararon dos incendios, en los dos sensores más cercanos, la emisión de partículas en el aire y los óxidos de nitrógeno aumentaron sensiblemente y cuando se controlaron los índices de incendios volvieron a su estado inicial. El nivel de partículas y óxidos de nitrógeno aumento cuando se produjeron los incendios, de acuerdo con [19], de modo que nuestro sistema es capaz de monitorizar y detectar un incendio cercano a un sensor.

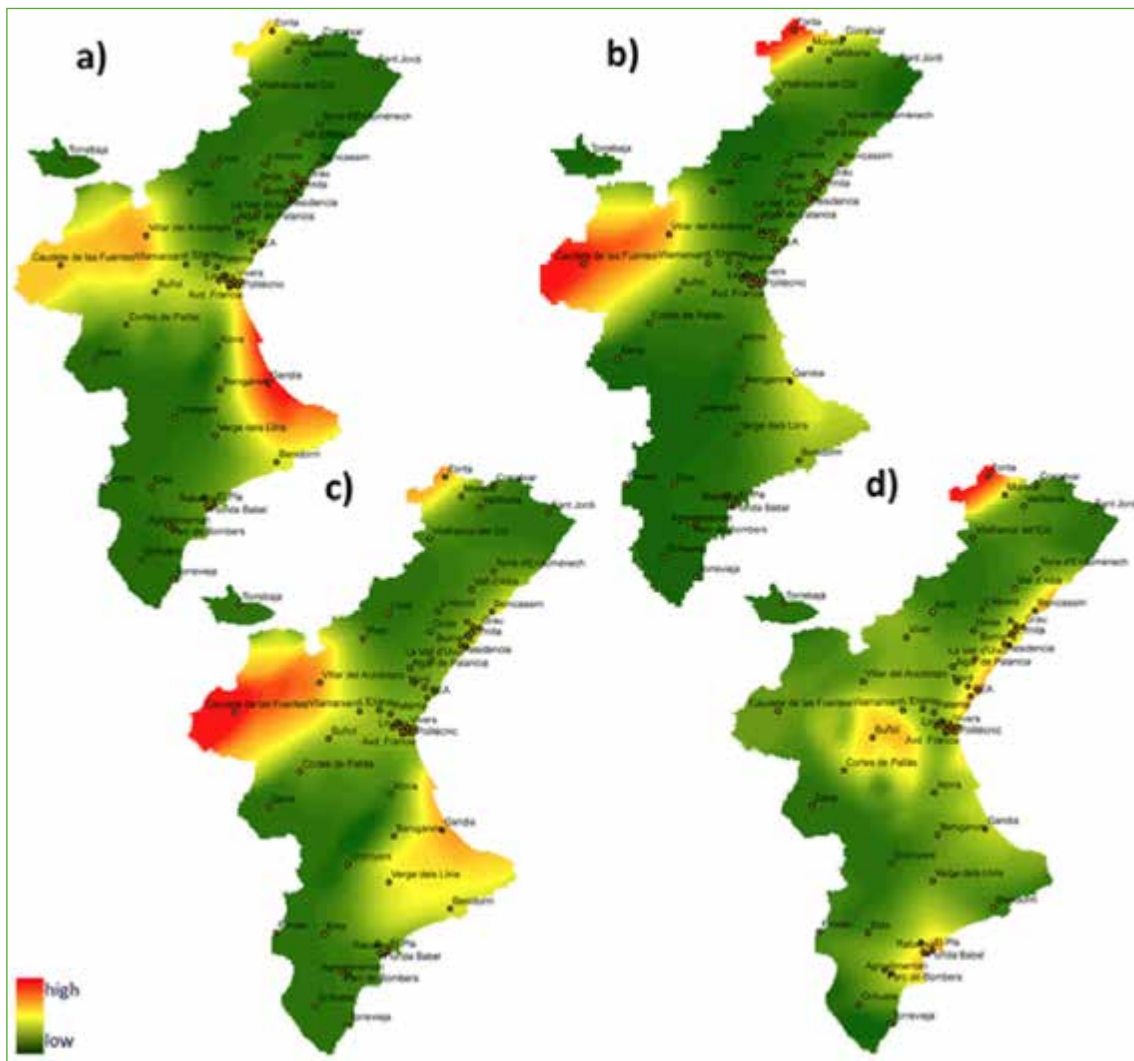


Imagen 12: (a) Heat Map PM1 (27 de abril). (b) El Mapa PM10 (27 de abril). (c) mapa de calor PM2, 5 (27 de abril). (d) mapa de calor Nox (27 de abril).

## 7. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha propuesto una arquitectura orientada a servicios para implementar una aplicación, que organiza el flujo de trabajo para la gestión de una red de sensores. Hemos propuesto un sistema que tiene como objetivo la integración de los datos que se ofrecen de forma estructurada e interoperable. Además, la capa de servicio en nuestra aplicación se ha mejorado con un módulo que implementa el patrón de diseño de façade, y actúa como un «middleware» entre el cliente y los servicios para aumentar la interoperabilidad mediante la aplicación de varias interfaces y ayudan a los usuarios obtener información más fácil.

Utilizamos diferentes interfaces (SOS, RESTful...) lo que mejora la interoperabilidad. El servicio RESTful es capaz de representar a cada sensor por un URI (WOT) . Pero, además somos capaces de mantener el estándar de SIG de los datos sensoriales (SensorML y O&M). Se ha implementado un cliente móvil para los usuarios interactuar con la funcionalidad ofrecida y poder acceder y visualizar los datos de la red de sensor seleccionado. Para demostrar la funcionalidad y viabilidad de nuestro sistema que hemos descrito un experimento en el que podemos detectar incendios forestales cercanos a las estaciones.

## 8. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Generalitat Valenciana (Contrato predoctoral ACIF/2012/112). Y el proyecto CITYBENCH, número 121/PR3/10/0503, financiado por el programa ESPON de la Unión Europea.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Gualtieri, G. and Tartaglia, M. (1998). Predicting urban traffic air pollution: A gis framework. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 3(5):329–336.
- [2] Community, E. (2007). Directive 2007/2/ec of the european parliament and of the council of 14 march, 2007 establishing an infrastructure for spatial information in the european community (inspire). [http://inspire.jrc.it/directive/1\\_10820070425en00010014.pdf](http://inspire.jrc.it/directive/1_10820070425en00010014.pdf).
- [3] Na, A. and Priest, M. (2006). Ogc sensor observation service implementation specification, ogc 06-009r6, open geospatial consortium, inc.
- [4] Uckelmann, D., Harrison, M., and Michahelles, F. (2011a). An Architectural Approach Towards the Future Internet of Things. In: Uckelmann, Dieter (Edt.) ; Harrison, Mark (Edt.) ; Michahelles, Florian (Edt.): *Architecting the Internet of Things*. Springer Berlin Heidelberg.
- [5] Botts, M. and Robin, A. (2006). Opengis sensor model language, ogc 07-000, open geospatial consortium, inc.
- [6] Amit, S., Cory, H., and Satya, S. (2008). Semantic sensor web. *IEEE Internet Computing*, pages 78–83.
- [7] Masser, I. (2010). *GIS Worlds: Creating Spatial Data Infrastructures*. Redlands: ESRI Press.
- [8] Guinard, D., Trifa, V., Mattern, F., and Wilde, E.(2011b). From the internet of things to the web of things: Resource oriented architecture and best practices. <http://www.vs.inf.ethz.ch/res/papers/dguinardfromth-2010.pdf>.
- [9] Guinard, D., Trifa, V., Mattern, F., and Wilde, E. (2011a). From the Internet of Things to the Web of Things: Resource Oriented Architecture and Best Practices. In: Uckelmann, Dieter (Edt.) ; Harrison, Mark (Edt.) .
- [10] Brring, A., Remke, A., and Lasnia, D. (2011). Sensebox- a generic sensor platform for the web of things. In: *8th Annual International Conference on Mobile and Ubiquitous Systems: Computing, Networking and Services (MobiQuitous 2011)*.
- [11] Guinard, D. and Trifa, V. (2009). Towards the web of things: Web mashups for embedded devices. In: *Workshop on Mashups, Enterprise Mashups and Lightweight Composition on the Web (MEM 2009)*, in proceedings of WWW (International World Wide Web Conferences).
- [12] Schut, P. (2008). Opengis web processing service version 1.0.0. opengeospatial consortium.
- [13] De La Beaujardiere, J. (2008). Opengis web map service (wms) implementation specification. [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=5316](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=5316).
- [14] Gamma, E., Helm, R., Johnson, R., and Vlissides, J. (1995). *Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison Wesley.
- [15] Trilles, S., Diaz, L., Gil, J., and J, H. (2012). Assisted generation and publication of geospatial data and meta-data. *International Journal of Spatial Data Infrastructure Research*, 8.
- [16] Hamad, H., Saad, M., and Abed, R. (2013). Performance evaluation of restful web services for mobile devices. *International Arab Journal of e-Technology*, 1.
- [17] Duquennoy, S., Grimaud, G., and Vandewalle, J. (2009). The web of things: Interconnecting devices with high usability and performance. *Proc. of the International Conference on Embedded Software and Systems, ICESS 09*, pages 323–330.
- [18] Crockford, D. (2011). The application/json media type for javascript object notation (json). rfc 4627 (informational). <http://www.ietf.org/rfc/rfc4627.txt>.
- [19] Mejias, E. and Manso, R. (2010). Estimación de las emisiones de gases, producidos por incendios detectados por satélite en la cinaga de zapata. cuba. *XIV Simposio Internacional Selper.*, pages 323–330.

# Combinando *Linked Data* con servicios geoespaciales

(\*) LUIS M. VILCHES-BLÁZQUEZ y ASUNCIÓN GÓMEZ-PÉREZ  
(\*\*) CELIA SEVILLA, MIGUEL VILLALÓN y ANTONIO F. RODRÍGUEZ

---

## Resumen

La Web de Linked Data supone un nuevo paradigma que pretende explotar la Web como un espacio global de información. La aplicación de los principios de esta nueva Web a la información geoespacial superará la integración de información tradicional, logrando una articulación semántica de los datos que haga desaparecer los silos de datos presentes en las actuales Infraestructuras de Datos Espaciales.

Ante esta propuesta, en este artículo se describe el trabajo desarrollado en el marco de un caso de uso utilizando una parte de los datos del SIGNA. En este caso de uso se ha llevado a cabo un proceso de generación y publicación de los mencionados datos conforme a los principios de Linked Data y estos se combinan con diversos servicios de la IDEE y CartoCiudad para explotar el componente geoespacial.

## Palabras clave

Puntos de interés, SignA, Linked Data, geocodificación, servicios web geoespaciales.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

El Sistema de Información Geográfica Nacional (SignA<sup>1</sup>) es el sistema corporativo del Instituto Geográfico Nacional (IGN) que tiene como finalidad la integración de los datos y servicios del IGN para su gestión, análisis y consulta, tanto en modo local, como a través de Internet. Además, el geoportal de SIGNA ofrece un cliente ligero que proporciona acceso a diferentes servicios OGC disponibles en el IGN y apoya los análisis SIG, combinando así lo mejor de los mundos SIG e IDE en una única herramienta, accesible de manera libre y gratuita por todo tipo de usuarios.

La base de datos de SIGNA se compone de los datos geográficos y alfanuméricos de varios proyectos de producción existentes en el IGN. En la actualidad, la escala global de los datos es de 1:200.000, aunque también hay algunas excepciones que permiten una buena representación cartográfica a escalas mayores. Los datos se seleccionan y procesan con el fin de generar características geográficas con una colección de atributos de interés para ser analizados por todo tipo de usuarios.

---

(\*) Inteligencia Artificial, Facultad de Informática, UPM:  
lmvilches@fi.upm.es, asun@fi.upm.es

(\*\*) Instituto Geográfico Nacional – Centro Nacional de Información Geográfica:  
cssanchez@fomento.es, miguel.villalon@fomento.es, afrodriguez@fomento.es

<sup>4</sup> <http://signa.ign.es/signa/>

Dado que los tiempos están cambiando y ahora estamos en la posición de aprovechar y explotar las ventajas y posibilidades de los más recientes y poderosos paradigmas en el campo de la información geográfica, hemos decidido llevar a cabo un caso de uso para combinar las capacidades que ofrecen los servicios de las Infraestructuras de Datos Espaciales con los principios de Linked Data para obtener las mejores soluciones que satisfacen los requisitos del usuario.

Linked Data se refiere a una forma de publicar y enlazar datos estructurados en la Web utilizando RDF (*Resource Description Framework*), un lenguaje para representar información sobre recursos propuesto por el Consorcio de la *World Wide Web* en el área de la Web Semántica. Así, la Web de Linked Data supone un nuevo paradigma que pretende explotar la Web como un espacio global de información en el que la navegación se realiza a través de datos estructurados enlazados (Linked Data) en lugar de realizarse a través de documentos. De esta manera, la aplicación de los principios de Linked Data a la información geoespacial pretende superar la integración de información tradicional –mediante superposición de capas y/o servicios– logrando una integración semántica de los datos que haga desaparecer los silos de datos presentes en las actuales Infraestructuras de Datos Espaciales.

En este artículo se presenta el proceso seguido para la generación y publicación de Linked Data de datos del SIGNA. Este proceso sigue unas pautas metodológicas y se centra en los puntos de interés (POI), ubicado en la base de datos SIGNA. Asimismo, en este trabajo se muestra la interacción entre Linked Data con diversos servicios de la IDEE y CartoCiudad para explotar el componente geoespacial y, de paso, poner de manifiesto la viabilidad de dicha combinación.

## 2. UN PROCESO PARA LA TRANSFORMACIÓN DE LOS DATOS DEL SIGNA A LINKED DATA

El desarrollo de este trabajo se basa en la propuesta metodológica para la generación y publicación de Linked Data geoespacial descrita en [5]. Estas guías metodológicas proponen un modelo de ciclo de vida incremental iterativo basado en continuas mejoras y extensiones del Linked Data generado. La referida metodología contempla las siguientes actividades: (1) especificación, (2) modelado, (3) generación de RDF, (4) generación de links, (5) publicación y (6) explotación. Cada una de estas actividades está compuesta de una o más tareas. la Imagen 1 muestra una visión general de las actividades que recoge la metodología propuesta.

Esta metodología ha sido aplicada con éxito en la producción de Linked Data para diferentes organizaciones e iniciativas, tales como: Instituto Geográfico Nacional (GeoLinked Data<sup>2</sup>), Biblioteca Nacional de España (datos.bne.es<sup>3</sup>), Agencia Estatal de Meteorología (AemetLinkedData.es<sup>4</sup>) y Grupo Prisa (Webenemasuno.es<sup>5</sup>). A continuación se describen los detalles del trabajo desarrollado en el marco de este trabajo.



Imagen 1. Actividades de la metodología para la generación y publicación de Linked Data

<sup>2</sup> <http://geo.linkeddata.es/>

<sup>3</sup> <http://datos.bne.es/>

<sup>4</sup> <http://aemet.linkeddata.es/>

<sup>5</sup> <http://webenemasuno.linkeddata.es/>





## 2.1. Fuentes de datos

La información del SIGNA con la que se trata en el marco de este trabajo está formada por una base de datos Oracle que contiene información sobre puntos de interés (POI)<sup>6</sup>. Esta base de datos recoge información sobre los siguientes tipos de fenómenos geográficos: Castillo. Edificio religioso. Mirador, Edificio singular, Monumento, Cueva y Ruina. En cuanto a los registros asociados a cada uno de estos fenómenos geográficos, en la base de datos encontramos +900 registros asociados a castillos, +300 a cuevas, +5500 a edificios religiosos, +800 a edificios singulares, +300 a monumentos, +700 a ruinas y 15 a miradores.

En la mencionada base de datos se recogen los siguientes atributos: Código provincia, etiqueta (nombre), tipo y geometría. Asimismo, entre la información presente merece ser destacado el componente multilingüe de múltiples registros (aparecen POI en castellano, catalán y gallego) y que la información suministrada se encuentra en el sistema de referencia ETRS89 (*European Terrestrial Reference System 1989*).

## 2.2. Diseño de URI

Con el objetivo de llevar a cabo la transformación de los datos del SIGNA a *Linked Data*, una de las principales decisiones, previas al proceso de transformación de las fuentes de información a RDF, es el formato o patrón en que los identificadores de las instancias (URI<sup>7</sup>) van a ser generados. Las URI son extremadamente relevantes en este proceso, ya que éstas contribuirán de manera clave en el alineamiento de instancias provenientes de diferentes fuentes de información. Por ello, en esta tarea se genera un patrón de URI para el conjunto de datos estudiados. La realización de esta tarea da conformidad con el principio de *Linked Data* [2] que propone la utilización de URI para identificar cosas.

Para el diseño del patrón de las URI que identifican los datos en el contexto de este trabajo se adoptan las recomendaciones y buenas prácticas recogidas en [1] y [3]. A continuación se recogen los principales detalles del patrón:

### *Raíz de las URI.*

Se adopta como raíz de las URI <<<http://geo.linkeddata.es>>>. A su vez, este será el dominio donde se publicará toda la información generada en el marco de este trabajo.

### *Ontología (modelo).*

El patrón adoptado para la identificación de un recurso (fenómeno geográfico) modelado en las diferentes ontologías utilizadas es el siguiente:

#### **Patrón:**

<http://phenomenontology.linkeddata.es/ontology/{concepto|propiedad}>

<http://geo.linkeddata.es/ontology/{concepto|propiedad}>

#### **Ejemplo:**

<http://phenomenontology.linkeddata.es/ontology/Monumento>

<http://geo.linkeddata.es/ontology/Municipio>

<sup>6</sup> Un punto de interés o «PDI» (en inglés POI), es un punto de ubicación específica que alguien puede encontrar útil o interesante. Un ejemplo es un punto de la tierra que representa la ubicación de edificios, un punto en Marte que representa la ubicación de la montaña el Monte Olimpo. La mayoría de los usuarios utilizan el término para referirse a hoteles, campings, estaciones de servicio, radares

<sup>7</sup> Una URI es una cadena de caracteres que identifica inequívocamente un recurso (servicio, página, fotografía, documento, dirección de correo electrónico, etc.).

*Datos (instancias).*

Para identificar los recursos asociados a los datos (instancias) se adopta el siguiente patrón:

**Patrón:**

`http://geo.linkeddata.es/{dataset}/resource/{tipode recurso}/{nombre de recurso}`

**Ejemplo:**

`http://geo.linkeddata.es/SIGNA/resource/Monumento/Monumento%20a%20Col%C3%B3n`

Asimismo, para identificar la geometría asociada a los diferentes recursos (puntos de interés) se adoptan los siguientes patrones:

**Patrón:**

`http://geo.linkeddata.es/{dataset}/resource/wgs84/lat_long`

`http://geo.linkeddata.es/{dataset}/resource/hashNumber`

**Ejemplo:**

`http://geo.linkeddata.es/SIGNA/resource/wgs84/36.7349414693492_-4.096040175490693`

`http://geo.linkeddata.es/SIGNA/resource/33d8bb5d581bb93401f5c1675fb06896f89b0be8`

o cualquier otra categoría utilizada en los modernos Sistema de navegación para auto móviles. [http://es.wikipedia.org/wiki/Punto\\_de\\_inter%C3%A9s](http://es.wikipedia.org/wiki/Punto_de_inter%C3%A9s)

Sobre estos patrones de URI asociados a la información geométrica, merece ser destacado que los recursos cuya URI sigue el patrón *lat\_long* (<http://geo.linkeddata.es/{dataset}/resource/wgs84/latlong>) se caracterizan por recoger información geométrica conforme al sistema de referencia WGS84. Mientras, los recursos que su patrón contiene *hasNumber* (<http://geo.linkeddata.es/{dataset}/resource/hashNumber>) se caracterizan por presentar la información geométrica conforme a GeoSPARQL serializada como WKT (*Well-Known Text*) y/o GML (*Geography Markup Language*). Asimismo, la geometría de estos recursos se representa en los sistemas de referencia WGS84 y ETRS89, respectivamente.

**2.3. Modelado**

Para modelar la información contenida en la fuente descrita con anterioridad se ha creado una red de ontologías, que es una colección de ontologías unidas a través de una variedad de diferentes relaciones, tales como la modularización, versionado y relaciones de dependencia. Esta red se ha desarrollado siguiendo la metodología de NeOn [4], mediante la reutilización de ontologías y vocabularios existentes. En este sentido, esta red reutiliza las siguientes ontologías (ver Imagen 2):

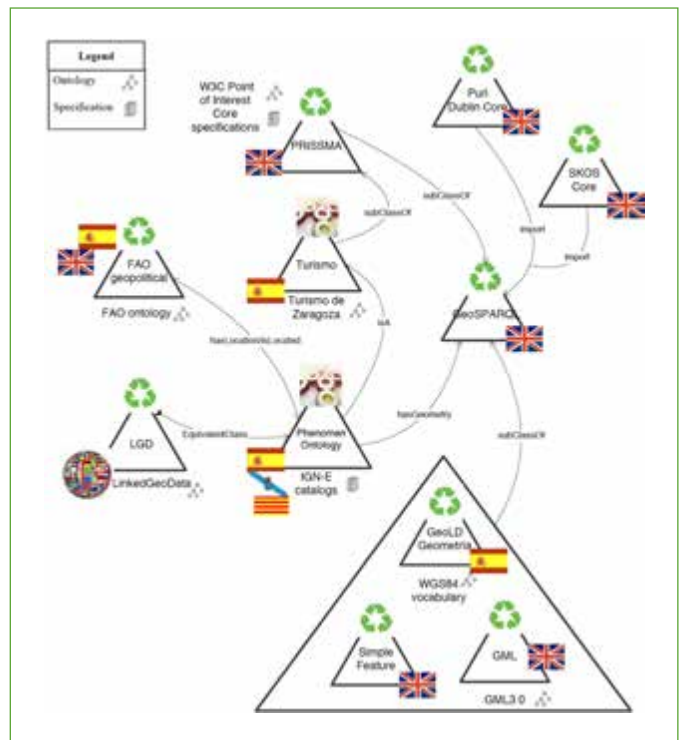


Imagen 2. Red de ontologías de POI para SIGNA



- GeoSPARQL (*A Geographic Query Language for RDF*)<sup>8</sup> es un estándar para la representación y consulta de *Linked Data* geoespacial en el contexto de la Web Semántica que nace en OGC. La definición de esta ontología basada en conocidos estándares OGC tiene por objeto proporcionar una base para el intercambio estandarizado de datos geoespaciales RDF que pueden ofrecer funcionalidades de consulta y razonamiento espacial cualitativo y cuantitativo.

En el modelado de los puntos de interés (POI) asociados al proyecto se reutilizan las siguientes ontologías:

- PRISMA (*Presentation of Resources for Interoperable Semantic and Shareable Mobile Adaptability*). Es un vocabulario para modelar el conocimiento sensible al contexto para interfaces de usuario RDF. Este vocabulario contiene la clase POI (*Point of Interest*) que consiste en una versión simplificada de la especificación *W3C Point of Interest Core*.
- Turismo de Zaragoza. Es una ontología de turismo del Ayuntamiento de Zaragoza, desarrollada dentro del proyecto ¿Un visitante, una ruta?.
- PhenomenOntology. Es una ontología de información topográfica que recoge fenómenos geográficos presentes en el territorio nacional español. El desarrollo de esta ontología está basada en el Nomenclátor Conciso, Nomenclátor Geográfico Nacional, Base Cartográfica Numérica 1:200.000, Base Cartográfica Numérica 1:25.000 y BTN25.

Para el modelado de la geometría asociada a los diferentes fenómenos geográficos se reutilizó, junto a GeoSPARQL, la ontología geometría. Esta ontología está basada en la ontología y en el Vocabulario WGS84 (un vocabulario RDF básico que proporciona un espacio de nombres para representar lat(itud), long(itud) y otra información acerca de cosas localizadas espacialmente, utilizando WGS84 como un dato de referencia).

Sobre la base de estas ontologías se llevó a cabo un proceso de reingeniería que permitió ampliar y reestructurar el conocimiento recogido con el objetivo de construir un modelo común y compartido que se adaptara a los requerimientos de este trabajo. Además, para relacionar los diferentes POI con una división administrativa nacional se reutiliza una versión extendida de la ontología FAO Geopolitical, desarrollada para facilitar el intercambio y distribución de datos de manera estandarizada entre sistemas de gestión de información sobre países y/o regiones. Finalmente, con el objetivo de extender la red desarrollada y asignarle un componente multilingüe se generan correspondencias (*mappings*) con la ontología de *LinkedGeoData*, generada a partir de los conceptos presentes en *OpenStreetMap*<sup>9</sup>.

## 2.4. Interoperabilidad de los datos: Generación de RDF

El objetivo de esta actividad es la generación de RDF de la fuente de información asociada a este proyecto para transformar los datos originales a un formato estándar e interoperable en el contexto de la Web. Además, este proceso permite transformar los datos de SIGNA en datos estructurados y en formato no propietario. Para ello, se ha generado RDF con características geoespaciales mediante la extensión de la herramienta *geometry2RDF*, una librería para generar ficheros RDF a partir de información geométrica almacenada en bases de datos Oracle. Esta librería permite manipular la geometría almacenada en la base de datos mediante la utilización de la librería *GeoTools*<sup>10</sup>, y al estar basada en *Jena*<sup>11</sup> (un *framework* de Java para construir aplicaciones para la Web Semántica), genera como salida un fichero RDF. La utilización de esta herramienta permite que los datos RDF se generen de acuerdo a un vocabulario común y compartido (la red de ontologías desarrollada), por lo tanto, son semánticamente interoperables, y la utilización de WGS84 y GeoSPARQL nos permiten hacer que la información geométrica esté disponibles como WKT (*Well-Known Text*) y GML (*Geography Markup Language*).

<sup>8</sup> <http://www.opengeospatial.org/standards/geosparql>

<sup>9</sup> <http://www.openstreetmap.org/>

<sup>10</sup> <http://www.geotools.org/>

<sup>11</sup> <http://jena.apache.org/>

## 2.5. Generación conforme al vocabulario WGS84

En primera instancia, la generación de RDF de la información asociada a los diferentes POI de SIGNA se realiza conforme a Basic Geo (WGS84 lat/long) Vocabulary. Este vocabulario forma parte de la ontología geometría recogida en la red de ontologías desarrollada. La utilización de este vocabulario conlleva la generación de RDF conforme al referido sistema de referencia, es decir, WGS84.

Para la generación del RDF asociado a los POI del SIGNA, se procede a la configuración de Geometry2RDF considerando las características de los datos, la ontología considerada y las características del RDF que se quiere obtener.

## 2.6. Generación conforme a GeoSPARQL

Considerando la aparición de GeoSPARQL<sup>12</sup> como una nueva especificación en el contexto del OGC para la representación y consulta de Linked Data geoespacial en el contexto de la Web Semántica, se procede a la extensión de la herramienta Geometry2RDF para permitir la generación de RDF conforme a esta nueva propuesta. Esta extensión va a permitir la transformación a RDF de la información original serializada conforme a WKT y GML.

En la Imagen 3 se recoge una representación gráfica de los diferentes componentes del RDF generado de los POI del SIGNA conforme a GeoSPARQL. Asimismo, los conjuntos de datos RDF están disponibles para su consulta en el sitio web de GeoLinked Data (<http://geo.linkeddata.es/sparql>).

Este trabajo va a permitir, por un lado, que el RDF generado en el contexto del proyecto sea conforme a los diferentes vocabularios (WGS84) y especificaciones (GeoSPARQL) para el tratamiento de la información geoespacial en el contexto de la Web Semántica. Además, dicho RDF es consistente con las buenas prácticas existentes en la Comunidad Geoespacial al incluir en el RDF generado la geometría en formato WKT y GML. Finalmente, el RDF generado, en diferentes formatos y sistemas de referencia, nos va a permitir interactuar, con posterioridad, con el servicio WPS (*Web Processing Service*) de CartoCiudad desarrollado por el Instituto Geográfico Nacional. Esta interacción permitirá explotar las propiedades geoespaciales del RDF generado, gracias a las operaciones de geoprocesamiento presentes en el mencionado servicio.

## 2.7. Enriquecimiento de los datos originales

El objetivo de esta actividad es la generación de relaciones (enlaces) entre los datos del SIGNA en formato RDF con diferentes conjuntos de datos de la Web de Linked Data. Esto va

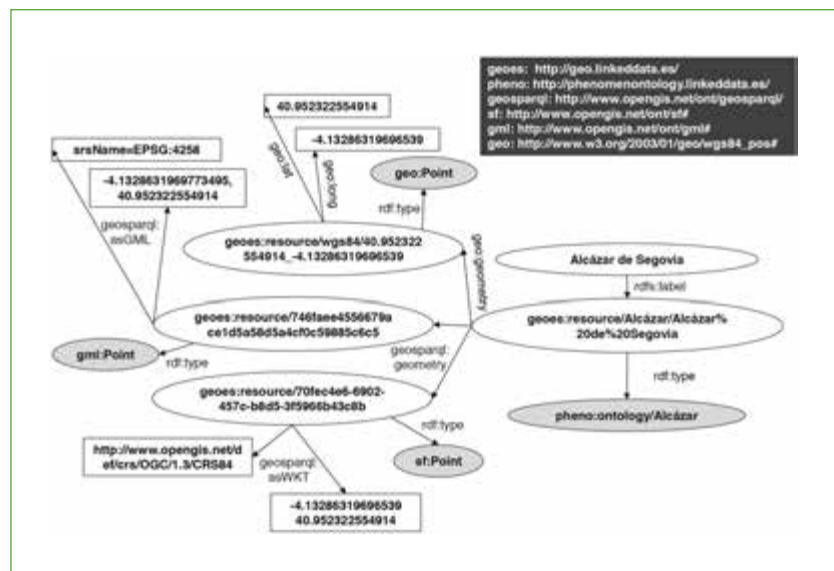


Imagen 3. Visión de la fusión del RDF del SIGNA

<sup>12</sup> GeoSPARQL es una recomendación del OGC que tiene como objetivo tratar con las cuestiones de representación y acceso a los datos geoespaciales en el contexto de la Web de Datos. Para ello, proporciona tanto una representación común de datos geoespaciales descritos en RDF y la capacidad de consultar y filtrar las relaciones entre las entidades geoespaciales.  
<http://www.opengespatial.org/standards/geosparql>



a permitir que los datos del SIGNA sean navegables, así como un enriquecimiento de los mismos. Así, en este trabajo se ha llevado a cabo un enriquecimiento de los datos RDF iniciales (POI) a través de la utilización de las coordenadas asociadas a los diferentes puntos de interés. El primer paso en este proceso de enriquecimiento consiste en el establecimiento de relaciones entre el RDF de los POI del SIGNA y GeoLinked Data<sup>13</sup>. Para ello, se extrae la información de los valores de latitud y longitud asociados a cada recurso en SIGNA y se recupera el municipio asociado a dichas coordenadas utilizando la API de *geocoding* de MapQuest, llevando a cabo un proceso de geocodificación inversa con el objetivo de obtener municipios y provincias de GeoLinked Data relacionados con los POI de SIGNA. Toda la información recuperada se guarda como un fichero RDF.

Tras ello, se procede a la actualización del fichero RDF generado por *geometry2RDF* con los datos obtenidos y, con ello, al establecimiento de relaciones con los recursos de GeoLinked Data. En este último proceso, tras la recuperación de los municipios asociados a cada recurso se comprueba si existe correspondencia con los recursos de GeoLinked Data (provincias y municipios). Si existe alguna coincidencia, se añade las propiedades «<http://geo.linkeddata.es/ontology/perteneceMunicipio>» y «<http://geo.linkeddata.es/ontology/perteneceProvincia>» en el recurso que se procesando y se incorporan las URI del municipio y provincia de GeoLinked Data en el RDF de SIGNA. Si no existe coincidencia, se guarda la URI del recurso que no se ha identificado para realizar una posterior identificación manual de dichos recursos.

Apoyando en el trabajo de establecimiento de relaciones entre los POI en RDF del SIGNA y los recursos disponibles en GeoLinked Data, se procede a enriquecer la conexión de estos recursos mediante el establecimiento de relaciones de tipo *owl:sameAs* entre los recursos de las provincias de GeoLinked Data, publicados con una URI genérica (por ejemplo, <http://geo.linkeddata.es/resource/Provincia/Madrid>) con recursos pertenecientes a NOMGEO y NGCE. Estos recursos, a diferencia de los que presentan una URI genérica, contiene el nombre de la fuente de procedencia de los datos como parte de su URI. Un ejemplo de estas URI para las fuentes mencionadas con anterioridad sería <http://geo.linkeddata.es/NOMGEO/resource/Provincia/Madrid> y <http://geo.linkeddata.es/NGCE/resource/Provincia/Madrid>, respectivamente. Este establecimiento de relaciones permite integrar los diferentes conjuntos de datos publicados en GeoLinked Data mediante el uso de relaciones *owl:sameAs*. Asimismo, la utilización de la relación *perteneceA* permite conectar los recursos de GeoLinked Data con los POI en RDF del SIGNA.

Por otro lado, se aprovecha la disponibilidad en la Web de Linked Data de datos relacionados con El Viajero, donde se recogen contenidos procedentes de periódicos y plataformas digitales pertenecientes al grupo Prisa, tales como: «Suplemento El País», «Guías Aguilar», «Canal Viajar» y «Prisa Digital». Además, se incluyen recomendaciones de los usuarios (más de 1000 publicadas), sus fotos (más de 2000 accesibles desde la web) y blogs en los que distintos usuarios relatan sus experiencias sobre viajes. Considerando las características de esta información y las posibilidades de enriquecer la información publicada en GeoLinked Data, se establecen relaciones entre los recursos relacionados con las unidades administrativas, publicados en la mencionada iniciativa, con los recursos de información turística publicados en El Viajero. Las relaciones establecidas entre ambos recursos son del tipo <http://www.w3.org/2008/05/skos#related><sup>14</sup>.

Finalmente, hemos relacionado estos puntos de interés con DBpedia, una iniciativa de la comunidad que recoge información de una multitud de fuentes con el fin de extraer información estructurada de Wikipedia y hacer esta información disponible en la Web. Este proceso permite la incorporación de descripciones adicionales a los datos originales y el aumento de su navegabilidad en la Web de Datos. Para la generación de enlaces entre los datos del SIGNA y DBpedia se utiliza *Silk – Link Discovery Framework*, una herramienta para encontrar relaciones entre entidades dentro de diferentes fuentes de datos. Una descripción detallada de este *framework* aparece en su página web<sup>15</sup>.

<sup>13</sup> GeoLinked Data es una iniciativa abierta del Ontology Engineering Group (OEG) destinada al enriquecimiento de la Web de los Datos con datos geoespaciales del territorio nacional español. Esta iniciativa se puso en marcha con la publicación de diversas fuentes de información procedentes del Instituto Geográfico Nacional, haciéndolas disponibles como bases de conocimiento RDF conforme a los principios de Linked Data. <http://geo.linkeddata.es>

<sup>14</sup> <http://www.w3.org/TR/2008/WD-skos-reference-20080829/skos.html#related>

<sup>15</sup> <http://www4.wiwiss.fu-berlin.de/bizer/silk/>

## 2.8. Interrelación con servicios geospaciales

Como se mencionó con anterioridad, este trabajo se centra en un caso de uso que toma como punto de partida los puntos de interés (POI) del SIGNA para generar y publicar esta información conforme a los principios de Linked Data. Tras este proceso, se procede a combinar estos datos con diferentes servicios web geospaciales desarrollados por el Instituto Geográfico Nacional generado con el fin de aprovechar las ventajas de su combinación. En este sentido, hemos desarrollado una aplicación denominada map4rdf<sup>16</sup>. Esta herramienta trabaja con GoogleMaps y utiliza OpenLayers<sup>17</sup> para la visualización de la información de OpenStreetMap y los servicios *Web Map Services* de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE). En el contexto de este trabajo esta aplicación se extendió para que pudiera trabajar con servicio WMS de CartoCiudad. Considerando los tiempos de respuesta ofrecidos por el mencionado servicio de CartoCiudad, se decidió trabajar con el servicio cacheado, es decir, con el servicio WMS-C.

Asimismo, este caso de uso tiene por objeto interactuar con servicios de geoprocesamiento del IGN- CNIG. En este caso, se ha trabajado con el servicio de geoprocesamiento de CartoCiudad que sigue la especificación *Web Processing Service* (WPS) de OGC. Este servicio realiza la publicación de procesos geospaciales en la web proporcionando acceso a cálculos programados previamente, así como modelos de cálculo, que operan sobre información espacial georreferenciada (dimensión espacial y/o temporal). Entre las funcionalidades implementadas por este servicio se encuentra el cálculo de rutas o camino mínimo entre dos o más puntos. Este servicio calcula el recorrido a pie entre dos o más direcciones postales urbanas o interurbanas de España. No obstante, en el marco de este trabajo esta funcionalidad se ha extendido para que el cálculo de rutas se realice entre POI en los sistemas de referencia en los que se genera el RDF del SIGNA, es decir, WGS84 y ETRS89.

En este contexto se decidió combinar el geoprocesamiento ofrecido por el servicio WPS de CartoCiudad con las capacidades del lenguaje de consulta SPARQL. De esta manera, se trabajó en la generación de la funcionalidad *buffer* o elementos cercanos a un punto de interés seleccionado por el usuario a través de una consulta SPARQL. Esta funcionalidad permite obtener todos los elementos (*features*) a partir de la selección de un POI por



Imagen 3. Visión de la fusión del RDF del SIGNA

<sup>16</sup> [www.oeg-upm.net/index.php/es/technologies/172-map4rdf](http://www.oeg-upm.net/index.php/es/technologies/172-map4rdf)

<sup>17</sup> <http://openlayers.org/>



parte del usuario y del establecimiento de una distancia, en metros o kilómetros, que se utilizará como distancia de radio para devolver los *features* presentes. El usuario puede visualizar y consultar los puntos devueltos tras la consulta en el listado que le aparecerá de forma automática. De esta manera, el usuario podrá consultar el listado de resultados ofrecidos y pinchando sobre ellos podrá obtener más información, sin tener que interactuar o cambiar la visualización ofrecida por el servicio WMS (mapa).

En cuanto a las funcionalidades adicionales, también se ha trabajado en la implementación de una función de *bounding box* dentro de map4RDF para que únicamente se muestren los recursos que están dentro del *bounding box* generado por el usuario, es decir, su zona de interés. De esta manera, se consigue no saturar el mapa con excesiva información y permite desplazar el servicio WMS de CartoCiudad o de la IDEE sin problema y los recursos visualizados sin problemas. Además, se implementó una funcionalidad para que los usuarios de esta aplicación pudieran compartir los POI del SIGNA y sus comentarios asociados a través de las redes sociales, concretamente, vía Twitter<sup>18</sup>, y se proporciona acceso a la información del POI presente en Wikipedia (cuando esta información existe), así como a esta misma información en formato estructurado (RDF), a través de DBpedia.

Adicionalmente, pensando en la usabilidad de la aplicación y en que el usuario de la misma pudiera interactuar con todas las funcionalidades añadidas a map4RDF de una manera directa, se ha implementado una funcionalidad que permite desplegarlas en torno al POI seleccionado por el usuario. Un ejemplo del resumen de las funcionalidades implementadas se muestra en la Imagen 4. De esta manera, el usuario tiene un fácil acceso a la información relevante de un POI, ya que a través de este resumen se puede acceder a las diferentes funcionalidades implementadas. Todas las funcionalidades de map4RDF descritas con anterioridad se encuentran desplegadas en el sitio web de GeoLinked Data (<http://geo.linkeddata.es>).

### 3. CONCLUSIONES

En este artículo se describen los principales detalles del proceso seguido para la generación y publicación de Linked Data de datos del SIGNA. Asimismo, en este trabajo se muestra la interacción entre Linked Data generado y diferentes servicios geoespaciales de la IDEE y CartoCiudad.

En definitiva, el trabajo realizado permite que los POI del SIGNA adquieran mayor expresividad y significado, gracias a la publicación de los mismos conforme a los principios de Linked Data. Esto supone que el proyecto se adentra en el contexto de la interoperabilidad semántica y que sus datos forman parte de la nube de Linked Open Data. Asimismo, el trabajo realizado ha permitido un importante enriquecimiento de los datos originales a través del establecimiento de relaciones con diferentes conjuntos de datos de la Web de Linked Data, tales como: GeoLinked Data, El Viajero y DBpedia.

Finalmente, la aplicación desarrollada (map4RDF) permite explotar de manera visual todo el trabajo de transformación de los datos del SIGNA a Linked Data de una forma transparente y amigable para el usuario final. Además, esta aplicación permite explotar el componente espacial del Linked Data generado, junto a la mencionada interacción con diversos servicios geoespaciales.

### 4. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el convenio de colaboración bilateral 2012 entre el Instituto Geográfico Nacional y el Ontology Engineering Group de la Universidad Politécnica de Madrid.

<sup>18</sup> <https://twitter.com/>

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ayers, D., Vinkel, M.: Cool uris for the semantic web. Interest Group Note 20080331, W3C, 2008. <http://www.w3.org/TR/2008/NOTE-cooluris-20080331/>. W3C Interest Group Note 31 March 2008. (2008)
- [2] Berners-Lee, T.: Linked data. World Wide Web design issues. <http://www.w3.org/DesignIssues/LinkedData.html>. (2006)
- [3] Davidson, P.: Designing URI Sets for the UK Public Sector, UK Chief Technology Officer Council. [http://www.cabinetoffice.gov.uk/media/301253/puublic\\_sector\\_uri.pdf](http://www.cabinetoffice.gov.uk/media/301253/puublic_sector_uri.pdf) (2009)
- [4] Suárez-Figueroa, M.C.: NeOn Methodology for Building Ontology Networks: Specification, Scheduling and Reuse. PhD Thesis. 2010. Universidad Politécnica de Madrid. (2010)
- [5] Vilches-Blázquez, L.M., Villazón-Terrazas, B., Corcho, O., Gómez-Pérez, A.: Integrating geographical information in the Linked Digital Earth. International Journal of Digital Earth. ISSN 1753-8947. (2013)



## **patrimoniogalego.net, una experiencia de catalogación social del patrimonio cultural**

### **La creación de un nodo IDE a partir del aprovechamiento de la componente geográfica de los datos recopilados por voluntarios en el marco de un proyecto social**

(\*) JOSÉ ANTONIO MILLARES ROO

---

#### **Resumen**

En esta comunicación veremos detalladamente el proceso de creación de un nodo IDE, a través del cual pretendemos publicar datos geográficos recopilados en el marco de un proyecto de catalogación social del patrimonio cultural, puesto en marcha con el trabajo de voluntarios.

Revisaremos todo el proceso, desde la puesta en marcha del catálogo social del patrimonio de Galicia, su funcionamiento diario y las soluciones adoptadas para la publicación de los servicios geográficos.

Este proyecto se encuentra actualmente en pre-producción, con la previsión de pasarlo a producción y abrirlo al público en los próximos meses.

#### **Palabras clave**

galicia, catálogo, social, patrimonio, IDE, OGC, WMS, cms, wordpress, mysql, postgis, geoserver, geokettle

---

## **1. INTRODUCCIÓN**

Uno de los principales problemas que plantea la conservación del patrimonio cultural gallego es la inexistencia de un catálogo oficial público y accesible.

La deficiente coordinación entre las administraciones provoca que coexistan diversos instrumentos en los distintos niveles de la administración (estatal, autonómico y municipal), todos ellos incompletos e independientes entre sí.

Otra gran falla es la obsolescencia de los soportes empleados, encontrándonos en la mayoría de los casos, con fichas en papel guardadas en archivos sólo accesibles para investigadores con la autorización pertinente. Salvo casos muy concretos, y reducidos a ámbitos locales, el acceso a través de internet a estos catálogos es inexistente.

---

(\*) Imillares.eu – Freelance GIS Developer::  
jose.a.millares@gmail.com

Conscientes del problema, en el año 2011, un grupo de gallegos y gallegas, decide poner en marcha un catálogo social de patrimonio. Las premisas eran claras: debía estar disponible en internet y toda la población gallega estaba llamada a colaborar.

## 2. EL NACIMIENTO DEL CATÁLOGO SOCIAL DEL PATRIMONIO DE GALICIA

En marzo de 2011, uno de los padres de la idea, el periodista y profesor de la USC Manuel Gago, lanzaba a través de su blog Capítulo Cero ([www.manuelgago.org/blog](http://www.manuelgago.org/blog)) lo que podemos llamar el manifiesto fundacional de este catálogo social. En un post titulado «Necesitamos una Mesa por el Patrimonio de Galicia» esbozaba las bases que podrían servir para la conformación de una Asociación en defensa del Patrimonio Cultural Gallego.

A través de los comentarios del blog, numerosas personas de todos los ámbitos mostraron su interés por la idea. Este interés llevó a la creación de una lista en Facebook que permitiese poner nombres y apellidos a todos aquellos con disposición para formar lo que, en aquel momento, iba a ser una asociación.

De esta lista surgió la idea comenzar a trabajar en algo tangible, entre tanto se buscaba la mejor forma para darle personalidad jurídica a esta Mesa por el Patrimonio.

Unos meses después, en mayo de 2011 Manuel Gago anuncia en su blog (<http://www.manuelgago.org/blog/index.php/2011/05/02/patrimoniogalego-net-a-wikipedia-do-patrimonio-cultural-galego/>) la publicación de [patrimoniogalego.net](http://patrimoniogalego.net), que, empleando sus propias palabras, pretendía ser «una wikipedia del patrimonio».



Imagen 1. Índice público del catálogo

Como soporte se toma una implementación de WordPress complementada con el uso de Google Maps. En cuanto a su funcionamiento, se basa en dos tipos de usuarios, los catalogadores y los editores.

Los editores son un grupo de personas implicadas en el proyecto, procedentes de diversos ámbitos: periodistas, historiadores, arquitectos, etc., con un cometido específico, como es el de revisar la calidad y exactitud de los datos aportados por los catalogadores.

The image shows a web form titled "WP GEO LOCATION". At the top, there is a search bar labeled "Search for location (town, postcode or address)" with a "Search" button. Below this is a Google Map of Spain with a red pin on Santiago de Compostela. The map includes labels for various cities and regions. Below the map, there are several input fields and checkboxes:

- Latitude, Longitude:** Two empty text input fields, with links for "clear location" and "centre location" below them.
- Marker Title (optional):** A single-line text input field.
- Marker Image:** A dropdown menu currently set to "(Use Default)".
- Map Settings:** Three checkboxes:
  - Save custom map zoom for this post
  - Save custom map type for this post
  - Save map centre point for this post

Imagen 2. Detalle del formulario

Por el contrario la función de catalogador está abierta al público. Cualquiera puede darse de alta en la plataforma y empezar a añadir elementos al catálogo.

El proceso para añadir un bien al catálogo es muy sencillo: un catalogador inicia sesión en el sistema y cubre un sencillo formulario en el que se solicitan diversos datos para caracterizar adecuadamente el elemento: denominación, tipología, cronología, propiedad, afectaciones, patrimonio inmaterial asociado, etc. Por último se solicita la localización, que el catalogador puede incluir mediante coordenadas geográficas, dirección o ubicación en un mapa.

Cuando el catalogador guarda los cambios, el elemento no se publica inmediatamente, sino que pasa a la lista de espera para ser sometido a revisión por el equipo de editores.

El editor de guardia (se organizan en turnos de una semana) realizará una revisión centrada en varios puntos, comprobando que:

- el bien no se encuentre ya en el catálogo,
- los datos son correctos,
- la descripción es adecuada, completándola en caso contrario,
- no hay errores ortográficos o toponímicos.

Una vez pasada la revisión, y efectuados los cambios oportunos, el bien es publicado en el catálogo, pudiendo ser consultado por cualquier usuario.

Casi dos años y medio después de su inauguración, el catálogo cuenta con casi 350 catalogadores, que han elaborado 4500 fichas de elementos del patrimonio cultural de Galicia.

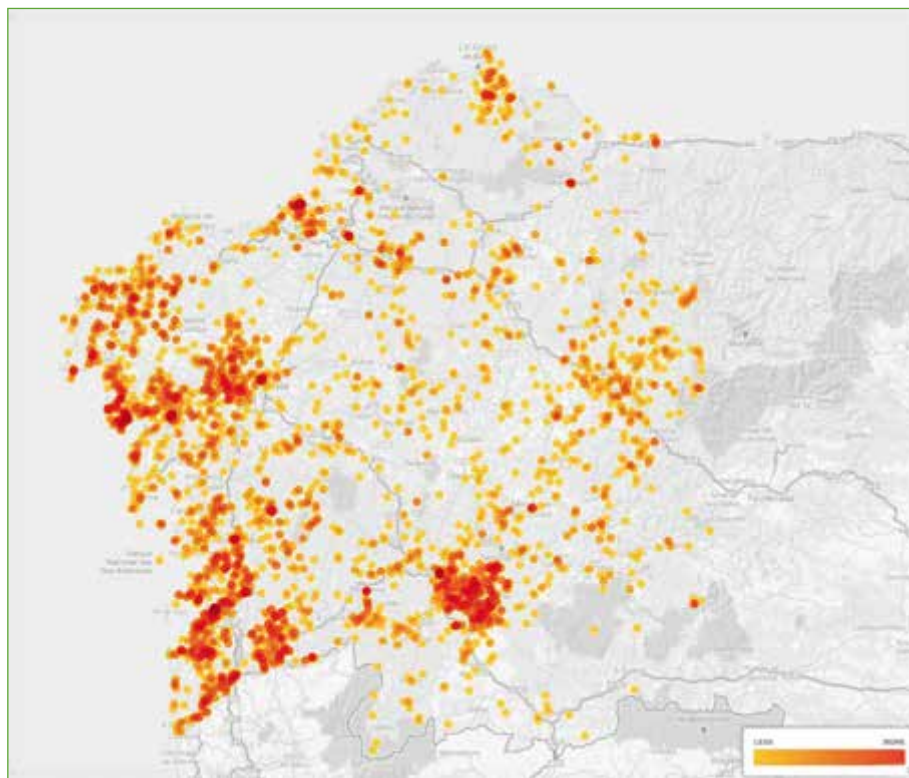


Imagen 3. Distribución de los elementos del catálogo

Como podemos ver en la siguiente figura, la actividad catalogadora abarca toda Galicia, con especial incidencia en las capitales de provincia y en la costa atlántica, lo que no deja de ser lógico por ser estas zonas las más densamente pobladas.

Además de la distribución geográfica es muy interesante observar las tipologías de bienes más representadas en el catálogo para darnos cuenta de su carácter eminentemente social. Repasando los registros vemos sobre todo pequeñas iglesias parroquiales, pazos, elementos del patrimonio etnográfico como hórreos, cruceros, molinos, etc.

Podemos decir que los catalogadores hacen un trabajo de proximidad, ocupándose de aquellos elementos más vinculados a su vida diaria. Como anécdota, la Catedral de Santiago, probablemente uno de los elementos más característicos del patrimonio gallego, sólo hace unos meses que está incluida en el catálogo. Esto nos da una idea del valor y el detalle del catálogo que estamos consiguiendo: sólo después de 4000 fichas alguien pensó en catalogar la Catedral.

Por último, y para calibrar la verdadera dimensión del proyecto, incluyo algunos datos de uso a fecha septiembre de 2013, cuando el proyecto llevaba 2 años y cuatro meses de andadura:

<b>Visitantes únicos</b>	119888
<b>Visitas</b>	317198
<b>Páginas vistas</b>	4781484
<b>Solicitudes</b>	14284309
<b>Tráfico (GB)</b>	2333,20

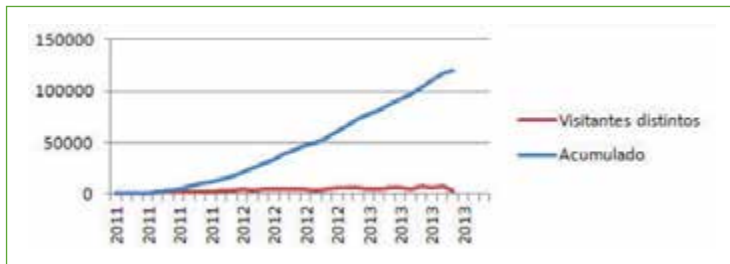


Imagen 4. Evolución del número de visitantes únicos

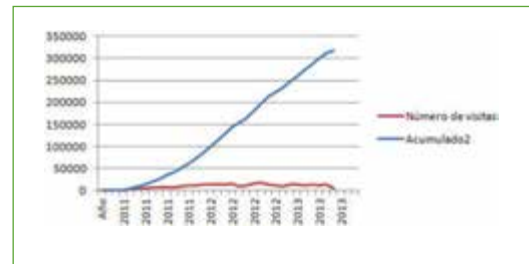


Imagen 5. Evolución del número de visitas

En este punto, es de justicia mencionar que, al igual que todo el trabajo necesario para poner en marcha y mantener [patrimoniogalego.net](http://patrimoniogalego.net) es voluntario y sin ánimo de lucro, tanto el hosting como el dominio de la web, son donados por Dinahosting ([dinahosting.com](http://dinahosting.com)) empresa proveedora de servicios de internet radicada en Santiago de Compostela.

### 3. LA REUTILIZACIÓN DE LOS DATOS RECOPIADOS

Siguiendo con la filosofía de abrir los datos al público que orientó el nacimiento del catálogo, el siguiente paso a dar era la reutilización de los mismos, con el fin de que se beneficiasen de su uso el mayor número de personas posibles.

En este sentido, dos han sido por el momento las iniciativas puestas en marcha. Por un lado ésta que estamos tratando y cuya implementación describiremos en el siguiente apartado y, por otro, la cesión de los datos del catálogo al Consello da Cultura de Galicia para su uso en la aplicación para dispositivos móviles LEME (<http://culturagalega.org/opinion/leme/que-e-leme/>).

La propia sencillez del catálogo le resta usabilidad en entornos técnicos donde realmente podría ser de mucha utilidad. Algunos casos de uso que nos planteamos están relacionados con la ordenación del territorio, el urbanismo, el paisaje, etc. Es aquí donde surge la posibilidad de construir una infraestructura de datos espaciales para aprovechar su potencialidad y facilitar su uso.

### 4. LA IMPLEMENTACIÓN DEL NODO IDE DEL CATÁLOGO SOCIAL DEL PATRIMONIO

Siguiendo la filosofía que impregna todo el proyecto, la construcción del nodo se lleva a cabo con trabajo voluntario y empleando únicamente soluciones de software libre.

El primer paso que deberíamos llevar a cabo es ver la forma en que se almacenan los datos que nos interesaba publicar a través de servicios web.

La implementación de WordPress que da vida al catálogo usa MySQL como base de datos. Además, para la construcción del formulario de catalogación, se hace uso del plugin Magic Fields. De esta forma, nos encontramos que todos los datos que nos interesan se almacenan en dos tablas de la base de datos: `wp_posts` y `wp_postmeta`. Con una sencilla consulta SQL somos capaces de obtener todos los datos alfanuméricos relativos a cada elemento (nombre, tipología, etc.) además de las coordenadas geográficas.

Para almacenar los datos geográficos hemos optado por emplear PostgreSQL + PostGIS. Una vez elaborado el modelo de datos oportuno, el siguiente paso es automatizar la extracción de los datos almacenados en MySQL, su transformación y su carga en el nuevo modelo de datos que hemos elaborado sobre PostgreSQL. Como ve-

mos, es un proceso ETL de manual. Toda la carga del proceso se centra en transformar los pares latitud-longitud en geometrías. Esto lo llevamos a cabo empleando la función `ST_GeomFromText` que incorpora PostGis.

Resumiendo, nuestro proceso ETL se llevaría a cabo en 3 pasos:

1. SELECT sobre la base de datos del WordPress
2. Transformación de los pares lat-long en geometrías
3. INSERT (o en su caso UPDATE) en la base de datos geográfica (PostGis)

Cabe señalar que cada registro incorpora una marca temporal, con lo que podemos hacer cargas diferenciales, actualizando en PostGis sólo aquellos registros que han cambiado (o han sido añadidos) desde la última carga.

Para llevar a cabo este proceso ETL que hemos descrito, se han implementado dos soluciones en el entorno de pre-producción: la primera emplea GeoKettle y para la segunda se ha escrito un pequeño script en PHP. En ambos casos empleamos CRON para administrar la periodicidad con la que se lleva a cabo el proceso.

Una vez que tenemos las entidades listas para ser publicadas, el siguiente paso es la elección del servidor. Para ello, en pre-producción se han ensayado también dos soluciones, una basada en Mapserver y otra en Geoserver. En ambos casos, la finalidad es publicar los siguientes servicios basados en los estándares descritos por el OGC:

- WMS
- WFS
- Metadatos
- Nomenclátor

Omitimos los detalles de la implementación por la simplicidad de la misma, al contener una única tabla de datos y un único tipo de entidad.

## 5. EL FUTURO DEL PROYECTO

El proyecto del catálogo social del patrimonio de Galicia sigue muy vivo dos años y medio después de su inicio. Así, una vez que se culmine la puesta en producción del nodo IDE, prevista para los próximos meses (diciembre 2013-enero 2014), los siguientes pasos a dar seguirán ahondando en la filosofía de la reutilización y del Open Data. En este sentido me gustaría destacar tres iniciativas:

- Implementación de servicios REST que complementen los servicios del nodo IDE y faciliten el consumo de los datos.
- Acceso al repositorio de imágenes del catálogo.
- Servicios de exportación a diferentes formatos, entre otros: Shapefile, KML, CSV, etc.

## 6. REFERENCIAS

- [1] Catálogo social del patrimonio de Galicia, <http://patrimoniogalego.net>
- [2] Wordpress.com, <http://en.support.wordpress.com>
- [3] Magic Fields, <http://wordpress.org/plugins/magic-fields/>
- [4] MySQL, <http://www.mysql.com>
- [5] PostgreSQL, <http://www.postgresql.org>
- [6] PostGis, <http://postgis.net>
- [7] Geoserver, <http://geoserver.org>
- [8] Mapserver, <http://mapserver.org>
- [9] GeoKettle, <http://www.spatialytics.org/projects/geokettle/>



- [10] PHP, <http://www.php.net>
- [11] Cron, <http://www.adminschoice.com/crontab-quick-reference/>
- [12] Dirección General del Patrimonio Cultural de Galicia, <http://www.edu.xunta.es/web/?q=taxonomy/term/680>
- [13] Ley del Patrimonio Cultural de Galicia, [http://www.parlamentodegalicia.es/sites/ParlamentoGalicia/BibliotecaLeisdeGalicia/Lei8\\_1995.pdf](http://www.parlamentodegalicia.es/sites/ParlamentoGalicia/BibliotecaLeisdeGalicia/Lei8_1995.pdf)
- [14] Geoportal IDEE, <http://www.idee.es>
- [15] OGC, <http://www.opengeospatial.org>





# **Integración del gestor de metadatos Geonetwork en el geoportal de Diputación de Badajoz Conexión entre la Cartoteca de Diputación (geonetwork) y el nuevo portal del SIG Corporativo de la Diputación de Badajoz (Intergraph Geospatial Portal 2013)**

(\*) ULISES GAMERO RODRÍGUEZ y MANUEL ROJAS GÁLVEZ

(\*\*) JOSEP FORNONS CASTELLARNAU

---

## **Resumen**

Dentro del proceso de mejora continua de los servicios que Diputación de Badajoz ofrece a sus técnicos y a los de los Municipios de la Provincia para facilitar su acceso a la información y por lo tanto su calidad y eficiencia en el trabajo, se emprendió la creación de un catálogo de metadatos (Cartoteca de Diputación de Badajoz) para poner a la disposición de cada empleado toda la información cartográfica necesaria para su desempeño profesional. Dicha herramienta se desarrolló utilizando el software libre Geonetwork, que consideramos suficientemente probado y completo como para su puesta en producción. Por otro lado, y debido a la continua evolución tecnológica, se apostó por la migración del SIG Corporativo de la Diputación de Badajoz (SIGcBA) a la última versión disponible de Geospatial Portal, la cual soluciona nuestros principales problemas hasta ahora, como son, el rendimiento y la compatibilidad con los diferentes navegadores web del mercado.

Esta comunicación pretende exponer un caso práctico de interoperabilidad entre la herramienta de catálogo de metadatos realizada en software libre, Geonetwork y el nuevo geoportal de la Diputación de Badajoz, en adelante SIGcBA, desarrollado con la tecnología de Intergraph, Geospatial Portal 2013. El estándar utilizado para realizar dicha interoperabilidad es el CSW 2.0.2.

Dentro de dicha relación, se han desarrollado tres servicios o funcionalidades importantes integradas en el geoportal SIGcBA: herramienta de generación de informe de ortofotos, visualización de metadatos de capa y servicio y búsquedas avanzadas de metadatos.

1. La herramienta de generación de informe de ortofotos genera un documento pdf desde el geoportal sobre un área y un rango de fechas solicitados por el usuario, siendo necesario para ello, consultar los metadatos de las ortofotos disponibles desde Geonetwork y utilizando para ello los servicios avanzados de impresión de Geospatial Portal 2013. El informe contiene una página principal de situación con un mapa índice y un mapa con la zona seleccionada, un índice de ortofotos encontradas y varios datos sobre la zona (coordenadas y área total solicitada) y una página adicional con cada ortofoto encontrada.
2. La característica de visualización de metadatos desde el SIGcBA, permite acceder a la información que existe en Geonetwork de cada capa publicada en el geoportal SIGcBA o de cada servicio inspire publicado en dicho geoportal con su

---

(\*) Diputación de Badajoz – Servicio de Información Geográfica:  
ugamero@dip-badajoz.es, manuelrojas@dip-badajoz.es

(\*\*) Intergraph España:  
josep.fornons@intergraph.com

correspondiente metadato en la Cartoteca de Diputación de Badajoz, obteniendo así acceso a información tan importante como propiedad, nivel de actualización y proceso de obtención de los datos que se visualizan.

3. La consulta de metadatos desde el SIGcBA hace transparente para el usuario la búsqueda en Geonetwork siguiendo para ello las especificaciones estándar de INSPIRE. De esta manera, se obtiene como resultados metadatos de capas, de servicios o de ficheros de información geográfica (dxf, shp, ecw, ...). Dicha funcionalidad está disponible sobre cualquier servidor de publicación de metadatos en formato CSW, ya sea el Geonetwork de Diputación de Badajoz o cualquier servicio de publicación externo.

### Palabras clave

Cartoteca, CSW, Diputación de Badajoz, España, Geonetwork, Geospatial Portal, IDE, INSPIRE, Intergraph, Interoperabilidad, Jornadas, Metadatos, Portugal, SIGcBA.

## 1. INTRODUCCIÓN

En el mundo de los sistemas de información y en particular en el de los sistemas de información geográfica, existe la necesidad de relacionar la información con su correspondiente metainformación: de dónde procede, quién la genera, cómo se genera, qué precisión tiene, ... Pero esto, como es bien conocido, no es una tarea fácil. El primer problema con el que nos encontramos es la necesidad de mantener actualizada dicha metainformación de forma conjunta a la información a la que hace referencia. El segundo problema es el de establecer el nivel al que se mantiene dicha metainformación, ¿la mantenemos a nivel de conjunto? ¿a nivel de serie? ¿a nivel de fenómeno?. Todas estas cuestiones no dejan de ser un quebradero de cabeza continuo, pues dicho esquema puede sufrir cambios a lo largo del tiempo y como ya hemos dicho ¡Hay que mantenerla siempre actualizada!. El tercer problema al que nos enfrentamos es el de cómo visualizamos dicha metainformación de forma sencilla y útil para el usuario, o sea, relacionada directamente con la información a la que hace referencia y no desde un lugar aislado como viene siendo habitual desde hace tiempo en la mayoría de portales IDE [1] que conocemos.

En la Diputación de Badajoz nos encontramos con estos problema desde hace tiempo, y siguiendo la línea marcada por la directiva INSPIRE [2] los hemos ido resolviendo en la medida que nuestras capacidades y medios nos lo permitían: los dos primeros de ellos, el de la actualización de la metainformación y el de establecer un nivel apropiado a cada metadato, los resolvimos eligiendo la plataforma en software libre de gestión de metainformación Geonetwork [3] y creando un modelo propio para asignar a cada información el nivel del metadato correspondiente. Desde dicha herramienta podemos actualizar los metadatos al nivel deseado cumpliendo con los estándares marcados por la directiva europea antes mencionada. El tercer problema lo hemos resuelto con la integración de Geonetwork y Geospatial Portal [4] logrando que la metainformación se visualice desde el portal de una forma totalmente adaptada al usuario, y es en este punto, en el que nos centraremos en este artículo, dando fuerza a dos aspectos fundamentales que podemos resumir en una única frase: «¿cómo integrar dos mundos que tradicionalmente no han sido compatibles?».

## 2. ANTECEDENTES

Entre los objetivos, que en sus inicios, nos planteamos a la hora de dar sentido al SIGcBA [5] figuraba el de poder contar, de una forma sencilla para el usuario, con la información de los metadatos asociados a la información mostrada. Para dar respuesta a esta cuestión, optamos por ofrecer información estática actualizada en una página HTML, pero con la idea de mejorar en nuestra propuesta, pudiendo facilitar el acceso a metainformación directamente desde la información, buscando siempre las mejores prestaciones en cuanto a la usabilidad de nuestro SIGcBA.

Partiendo de esta base hemos decidido migrar a la última versión de Geospatial Portal, aprovechándonos y valiéndonos del potencial que éste nos ofrece, en cuanto a interoperabilidad con diferentes formatos OGC [6], y específicamente con el estándar CSW.

### 3. INTEGRACIÓN

La integración de dichos sistemas se fundamenta sobre el estándar OGC: CSW 2.0.2 [7], el cual nos permite realizar la interoperabilidad necesaria para poder alcanzar con garantías de éxito nuestro objetivo.

Como presupuesto inicial, entendemos que nuestros usuarios no tienen porqué conocer los detalles de los estándares INSPIRE, y que tan solo les interesa conocer qué información están consultando, cuál es la fuente de la que procede, su fecha de referencia, ...

De esta forma, para realizar la integración hemos centrado nuestros trabajos en:

- Metadatar la información relativa a ortofotos, a capas y servicios publicados en nuestro SIGcBA, basándonos en un modelo que más adelante comentaremos.
- Desarrollar la integración sobre el estándar CSW 2.0.2 en el SIGcBA para facilitar a los usuarios el acceso a nuevas funcionalidades, que a continuación detallaremos...

### 4. EL MODELO

El modelo implementado para mantener la funcionalidad general y añadir la específica a Geonetwork es el siguiente:

- Metadatos de ortofotos añadidos a nivel de fichero ecw en Geonetwork, añadiendo como palabra clave (keyword) IO\_Ortofoto. Dichos metadatos se configuran como metadatos de servicio con el servicio WMS asociado de acceso a dichas ortofotos.



Imagen 1. Metadato asociado a ortofoto



Imagen 2. Metadato asociado a la capa Municipios

- Metadatos de capa de publicación con metadatos asociados añadidos a nivel de capa en Geonetwork, añadiendo como palabra clave (keyword) CS\_AliasCapa.

## 5. NUEVAS FUNCIONALIDADES

Las nuevas funcionalidades fruto de la interoperabilidad entre:

Geospatial Portal - CSW 2.0.2 – Geonetwork permiten dotar al SIGcBA de:

### 5.1. Herramienta de generación de informe de ortofotos

Esta nueva funcionalidad responde a una necesidad demandada por los usuarios de nuestro SIGcBA.

Su definición es muy sencilla, pretendemos conocer qué ortofotografías existen para un área determinada, disponiendo de la fecha en la que se realizó el vuelo y conociendo el Organismo propietario del mismo.

Nuestra forma de operar ha sido dar de alta en Geonetwork los metadatos de todas las ortofotos disponibles, siguiendo el modelo comentado anteriormente y dando de alta correctamente los boundingbox (marco mínimo que contiene totalmente la imagen). Igualmente hemos publicado los correspondientes servicios WMS asociados a dichas ortofotografías.

La implementación del nuevo servicio sigue el siguiente flujo de información:

- El usuario solicita un área, una fecha de inicio y una fecha de fin, pudiendo optar por obtener el resultado en el navegador o bien recibirlo via email
- El servicio sobre Geospatial Portal construye una consulta CSW con los parámetros facilitados por el usuario utilizando el estándar INSPIRE.
- Geonetwork recibe esa consulta y genera su respuesta.

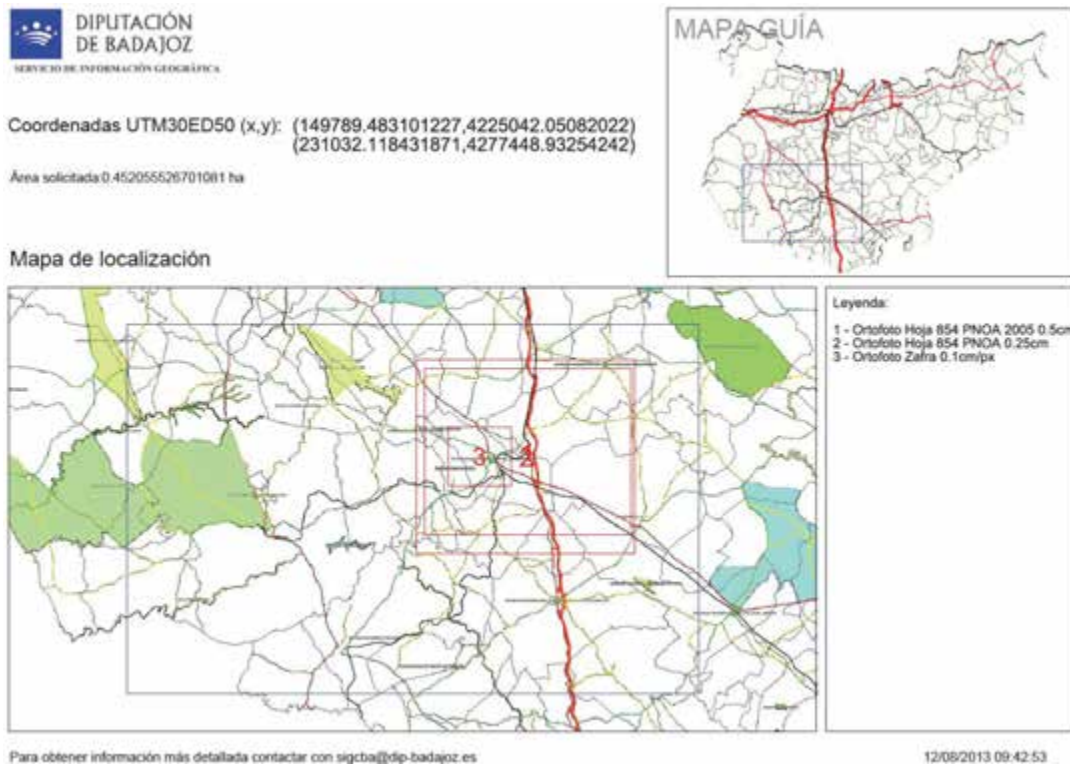


Imagen 3. Portada del informe de ortofotos

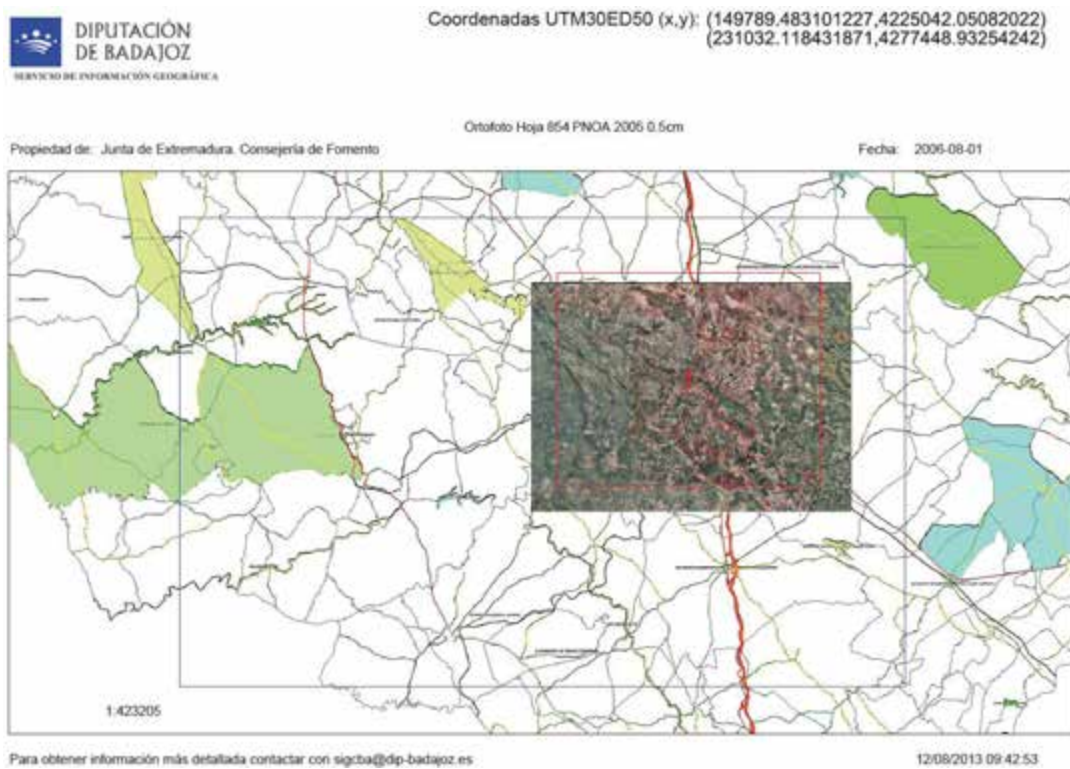


Imagen 4. Página con ortofoto del informe de ortofotos

- La respuesta de Geonetwork es interpretada para obtener la secuencia de ortofotografías disponibles para dicha área entre las fechas solicitadas.
- Utilizando el servicio de impresión de Geospatial Portal con la plantilla definida a tal efecto, se obtiene un informe con una portada inicial que incluye el resumen de ortofotos encontradas y localización, así como una página adicional para cada una de las ortofotos, utilizando para dibujar cada ortofoto el servicio WMS correspondiente. Los mapas de fondo también son configurables como plantillas en Geospatial Portal.
- El fichero PDF generado, se recibe en el navegador o bien, si se desea, es enviado a la dirección de correo electrónico que el usuario facilita.
- Visualización de metadatos asociados a capas y servicios desde el portal SIGcBA.

Dentro de la necesidad comentada anteriormente de mostrar la metainformación asociada a la información, decidimos utilizar la interoperabilidad CSW entre los sistemas que estamos analizando para que cada capa de información mostrada en el sistema (relativa a información que Diputación de Badajoz pone a disposición de sus usuarios) tuviera su correspondiente metainformación accesible desde la leyenda del SIGcBA.

Esta funcionalidad, nada compleja, queda bien definida con un ejemplo, como podemos ver en la Imagen 5.

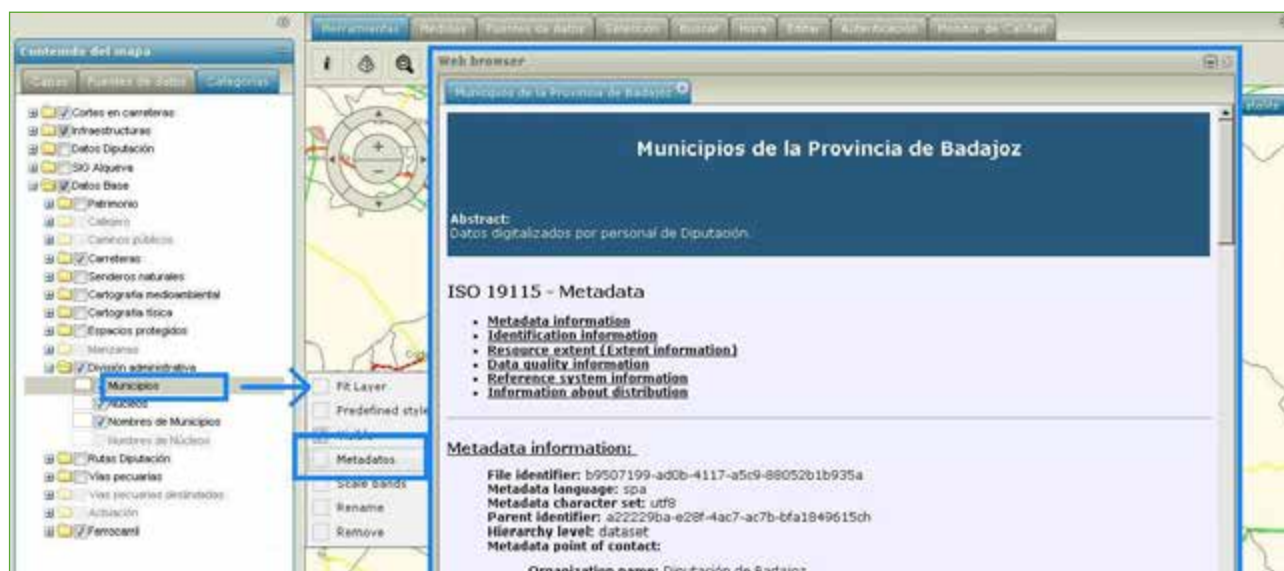


Imagen 5. Ficha de metadatos a partir de entrada de leyenda

El diseño mostrado en el Portal con los resultados de la consulta CSW efectuada es configurable desde fichero XML, adaptándose su idioma al del establecido en la aplicación.

## 5.2. Consulta genérica en la Cartoteca desde el portal SIGcBA.

Esta funcionalidad permite a los usuarios efectuar una búsqueda de metadatos desde un interfaz de consulta sencillo e integrado en el SIGcBA, ofreciendo la posibilidad de añadir los resultados que sean servicios a la leyenda o consultar los metadatos e incluso descargar los ficheros (DXF, DWG, ECW, ...).

Asimismo, cuando el resultado de la consulta es un metadato de servicio, el mismo puede ser añadido en el SIGcBA directamente. Por lo tanto, cualquier usuario que no tenga conocimientos de especificaciones OGC-INSPIRE podría conectar con un servicio INSPIRE (WMS, WFS, ...) sin problemas.

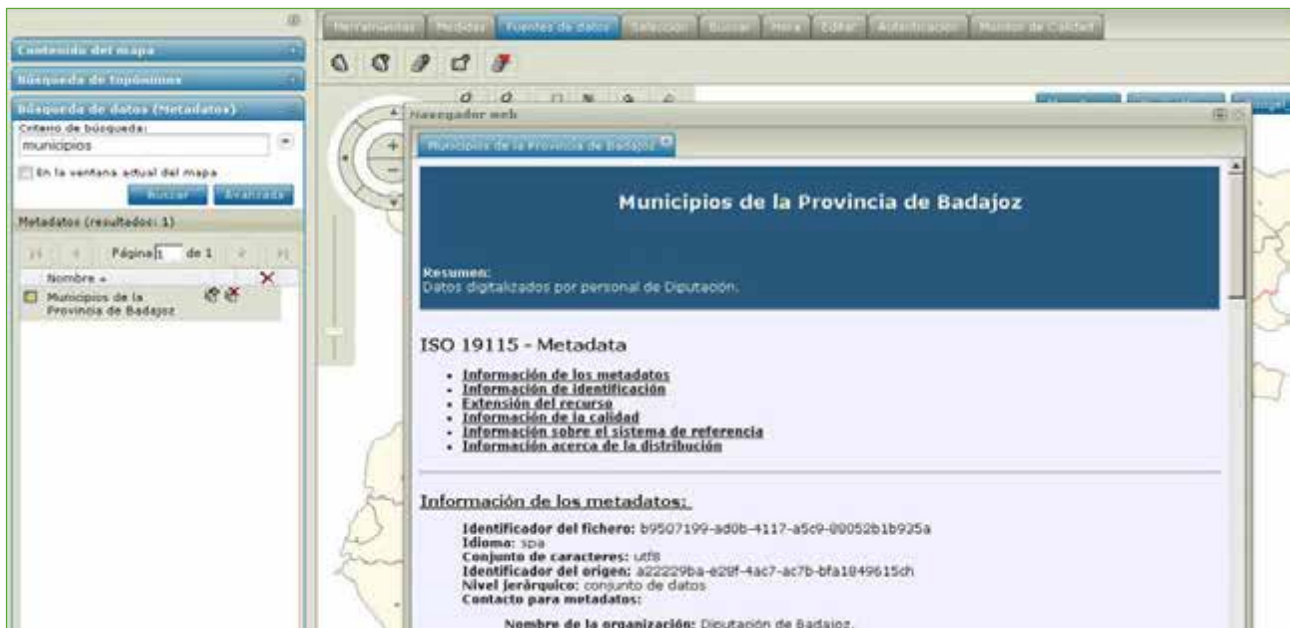


Imagen 6. Ficha de metadatos a partir de entrada de consulta genérica de metadatos.

Las opciones permitidas desde esta herramienta de consulta son:

- Buscar datos geográficos atendiendo a un criterio determinado.
- Consultar información de metadatos asociados a los resultados de la búsqueda.
- Visualizar o deshabilitar en el mapa la información seleccionada y consultar su atributos.

### 5.3. Crear servicios nuevos con metadatos en Geonetwork

Todos los servicios que se preparan en plataforma SIGCBA están catalogados en GeoNetwork. Estos servicios son generados y publicados en entorno WebMap y para la información de metadatos OGC se le atribuye la información proveída en el GeoNetwork. De esta forma el servicio WMS facilitado ofrece los metadatos del servicio según normativa INSPIRE a través de una consulta CSW.

En Imagen adjunta se presenta como el generador del servicio en la consola de Administración de GeoMedia WebMap le atribuye la información de los metadatos catalogados en GeoNetwork para este servicio.

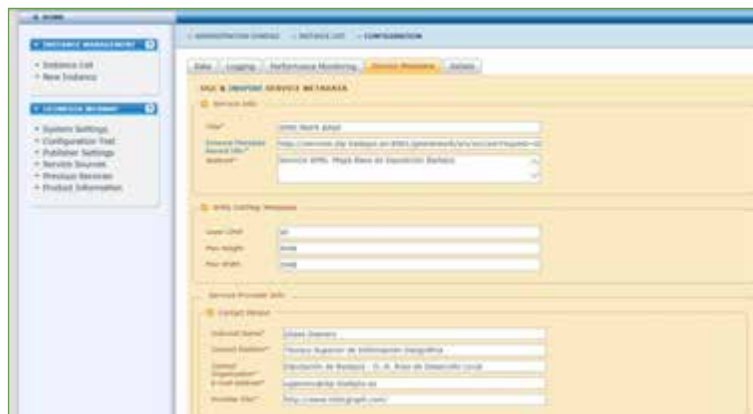


Imagen 7. Ficha de configuración de Geomedia Webmap para definir el origen del metadato de servicio

## 6. CONCLUSIONES

Después del trabajo realizado, y como resultante del mismo, podemos concluir que:

- Los estándares INSPIRE son a día de hoy el mejor referente en cuanto a interoperabilidad efectiva entre software tan diferentes como lo son Geospatial Portal y Geonetwork.
- Se pueden mantener los estándares en cuanto a perfiles de metadatos (ISO19115, NEM,...) y no comprometer con ello la usabilidad de dichos datos por parte de los usuarios finales ni la interoperabilidad con otros organismos.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IDE, <http://www.ideo.es/web/guest/introduccion-a-las-ide>
- [2] Directiva Europea INSPIRE, <http://inspire.jrc.ec.europa.eu/>
- [3] Geonetwork, <http://geonetwork-opensource.org/>
- [4] Geospatial Portal, <http://geospatial.intergraph.com/products/geospatial-portal/Details.aspx>
- [5] SIGcBA, <http://sigcba.dip-badajoz.es/geoportal/>
- [6] OGC, <http://www.opengeospatial.org/>
- [7] CSW 2.0.2, [http://www.ideo.es/resources/Servicios/RinconDesarrollador/RD\\_csw\\_v2\\_0\\_2.pdf](http://www.ideo.es/resources/Servicios/RinconDesarrollador/RD_csw_v2_0_2.pdf)



# UJI Smart Campus

## Un ejemplo de integración de recursos en la Universitat Jaume I de Castelló

(\*) MAURI BENEDITO-BORDONAU, DIEGO GARGALLO, JOAN AVARIENTO, ANA SANCHIS, MICHAEL GOULD y JOAQUÍN HUERTA

---

### Resumen

El proyecto UJI Smart Campus o SmartUJI surge de la necesidad de integrar en una sola aplicación toda la información referente a la Universitat Jaume I de Castelló, de una forma homogénea y unificada.

El campus universitario es un conjunto de infraestructuras, semejante a una ciudad, por lo que su gestión puede resultar compleja.

UJI Smart Campus es un visor web basado en mapas, que usa tecnologías ESRI [1] y que permite localizar áreas de interés y consultar información útil. Diseñado como un sitio web, sigue las directrices de modelos responsive para adaptarse a diversos dispositivos.

UJI Smart Campus ofrece diversas funcionalidades e integra una geodatabase con un conjunto de servicios que acceden al directorio institucional de la universidad. Así la información está actualizada y es consistente sin mantener una réplica desconectada de los datos.

Esta aplicación sirve de base para incluir nuevas funcionalidades (monitorización de consumo energético, gestión de recogida de residuos, reservas), y como guía para desarrollar futuras apps móviles. Es escalable y modular, por lo que resulta sencillo migrar la plataforma a otros campus o ciudades.

### Palabras clave

Smart Cities, Smart Campus, ESRI, Finder.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

Los campus universitarios son lugares donde estudian o trabajan diariamente miles de personas. Por ello, se pueden comparar a pequeñas ciudades por los servicios que aportan, las infraestructuras necesarias para albergarlos y las redes de comunicaciones y transporte que se requieren para la gestión de la vida universitaria.

La universidad Jaume I está ubicada dentro de un solo campus en la ciudad de Castellón de la Plana [2]. La vida diaria de la universidad alberga a profesores, estudiantes, personal de servicios o visitantes que realizan diferentes funciones acordes con sus necesidades dentro del campus como gestiones administrativas, actividades deportivas, académicas, comerciales e incluso de ocio. Todas estas actividades requieren una gran cantidad de información que pueda ser consultada y accesible de forma que resulte de utilidad para el usuario.

---

(\*) Universitat Jaume I – Geotec:  
mauri.benedito@uji.es, diego.gargallo@uji.es, Joanpere.avariato@uji.es, ana.sanchis@uji.es, MGould@esri.com, huerta@uji.es

La gestión de toda la información que se maneja en una universidad es una de las áreas que más trabajo y esfuerzo requiere. Existen gran cantidad de datos multidisciplinares y heterogéneos que se almacenan en distintas fuentes de datos. La información sobre profesores y personal investigador viene dada por el Directorio Institucional de la Universidad y se accede a través del LDAP [3]. La Oficina Técnica de Obras y Proyectos (OTOP) [4] coordina y dirige todas las nuevas construcciones y mantenimiento de los edificios y exteriores del campus por lo que se encarga, a través del personal de mantenimiento, de dar solución a las peticiones de los usuarios en esta materia. Además de esto la OTOP también es la encargada de la gestión energética de todos los edificios de la Universidad. Otra de las tareas que tiene este servicio es asociar las ubicaciones lógicas (como por ejemplo los códigos de despacho) con ubicaciones físicas dentro del campus.

En este trabajo utilizamos el modelo definido para una IDE local para mejorar la monitorización y gestión de los recursos del Campus. El proyecto SmartUJI pretende englobar en una sola aplicación el acceso a toda esta información desde un solo punto, de forma homogénea y fácilmente accesible para los usuarios.

SmartUJI incorpora funcionalidades como, la visualización sobre el mapa de la universidad de los diferentes servicios que ofrece, las distintas zonas de aparcamiento (coches, bicis, discapacitados), contenedores de residuos, edificios, restaurantes y comercios. De este modo se puede tener una visión general del campus y ubicar con un solo golpe de vista aquello que el usuario está buscando en un determinado momento.

Además de esto también hay una necesidad de localizar los despachos del profesorado y personal investigador. Para ello se ha diseñado la funcionalidad Place Finder que localiza en el mapa el despacho asociado a un docente, e incluso propone la ruta a seguir para llegar hasta esa determinada ubicación.

Por último, SmartUJI también permite exportar el mapa que esté en ese momento en pantalla para imprimir así como también compartir para publicarlo en Facebook o Twitter.

## 2. ESTADO DEL ARTE

### 2.1. Campus Virtuales

En la actualidad muchos de los campus universitarios utilizan plataformas web para la gestión de sus datos, tanto a nivel académico, como a nivel de infraestructuras y de organización de los mismos. Toda la información que se utiliza a nivel de infraestructuras y de organización es en parte información geográfica, es decir, está ubicada en un espacio en concreto y puede ser representado cartográficamente (edificios, despachos, aulas, calles, aceras, parkings...). Pero además de estos datos, también son datos geográficos todos los análisis estadísticos y todas las variables que se refieren a una localización en concreto.

La implantación de una IDE local o sectorial como plataforma de gestión de un campus en una plataforma virtual es una de las soluciones óptima para la gestión de los campus. Como ejemplo de esto encontramos el SIGUA[5], Sistema de Información Geográfica de la Universidad de Alicante, creado en 1997 con la vocación de ofrecer un canal de comunicación vivo con la comunidad universitaria en materia de espacios, ofreciendo servicios personalizados a cada tipo de usuario.

Ofreciendo un visor o un geoportal que consume los recursos de esta IDE local, se mejora la monitorización y gestión de los recursos del campus, y permite relacionar de manera directa la información con los agentes que la consumen [6].

### 2.2. Smart Cities

Por otro lado un campus universitario puede considerarse un auténtico banco de pruebas para la implementación de una ciudad inteligente [6]. El concepto de ciudad inteligente o Smart City surge de la necesidad en entornos locales de la gestión de todo tipo de recursos. De ahí a que nazcan iniciativas de Smart Cities como los ca-



de Santander[7] o Málaga[8], de la mano de administraciones y empresas como Telefónica[9] o IBM[10] que pretenden integrar el uso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones con la finalidad de mejorar servicios, de proveer de nuevos y también para construir una vía sostenible para el desarrollo económico y social en el contexto de las ciudades.

Un ejemplo a nivel sectorial en el que se utilizan las tecnologías geoespaciales y en el que se persiguen estos objetivos se puede ver la Facultad de Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, donde se ha desarrollado un interfaz de comunicación del Sistema de Control de un Edificio (SCE) integrado con un SIG. Esta aplicación permite al usuario realizar tareas de control domótico de las instalaciones urbanas y edificios del campus, así como evaluar, monitorizar y gestionar datos procedentes de sensores situados para tal efecto [11].

### 2.3. IDEs locales

Tanto los campus virtuales como los Smart Cities o Smart Campus son claros ejemplos de productos finales para los usuarios, utilizando las infraestructuras de datos proporcionadas por la IDE local o sectorial.

En el contexto del campus, la IDE es sectorial, pero funcionalmente es una IDE local trabajando en un contexto más pequeño y más controlado que una ciudad. Ha sido crucial para el desarrollo del trabajo de UJI Smart Campus implicar a la administración del campus, ya que estos son que más datos generan y mayor relevancia directa tienen con los usuarios del campus. Para ello es necesario realizar una reorganización de toda la información para que sea única y centralizada con el objetivo de tener unos datos actualizados y consistentes.

### 2.4. Metodología

Para desarrollar la aplicación se ha seguido una metodología ágil [12], utilizando muchas de las características de scrum [13] como marco de trabajo. Scrum se caracteriza principalmente por un control de procesos empírico, lo cual quiere decir que utiliza el progreso real del proyecto para planificar los hitos del mismo.

Hacemos reuniones periódicas para ver el estado del proyecto, y mantenemos informado al resto del equipo sobre el punto en el que estamos trabajando, las tareas que ya se han realizado y las dificultades con las que nos hemos encontrado.

El ritmo de trabajo se planifica en ciclos de entre 15 y 30 días (un sprint). Se realizan una reunión al comienzo de cada ciclo, tanto para revisar el trabajo del ciclo anterior como para repartir las tareas del que comienza.

Los objetivos a conseguir se han gestionado utilizando una «pizarra de tareas», un elemento indispensable para ver los avances del resto de compañeros y poder planificar las tareas dentro de cada sprint.

La metodología utilizada nos ha ayudado a tener conciencia sobre el estado real del desarrollo del proyecto, mejorando así su seguimiento. Además nos ha proporcionado un punto de vista más amplio, incluso cuando hemos realizado tareas individuales.

### 2.5. Tecnologías utilizadas

El servidor de mapas es un ArcGIS server 10.11, y en él se puede encontrar la mayoría de la información utilizada por el visor. Se ha sacado el máximo partido a la API de ArcGIS para JavaScript [14] para todo lo referente a la visualización de mapas.

Para el desarrollo web en la parte del cliente se han utilizado diferentes tecnologías: La estructura de la página se ha creado utilizando HTML, usando JavaScript para incluir macros que la hagan más dinámica. También

se ha utilizado PHP para generar de forma automática ciertas partes de la página, y para suministrar parámetros a través de la URL.

Para el diseño de la interfaz se han tenido en cuenta diversas técnicas de diseño web adaptativo (responsive design), con hojas de estilo CSS. De esta forma hemos obtenido una interfaz de usuario que se adapta a las pantallas de todo tipo de dispositivos, ya sean desktop, laptop, tablets o dispositivos móviles.

Para los servicios web se ha optado por seguir los principios de la Transferencia de Estado Representacional (REST) [15], utilizando Java. Así hemos conseguido un conjunto de servicios web escalable, y que pueden ser reutilizados de una forma muy intuitiva (debido principalmente a que se trata de una arquitectura ampliamente utilizada, y su número de seguidores sigue creciendo).

Los gráficos y botones que se han utilizado han sido diseñados expresamente para este proyecto con Adobe Photoshop CS3. Podemos decir que la interfaz de usuario ha dirigido la línea de diseño que siguen estos gráficos y botones, haciendo que finalmente resulte lo suficientemente funcional e intuitiva.

### 3. SMART UJI

La aplicación Smart Campus es un servicio de visualización y consulta de los diferentes elementos que contienen las bases de datos de la Universidad de forma homogénea y unificada. Para ello, se ha construido una IDE local en el Campus de la Universitat Jaume I siguiendo las distintas fases que vemos en la Imagen 1.

En primer lugar ha sido necesario determinar qué datos van a ser utilizados y las fuentes desde donde van a ser proporcionados. También se han estudiado y definido modelos para que estos datos puedan ser integrados y se adaptan a nuestras necesidades y de tal modo puedan ser utilizados de forma óptima desde nuestras aplicaciones.

Para el acceso a todos estos datos ha sido necesaria la creación de diferentes servicios diseñados para que consulten las bases de datos corporativas y devuelvan solamente la información necesaria que hemos definido en la fase anterior.

También se han diseñado y publicado servicios para visualización y descubrimiento de toda esta información. La aplicación consume estos servicios y los procesa de forma que genera y devuelve al usuario resultados que están dentro de sus necesidades.

Dentro de esta IDE existen datos multidisciplinares y multiescala que han sido seleccionados y recopilados de fuentes distribuidas y heterogéneas. Toda esta información se ha unificado y gestionado con el fin de que se adapten a los propósitos de cada tipo de usuario y seguidamente se ha publicado mediante servicios para que pueda ser manejada por la aplicación de forma integrada desde un sólo punto de acceso. De este modo se simplifica la forma de acceso a estos datos y se favorece su monitorización para estudiar sus interrelaciones, tendencias y patrones.

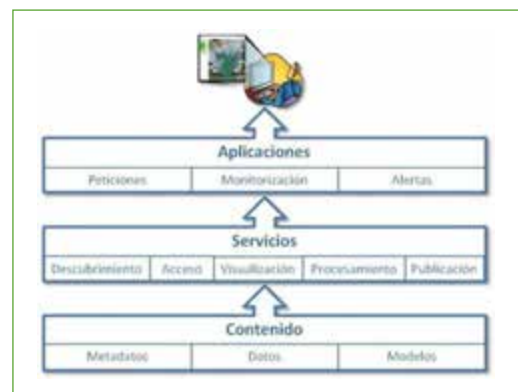


Imagen 1. Arquitectura de tres capas para smart UJI

#### 3.1. Contenido

La aplicación SmartUJI consume los servicios que consultan las bases de datos creadas en nuestra IDE local. Para la creación de esta base de datos se ha tomado como base el modelo de base de datos ESRI Local Government Information Model (LGIM) [16]. Este modelo de base de datos contiene la estructura y relaciones entre sus entidades para caracterizar áreas como una ciudad o en nuestro caso, un campus universitario.



Para cubrir nuestras necesidades, se ha simplificado el modelo LGIM de forma que se adapte a la información que gestiona la Universidad. De este modo, se ha agrupado en una sola base de datos, información tanto espacial como alfanumérica que se utiliza para definir los diferentes elementos del campus.

La información alfanumérica se extrae de la base de datos de la Universidad y, en este caso, se incluyen los detalles físicos de cada espacio: superficie, edificio, piso, ala y número de espacio, siendo este último el identificador de cada espacio interior. Este identificador es único y se utiliza para relacionar estos datos con otros, como la ubicación lógica (facultad o departamento), el uso de ese espacio, el personal y su información de contacto, como el equipamiento, instalaciones en uso o consumo de energía.

Para crear la información espacial, se han modelado tanto el exterior como el interior de los edificios que componen el campus. Para hacer este modelado se han extraído los datos necesarios a partir de datos vectoriales y ráster. Estos datos han sido reproyectados de forma que todos compartan el mismo sistema de referencia y puedan ser utilizados conjuntamente. Con esta cartografía se han creado los diferentes documentos de mapas que se asocian a las distintas tablas en la base de datos.

### 3.2. Servicios

La aplicación SmartUJI se ha diseñado de forma que consume diferentes servicios tanto de mapas como de datos.

Para recuperar la información relativa a los recursos humanos se han diseñado y publicado otros servicios que consumen los datos del LDAP. En este caso, los datos devueltos por estos servicios son datos que definen a los profesores y personal investigador (PDI) de la Universidad. Cada PDI viene definido por: nombre, descripción, email, despacho, número de teléfono, unidad organizacional y dirección web.

Entre los requisitos de SmartUJI aparece también la necesidad de consultar un servicio que devuelva la información asociada a cada departamento de la Universidad. Para ello se ha publicado un servicio que comunica con la base de datos corporativa y obtiene los despachos asociados a cada departamento, así como el nombre y código del departamento y su dirección web.

En cuanto a la visualización de mapas, ha sido necesario crear y publicar servicios que devuelvan la cartografía del campus que se ha modelado en la fase de contenido y preparación de los datos. Los servicios son Servicios de Mapas de ArcGIS a los que la aplicación se conecta para la visualización de los datos. Los servicios de mapa que utiliza SmartUJI permiten visualizar tanto la cartografía exterior como interior de los edificios del campus.

Además de estos, también se han publicado tres servicios que completan la visualización de los elementos del campus. El primero de ellos es el servicio de parking que permite ver tanto las áreas de aparcamiento para coches que hay en todo el campus, como los puntos reservados para discapacitados, parkings de bicicletas o puntos de carga y descarga de vehículos por parte del personal de mantenimiento. En segundo lugar está la visualización de contenedores, que se ha diseñado para posicionar todos los puntos de recogida de residuos sólidos y reciclaje. Por último se han publicado los puntos donde están ubicados los diferentes servicios que ofrece la universidad. Estos servicios se han dividido por categorías como comercios, restaurantes, servicios universitarios, asesoría jurídica o servicios universitarios entre otros.

La obtención de rutas dentro del campus ha necesitado el diseño de un modelo de geoprociamiento que recibe puntos de entrada y devuelve como resultado la ruta óptima que pasa por todos ellos. Esta tarea de geoprociamiento ha sido publicada y se consume desde la funcionalidad de rutas que incluye SmartUJI.

Todos los servicios disponibles tanto de mapas, geoprociamiento o alfanuméricos son gestionados y devueltos al usuario de forma integrada.

### 3.3. Aplicaciones

- Interfaz de usuario  
 Nuestro visor web presenta diversas funcionalidades, a las cuales se puede acceder a través de una barra de iconos situada en su lateral izquierdo. Cada uno de los iconos presentes en esta barra deslizable da acceso al menú que controla la aplicación integrada correspondiente.  
 Se ha aprovechado al máximo tamaño del visor para mostrar el mapa de forma que la superficie útil de éste sea lo más grande posible. La posición y el tamaño de los diferentes controles del mapa se han cuidado al detalle para perseguir este propósito, sin dejar que se pierda su funcionalidad.
- Estructura interna  
 El código se ha estructurado en una serie de carpetas para facilitar su reutilización y la incorporación de futuras actualizaciones. Cada app tiene su código agrupado en una única carpeta, dentro de la carpeta «Apps», organizado de la misma forma en cada una de ellas.

El código y los recursos para integrar las aplicaciones, así como todo lo susceptible de ser reutilizado, se ha incluido en otras carpetas separadas de «Apps» dependiendo de su naturaleza: «navigation», «menu», «utils», «css», «images»...

#### 3.3.1. Place Finder

La extensión Place Finder permite buscar las ubicaciones de los despachos del personal docente de la universidad. Utilizando como base la plantilla Campus Place Finder [17] que ofrece Esri, se ha diseñado esta funcionalidad para buscar y localizar profesores y despachos en el campus de la Universitat Jaume I de Castellón.

Originalmente esta plantilla tiene asociada una base de datos estática donde se encuentra la información relativa al personal. En este caso, se ha modificado el modelo original de la plantilla para que acceda a los servicios creados de búsqueda de personal, espacios y departamentos. Ya que estos servicios consumen los datos de la base de datos corporativa de la universidad, se consigue que la aplicación esté siempre actualizada sin necesidad de tener una réplica desconectada. Además, también se ha adaptado la plantilla para que pueda ser incluida en la página web corporativa de la Universidad.



Imagen 2. Resultado de la búsqueda por profesor y despacho

El funcionamiento de esta extensión es muy sencillo. Como vemos en la Imagen 2, el usuario solamente necesita indicar el tipo de búsqueda (profesor o despacho) y escribir en el campo de búsqueda un texto. En caso de buscar a un profesor, el servicio realiza una búsqueda por nombre y devuelve todos los profesores cuyo nombre contiene el texto introducido por el usuario. De igual modo, en caso de búsqueda por espacio, el servicio lista todos los espacios que contienen la cadena indicada en el campo de texto.

Para la búsqueda por profesor una vez se ha seleccionado el registro, Place Finder carga la capa de espacios interiores para localizar y mostrar en el mapa el despacho asociado al profesor y además abre una ventana con información del profesor (nombre, email, teléfono, web) y también del espacio (edificio, planta, área). En caso de la búsqueda por espacio, el comportamiento es similar: si el espacio buscado tiene un profesor asociado, la infor-



Imagen 3. Información devuelta en la búsqueda

mación que se muestra en la ventana es igual que en la búsqueda por profesor. En caso contrario, se indica que no hay personal asociado a ese espacio y muestra solamente la información de ese espacio. En la Imagen 3 aparece un ejemplo de la información de vuelta en cada caso.

La opción de búsqueda por departamento está implementada de manera que el usuario selecciona un departamento de la lista que aparece en el panel lateral. El sistema busca todas las estancias que pertenecen al departamento indicado y las localiza y muestra en el mapa tal y como aparece en la Imagen 4. De este modo se puede ver de forma muy clara y general dónde está ubicado cada departamento y el área que ocupa dentro del edificio.



Imagen 4. Resultado búsqueda por departamento

### 3.3.2. SELECTOR DE CAPAS

La funcionalidad de selector de capas permite al usuario visualizar información de diversa naturaleza, pudiendo combinar distintas capas de datos para conseguirlo.

En el servidor ArcGIS server se han creado diversos servicios de mapas que son los que se consumen por este cliente web. La información contenida en estos servicios es la siguiente: mapa base en color o blanco y negro; polígonos de los edificios y edificios interiores por planta; información sobre los servicios universitarios, contenedores y parkings.

Los servicios de mapa que se consumen contienen diversas capas de información para que el propio servidor gestione y optimice la visualización, aunque cada capa de información se manipula desde el cliente de manera independiente.

En la siguiente Imagen se puede observar la interfaz de usuario para seleccionar dicha información.

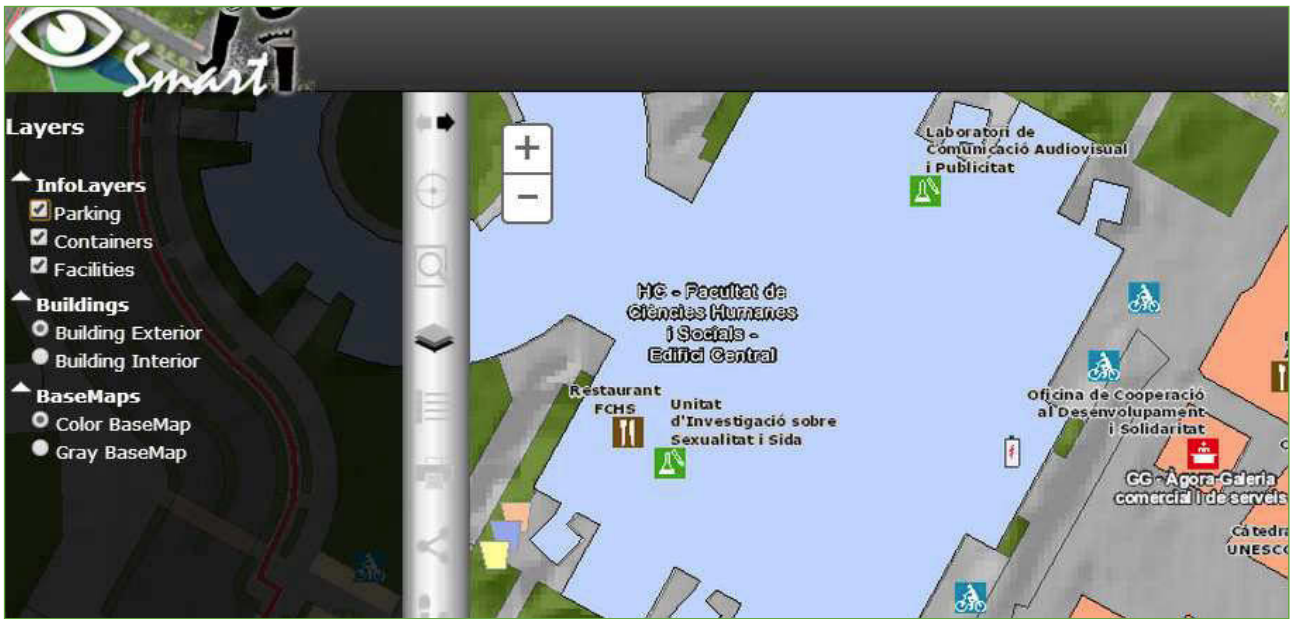


Imagen 5. Interfaz del selector de capas

### 3.3.3. Impresión del mapa

Gracias al menú que se ofrece es posible transformar la vista del mapa en diferentes formatos, tanto en archivos de imagen como en pdf, para posteriormente imprimirlo. Se ha utilizado parte de la api de JS para Esri, concretamente la clase PrintTask que ofrecen los servidores de mapas de Esri desde la versión 10.1 [18]. Proporciona desde la forma en la que se mostrará y que información incluirá hasta el menú para seleccionar el tipo de impresión.

### 3.3.4. Compartir

El visor dispone también de un menú para compartir la información que el usuario está visualizando en el mapa. Se ofrecen diferentes opciones para compartirla, desde un link acortado que puede ser enviado por correo, hasta diferentes funciones para compartirlo en las redes sociales.



Imagen 6. Funcionalidad compartir

### 3.3.5. Rutas

La funcionalidad de rutas permite seleccionar dos o más puntos dentro del campus universitario y mostrar la ruta óptima o más corta entre los puntos insertados. Esta funcionalidad está implementada en tres dimensiones, lo que permite discriminar la planta de los puntos seleccionados, tanto inicial como final.

El cálculo de la ruta se realiza en el servidor de ArcGIS Server como una tarea de geoprocésamiento. La visualización del resultado final identifica las plantas por donde pasa la ruta, así como distingue el tramo de la ruta que pasa por la planta que en ese momento tiene activa con los tramos de la ruta que se encuentran en otra planta que no es la actual. En la siguiente Imagen se muestra un resultado final de una ruta, donde los puntos inicial y final se representan por un icono de punto de color rojo. La planta que se está visualizando es la segunda, el tramo de ruta que corresponde con esta planta se visualiza en rojo y el resto de tramos que pasan por las otras plantas en color azul con trazo discontinuo.



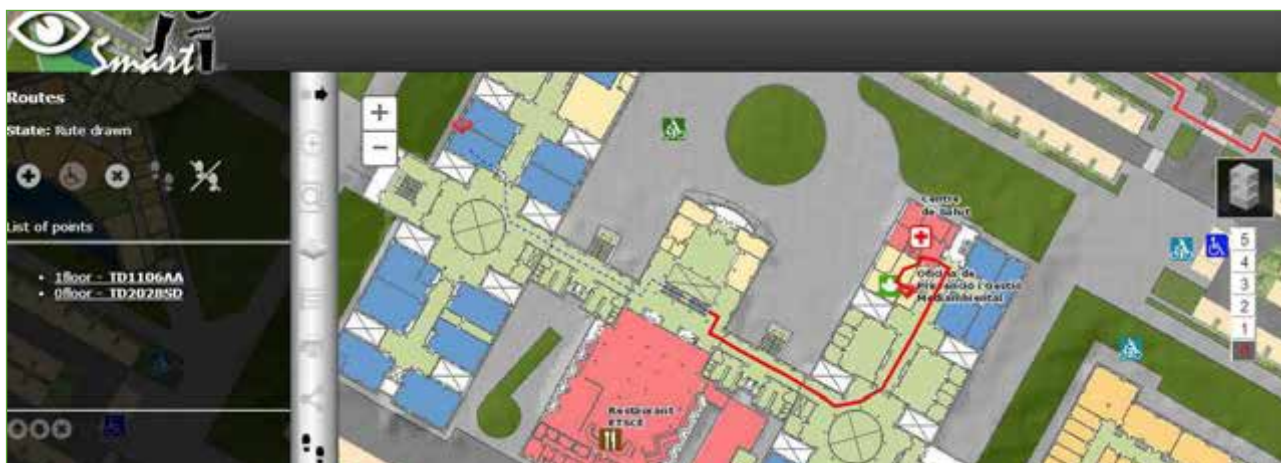


Imagen 7. Ejemplo del resultado final de la funcionalidad de ruta

#### 4. CONCLUSIONES Y FUTURO DEL PROYECTO

El despliegue de esta primera etapa del smart campus ha supuesto una mejora en cuanto a la integración de información ya existente en la universidad, según el modelo de una IDE local, que permitirá evitar multiplicidades en datos, servicios y aplicaciones tanto en labores de mantenimiento como en espacio y personal dedicado. Además habilita el análisis espacial de la información de nuestro entorno para asistir en la toma de decisiones en cuanto a la gestión de los recursos representados y publicita y facilita el descubrimiento y acceso a datos, servicios y aplicaciones. Finalmente, involucra a la comunidad universitaria en la tarea de proporcionar información y en el buen mantenimiento de los recursos y ofrece oportunidades para que diferentes grupos de I+D experimenten con las tecnologías 'Smart Cities'.

A través de la creación de un portal web como acceso único a esta información y aplicaciones, smart UJI ha investigado métodos y tecnología para integrar datos e información corporativa (gráfica y alfanumérica) con base espacial y ha desarrollado e integrado servicios básicos como la búsqueda, acceso, descarga y visualización que utilizan la información anterior. Además a diseñado mapas inteligentes apoyados en una base de datos espacial, estructurada, eficiente y consistente y creado nuevas aplicaciones y servicios que abordan las necesidades específicas (análisis espacio temporal de uso de recursos, gestión de espacios, rutas, movilidad) y que aprovechan esta nueva forma de disponer de la información.

Como ya se ha comentado en apartados anteriores, el geoportal de Smart UJI está dentro del proyecto de Smart Campus, por lo que el futuro de este proyecto sigue la misma dirección de las Smart Cities y Smart Campus. Utilizando como pilares la geodatabase, la base de datos institucional de la UJI, la infraestructura de datos ya creada, las funcionalidades ya creadas y las futuras, se quiere que este geoportal sea «Smart», es decir, no solo personalizado para cada usuario según su rol (estudiante, PDI, PAS o administrador en la universidad, con acceso diferenciado a diferentes niveles de información y creación de contenido), sino que sea también «inteligente». Hacer que el sistema aprenda de cada usuario sus preferencias, sus «hábitos» en el campus, su horario,... para que este sistema sea una herramienta de información y también pueda funcionar como asistente.

Por otra parte para los administradores de la universidad (p.e. el Rector), se podría llegar a desarrollar una aplicación de «¿Cómo está el campus hoy?», donde se incluirían en esta aplicación funcionalidades como visualización y análisis de: ocupación de infraestructuras, informes sobre desperfectos, aglomeraciones, recursos consumidos (energía, agua...).

Las futuras funcionalidades de este geoportal será la funcionalidad de energía, en la que se visualizarán en tiempo real distintas variables relacionadas con el consumo de energía en los diferentes edificios de la universi-

dad. También se va a incluir una funcionalidad que sirva para que los usuarios reporten incidencias, tanto a nivel de infraestructuras como a nivel informático.

Los smart phones han abierto un amplio abanico de aplicaciones debido a su alto uso en la población y a su gran oferta de recursos que ofrece tanto para desarrolladores como para los usuarios. Por este motivo se está desarrollando también una app nativa para Android, incorporando todas las funcionalidades presentes en la aplicación web. Además de todas estas funcionalidades, se está incorporando un sistema de posicionamiento indoor para los edificios de la UJI desarrollado por miembros del grupo GEOTEC. Otra de la funcionalidad que se está incorporando es la navegación mediante realidad aumentada.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ESRI. Understanding our world, <http://www.esri.com/>
- [2] Localización y acceso a la UJI, <http://www.uji.es/www/esp/info-uji.html>
- [3] Directorio Institucional de la Universitat Jaume I (LDAP), <http://www.uji.es/CA/serveis/si/ldap/infoldap.shtml>
- [4] Oficina Tècnica d'Obres i Projectes (OTOP), <http://www.uji.es/CA/serveis/otop/presenta.html>
- [5] Sistema de Información Geográfica de la Universidad de Alicante, <http://sigua.ua.es/>
- [6] Sanchis, A., Arnal, A., Moreno, W., Sanchis, V., Díaz, L., Huerta, J., Gould, M.: ViscaUJI: campus inteligente como IDE local. Disponible en: <http://www.ign.es/resources/jiide2012/jueves/tarde/Ecuador/6.viscaUJI.pdf> (2012)
- [7] Smart City de Santander, <http://www.smartsantander.eu>
- [8] Smart City de Málaga, <http://smartcitymalaga.es>
- [9] Smart Cities, Fundación Telefónica, <http://smartcity-telefonica.com/>
- [10] The Smarter Cities, IBM Client Center , [http://www.ibm.com/ibm/clientcenter/lagaude/smarter\\_city\\_solution.shtml](http://www.ibm.com/ibm/clientcenter/lagaude/smarter_city_solution.shtml)
- [11] Álvarez, M., Arquero, Á., Martínez, E., Río, O: Domogis: prototipo de un interfaz del sistema de control de un edificio integrado en un SIG. Informes de la Construcción, Vol. 62, 518, 15-24, abril-junio 2010. Disponible en: <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/818/903> (2010)
- [12] Manifiesto for Agile Software Development, <http://www.agilemanifesto.org/>
- [13] Scrum methodology, <http://scrummethodology.com/>
- [14] ArcGIS API for Javascript, <https://developers.arcgis.com/en/javascript>
- [15] Leonard Richardson & Sam Ruby. RESTful Web Services. O'Reilly. (2007)
- [16] Implementing the Local Government Information Model with ArcGIS 10. Disponible en: <http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2010/07/30/implementing-the-local-government-information-model-with-arcgis-10/>
- [17] ESRI Campus Place Finder Template, <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=57a49d765f004bfe86aba7a7937bf280>
- [18] ArcGIS API for Javascript, Print Reference, [https://developers.arcgis.com/en/javascript/jssamples/widget\\_print.html](https://developers.arcgis.com/en/javascript/jssamples/widget_print.html)

# Sistema de acceso, catalogación y publicación de servicios OGC ofertados a través de las IDE

(\*) ANTONIO QUINTANILLA, DAVID CIFUENTES, JAVIER SÁNCHEZ y JAVIER MÁRQUEZ

---

## Resumen

La multitud de servicios e información espacial ofertados a través de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs) presentan dificultades para ser encontrados y utilizados. Con el fin de salvar esas dificultades y conseguir un uso generalizado de la información geográfica, se propone crear un repositorio de servicios OGC que permita consultas ordenables por criterios conceptuales y geográficos.

Se ha desarrollado un sistema software basado en servicios Web que cataloga de forma automática los servicios OGC disponibles en la red a nivel mundial, satisfaciendo la necesidad de inventariar y explotar de forma sencilla, mediante una API, la extracción de información de servidores y capas de los servicios OGC delimitada a un ámbito geográfico.

Operando de forma semejante a un buscador Web, proporciona como resultado fuentes de servicios que pueden ser explotados por aplicaciones y/o visores. De esta manera, no solamente se genera un repositorio central de servicios, sino que se contribuye al uso generalizado de la información espacial. Creando herramientas de verificación, de control de calidad de servicios y la oportunidad de generar nuevas líneas de negocio en el desarrollo de sistemas basados en SIG.

## Palabras clave

Catálogo, servicios, OGC, WMS, IDE, búsqueda, repositorio, GetCapabilities

---

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Castilla-La Mancha viene trabajando desde hace años en el diseño y desarrollo de sistemas que faciliten el uso de la gran cantidad de información geográfica publicada a través de las IDEs o de servicios de mapas comerciales. Debido principalmente a la gran cantidad de servicios OGC, la falta de descripción detallada y la heterogeneidad en los datos, se considera necesario la puesta en marcha de herramientas de usabilidad y explotación.

Se pretende ofrecer una herramienta capaz de facilitar esta búsqueda al igual que la realizan los buscadores Web convencionales a los que estamos acostumbrados. Para ello se ha planteado un sistema con una estructura que permite catalogar la información suministrada por la descripción de los servicios OGC, mediante peticiones «GetCapabilities», consiguiendo un data warehouse que sea explotado mediante un motor de búsqueda. Dicho almacén de datos está diseñado para favorecer el análisis y la divulgación eficiente de capas, features y servicios.

---

(\*) Universidad de Castilla-La Mancha – IDR:  
Antonio.quintanilla@uclm.es, cifu15@gmail.com, jsanc70@hotmail.com, javimarkez@gmail.com

Las peticiones al sistema son de la forma <términos, criterios [ámbito, SRS]>. Se realizan consultas mediante términos que coincidan con la descripción de los servicios y puedan delimitarse para un determinado ámbito espacial para mejorar la búsqueda de registros. Obteniendo como respuesta <capas/features, servidor, Spatial Reference System (SRS)> representada según la importancia de un PageRank. Esta puntuación será calculada según la calidad de la información de los servicios.

## 2. RASTREO, REGISTRO Y PUBLICACIÓN

A continuación se detallan los procesos internos necesarios para recopilar la información en el sistema y su publicación.

### 2.1. Rastreo

El proceso más complejo es el rastreo de servidores [1]. Consiste en un programa que ejecuta un algoritmo que descubre enlaces correspondientes a servicios geoespaciales estandarizados por la OGC [2]. Cuando se encuentra un servicio válido se obtienen los metadatos mediante solicitudes GetCapabilities que describen la información del servicio. El robot o araña registra los metadatos del servicio disponible en un sistema (servidores y capas de información) de información según preponderancias. El robot puede procesar muchos tipos de contenido, pero no todos. Por ejemplo, no puede procesar el contenido de una serie de archivos multimedia o páginas dinámicas.

El proceso de rastreo comienza con una lista de URL de páginas Web generadas a partir de anteriores procesos de rastreo o URL's definidas previamente. Estas se amplían con los datos obtenidos en las Web (IDE's, Administraciones, Sitios especializados...) o mediante nuevos servicios que dan de alta los usuarios.

### 2.2. Indexación

A continuación el sistema procesa todas las URLs rastreadas para elaborar un índice completo de todas las palabras detectadas, e identificar la ubicación de cada servicio. El parseo de información obtenida de «GetCapabilities» recupera etiquetas y atributos de contenido clave («Title», «Name», «Abstract», «CRS», «Bounding-Box», etc), con el objetivo de ser registrados en el sistema data warehouse e indexados para mejorar el acceso.

El módulo de indexación es el subsistema encargado de manejar la estructura de índices asociados a contenidos. Gestiona la lectura/escritura de los datos indexados, estableciendo una correspondencia entre el contenido y los índices. Esto permite acceder a la información de carácter alfanumérico y establecer la relación entre un sistema de información y la ubicación del servicio.

#### — Index Manager

La estructura de indexación consiste en un fichero invertido que cubre el ámbito geográfico del motor de búsqueda [5]. Asociados a cada registro, se mantiene información de los elementos de los servicios OGC (WMS, WFS...) e información que enlaza con el data warehouse del sistema. Esto permite un sistema híbrido que agiliza la búsqueda de conceptos y mantiene toda la información de los servicios registrados en el catálogo.

Los registros indexados en el fichero invertido  $f$  tienen la forma  $\{c: l_i, b_j, s_j\}$ , donde  $c$  es un concepto representado por una o más palabras (información extraída de las peticiones GetCapabilities);  $l_i$  es el identificador de una capa o registro cuyo título contiene el concepto  $c$ , pudiendo darse que  $c$  no tenga contenido el título pero si otro concepto;  $b_j$  es el bounding box de  $c_j$ ; y finalmente,  $s_j$  es una puntuación cuyo rango es  $[0, 1]$  que mide el nivel de fiabilidad de la información ofrecida por la capa  $l_i$  sobre el concepto  $c$  y  $b$ .

El proceso de actualización de la estructura de índice se lleva a cabo en tiempo de indexación, esto permite realizar otras operaciones [3] que agilizan posteriormente la búsqueda. Este proceso se inicia des-

pués de encontrar un nuevo servicio WMS, WFS... El procedimiento se divide en tres partes principales: parseo de información del servicio, indexación en el sistema de ficheros invertidos y puntuación «Page-Rank» para la recuperación de resultados.

#### — Indexación de Capas

La primera parte del algoritmo es la actualización de la estructura de índices. En él se actualizan los ficheros invertidos una vez ha sido analizada la respuesta «GetCapabilities» del servicio. Por simplicidad se detallan los pasos que deben realizarse para cada capa  $l_i$  de los servicios WMS:

- Obtener los metadatos del servicio mediante petición «GetCapabilities».
- Puntuar la información según las variables de criterio establecidas para asignar el PageRank; {Tiempo de respuesta, concurrencia de palabras, SRS, BoundingBox...}
- Registrar la información de cada capa  $c$  en el data warehouse y establecer los índices en los ficheros de indexación.
- Registrar los términos conceptuales de valor del paso 1 {Nombre, Título, Abstract, CRS...} en los ficheros de indexación para agilizar la búsqueda.

### 2.3. Content Repository (Manejador de Consultas)

Capaz de navegar la estructura de índice con el fin de responder apropiadamente a las consultas. Las respuestas tienen un conjunto de resultados que se ordenan utilizando las puntuaciones  $s_i$  previamente calculadas. El manejador de consultas accede a los datos del sistema de información por cada capa  $l_i$ , obteniendo datos sobre título, abstract, escala máxima-mínima, bounding box, etc., y servicios (propietario, URL, forma de respuesta, etc.). El módulo gestiona los resultados según la calidad del servicio, ofreciéndola en forma de listado en base a los criterios de filtros aceptados por el API de recuperación de información.

### 2.4. Publicación

Cuando un usuario introduce una consulta {término-1, término-2...}, el sistema navega a través de la estructura de índices controlado por «Index Manager». Las coincidencias en términos y ámbito son recuperadas según relevancia  $s_i$ . La relevancia se determina mediante el PageRank de los registros, valorados por multitud de parámetros de calidad de los metadatos.

- Los términos de búsqueda son palabras descriptivas para recuperar la información de las capas  $c_{i..n}$  registradas en el «catálogo».
- Los criterios son delimitadores de búsqueda que permiten obtener resultados óptimos. Se establecen criterios como zona de actuación (delimitada espacialmente mediante Bounding-Box), sistema de referencia espacial (SRS), formatos de información u otros parámetros. Los criterios son especialmente útiles para recuperar registros (información de los servidores) con determinados pautas, que ayudan a generar aplicaciones y obtener datos de calidad. La información del «catálogo» está disponible de forma pública debido a que ha sido recuperada de servicios OGC disponibles en Internet.

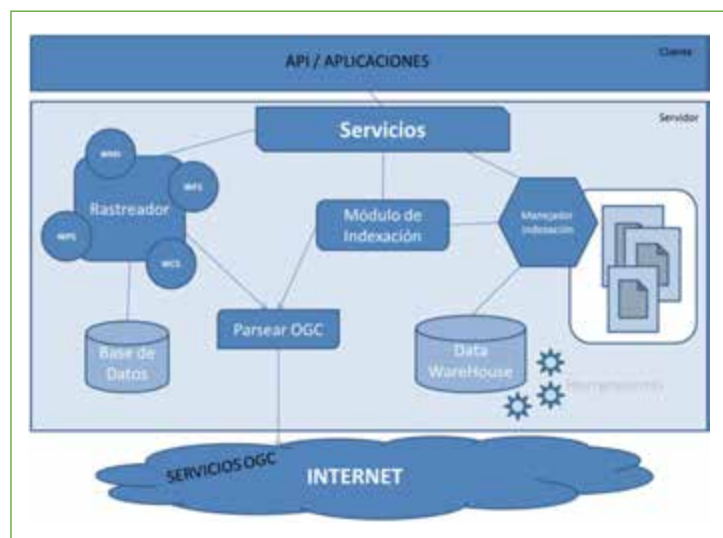


Imagen 1. Arquitectura y comunicación entre los módulos del Sistema de Catálogo.

### 3. ANÁLISIS Y PROBLEMAS

La utilización de este tipo de herramientas permite extraer información y analizar los resultados de la calidad de los datos. Este artículo se centra en servicios WMS [4] debido a que se tratan de los más populares en las IDEs. Se han analizado un conjunto de estos servicios, a nivel estatal, regional y local con el propósito de focalizar la atención en los errores más comunes en su definición, así como sugerir buenas prácticas, lo que permitiría solventar las dificultades de descubrir servicios y recuperar las capas según la descripción de sus términos [5]. La calidad de los metadatos tiene un impacto directo en la recuperación de la información (Comprovs 2004) [6].

La aplicación de servicio de catálogo permite realizar consultas para obtener información válida de los datos indexados. Por lo que no solamente se trata de un repositorio de servicios OGC para recuperar capas de información por ámbito y descripción, sino de una potente herramienta de análisis de generación de servicios para detectar errores.

De los metadatos de los servicios, en analogía a la definición del estándar ISO 19115 y la directiva INSPIRE, se han seleccionado un conjunto de registros esenciales con el fin de facilitar la recuperación de los registros de información a nivel de servicio. Por tanto es de gran importancia el enriquecimiento de los metadatos ofertados por el servicio GetCapabilities, ayudando a conseguir resultados más precisos ya que de otro modo, posiblemente, no podrían ser encontrados.

Los principales metadatos evaluados y registrados en el catálogo han sido:

- Title (Obligatorio ISO 19115 e INSPIRE)
- Abstract (Obligatorio ISO 19115 e INSPIRE)
- Resource language (Obligatorio ISO 19115 e INSPIRE)
- Metadata date (Obligatorio ISO 19115 e INSPIRE)
- Topic category (Obligatorio ISO 19115 e INSPIRE)
- Responsible (party information or role) (Obligatorio INSPIRE, parcial ISO 19115)
- Geographic bounding box (Obligatorio INSPIRE)
- Keyword value (Obligatorio INSPIRE)
- Reference System Info

Los campos con mayor peso de actuación en la recuperación de información son «Title», «Abstract», «Geographic Bounding Box» y «Reference System Info».

Los principales problemas encontrados han sido la falta de definición de los campos «Title» y/o «Abstract». Se pueden encontrar nombres genéricos, títulos incompletos, «Absctract» sin especificar o sin aporte de información respecto a «Title».

Otro de los parámetros analizados de importancia es el «Geographic Bounding Box», que determina el ámbito de actuación de la información. Este parámetro se ha considerado muy interesante a nivel de aplicación debido a que permite realizar búsquedas espaciales de la información y devolver al usuario aquellos registros de la zona de actuación de trabajo. El principal problema radica en una mala definición del BoundingBox (BBOX), ocasionando que el sistema sea incapaz de recuperarla adecuadamente para determinados casos puntuales. Se han encontrado circunstancias donde el BBOX no corresponde con la zona geográfica o se encuentra definido a nivel mundial, cuando únicamente se trata de una zona mucho más restringida.

La ausencia del campo ScaleHint es otro de los problemas, ya que este permite identificar a que escala de visualización se encuentra la información de la capa. Se ha detectado que la mayoría de los servicios no lo especifican o se encuentra mal definido.

El último parámetro de estudio se refiere al «Reference System Info» en el que se ofertan los servicios. Gran parte de los servidores no soportan la proyección Google Mercator, muy habitual en servicios WEB-Mapping de

uso muy popular; Google, Yahoo, OpenStreetMap, MapQuest, Bing. Ofertar los servicios en Google Mercator (EPSG:900913) supondría un gran revulsivo en la utilización por parte de los usuarios.

Véase la Tabla 1 donde se detallan algunos los servicios WMS analizados y los servidores que ofertan la proyección Google Mercator. El estudio se ha centrado en las siguientes IDEs. Comunidad autónoma de Andalucía que presenta un amplio servicio de mapas desde sus IDEs, el estudio del servicio del Instituto Geográfico Nacional (IGN), una IDE local como Zaragoza y algunos de los servicios WMS ofrecidos por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA).

Tabla 1  
*Proyecciones soportadas por los distintos WMS analizados.*

	Servicios Indexados	EPSG:4326 Coordenadas Geográficas WGS84	EPSG:23030 Proyección UTM ETRS89 Huso 30 N	EPSG:25830 Proyección UTM ETRS89 Huso 30 N	EPSG:90091 Proyección Google Mercator
<b>ANDALUCIA*</b>	580 (3705 capas)	578	579	571	488
<b>IGN12 (49 capas)</b>	12	12	12	1	
<b>IDE ZARAGOZA</b>	4 (42 capas)	4	4	4	0
<b>MAGRAMA</b>	29 (29 capas)	29	29	29	0

\* Servicios IDEs analizados en Andalucía:

<http://www.juntadeandalucia.es>,

<http://www.ideandalucia.es>,

<http://siggra.dipgra.es/siggra/mapservers>,

<http://mapserver.eprinsa.es/cgi-bin/eiel?>,

<http://www.idejaen.es/wms?>,

<http://www.idemap.es/jac/ArcGIS/services/Ortos5000/MapServer/WMServer>

#### 4. ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La actualización de la información es clave para ofrecer un servicio de calidad. El sistema está definido a tres niveles.

- Automático: Un sistema cron actúa cada cierto tiempo comprobando la disponibilidad de los servicios que se tienen registrados. Esta labor es importante para disponer de un catálogo de registros actualizados y ofrecer un servicio de calidad basado en PageRank.
- Manual: A nivel manual, es el propietario el que introduce el servicio en el catálogo, o bien el técnico-administrador del sistema, el que puede editar la información. Esto permite enriquecer la descripción de las capas.
- Asistido: Mediante un sistema de incidencias que son recibidas por el técnico-administrador del sistema, notificándole las solicitudes de usuarios y valoraciones que se realicen sobre un determinado registro. Consiguiendo una mejora de la información por parte de una comunidad, ya que la información puede ser enriquecida o pudiéndose establecer un contacto con la persona encargada de la publicación del servicio.

En el desarrollo del sistema software se han evaluado los distintos niveles planteados. La alternativa más sostenible es la de un sistema cron automático de verificación de la información. Esto convierte al sistema en un repositorio de registros donde el usuario y/o aplicaciones externas puedan obtener resultados según los criterios de calidad de los metadatos. Esta alternativa es la que aplican los motores de búsqueda en analogía a las páginas

Web. El diseñador de la Web es el encargado de establecer los parámetros necesarios para aparecer en los primeros puestos del buscador. La idea es análoga, pero a nivel de capas/registros de servicios OGC, esto puede ayudar a que los propietarios de los servicios de información realicen definiciones más completas.

## 5. CONSULTA/API

El sistema implementa una fachada de servicios REST, permitiendo generar aplicaciones que realicen consultas al repositorio de una forma sencilla mediante URLs. Los principales parámetros de petición son: {N-términos} palabras que describan el elemento a recuperar y criterios de filtro {BBOX, SRS, FORMAT...}.

[http://<catalogo\\_servicios>/SearchLayers?query=termino&bbox=boundingbox](http://<catalogo_servicios>/SearchLayers?query=termino&bbox=boundingbox)

## 6. APLICACIONES Y USOS DE LA HERRAMIENTA

El sistema software planteado no es únicamente un repositorio de servicios WMS para acceder a la información. Abre un abanico de líneas de explotación debido a su integración con otros sistemas. Actualmente, a nivel de servicio WMS lo más parecido es la Web de la IDEE [7], pero esto no permite obtener las capas de forma rápida, únicamente las URL de los servicios.

A partir del software planteado, se ha creado la aplicación WizardGIS [8], un sistema que permite crear visores personalizados con una cartografía base. Esto se realiza basándose en servicios proporcionados por Google, Bing, OpenStreet-Map y muchos otros, así como cualquier servicio Web de mapas (WMS) disponible en Internet. El usuario no tiene necesidad de conocer las direcciones URL de los servicios WMS que desea incorporar a su mapa. Realizando una consulta mediante una herramienta estándar de búsqueda, selecciona de un listado de capas, las más adecuadas para incorporar al visor de mapas que está creando. WizardGIS es una herramienta muy sencilla y útil para crear y publicar visores de mapas temáticos (estudios urbanísticos, medio ambientales, prototipos, impactos, callejeros, etc.). En su primera versión se encontró con la dificultad de ofertar un servicio de catálogo de capas eficiente que facilitase a cualquier usuario, experto en SIG o no, construir su visor de mapas. El sistema de catálogo planteado pretende solventar esa dificultad. WizardGIS es una alternativa a GeoNode [9], una plataforma para compartir datos y mapas. Ambas nacen con la misma filosofía, con la ventaja que WizardGIS permite realizar búsquedas acotadas a nivel espacial y definir el tipo de proyección, algo muy interesante para entornos profesionales.



Imagen 2. Paso 4 de WizardGIS. Selección de capas a incorporar en el mapa. Utilización del servicio de catálogo descrito en el artículo

Dejando atrás las bondades de emplear el sistema de catálogo para construir aplicaciones como WizardGIS, la información almacenada puede ser explotada mediante herramientas de análisis de datos. Esto contribuye a la optimización de servicios, validación y calificación para estos según los estándares ISO 19115 e INSPIRE. Tanto los «publicadores» como los usuarios pueden usar la aplicación propuesta para verificar la interoperabilidad de la información publicada y así mejorar los servicios ofertados.





## 7. CONCLUSIÓN

El sistema de catálogo es una herramienta para «centralizar» servicios OGC y recuperarlos por Palabras claves de forma sencilla y rápida. Pero, además, es una buena herramienta que permite analizar la gran cantidad de información publicada por servidores de mapas, sirviendo de tester de los servicios ofertados.

La primera conclusión de los tests realizados en cuanto a la calidad de los metadatos es la falta de homogeneización de estos y la existencia de notables carencias en su definición. Esta heterogeneidad, dificulta enormemente la posibilidad de utilizar la información, crear mapas enriquecidos y publicarlos.

Los Datum más usuales en España (UTM ED50, UTM ETRS89 y UTM WGS84) no siempre son ofrecidos en su conjunto en los servicios analizados.

Para poder mostrar información disponible en servicios OGC junto a otra cartografía propietaria como Google Maps, Yahoo, Bing, etc, es necesario que las diferentes administraciones publiquen sus servicios en la proyección Spherical Mercator (EPSG:900913). Actualmente, muy pocos servicios, a excepción de los provenientes de Andalucía cumplen dicho requisito.

La asociación de los metadatos a las capas es una deficiencia generalizada, por lo que se concluye la necesidad de trabajar en la línea de crear herramientas que ayuden a garantizar los estándares de publicación de servicios. Sería de gran interés para el caso de MapServer establecer herramientas que garantizaran la creación de ficheros .map de forma visual, asegurando la definición de metadatos y el empleo de la etiqueta «wms\_inspire\_capabilities», cumpliendo con los campos obligatorios en la especificación del estándar.

Para aprovechar al máximo el gran esfuerzo realizado por parte de la OGC en la definición de estándares y, por parte de administraciones públicas, la publicación de servicios, es necesario disponer de herramientas y metodologías que permitan crear servicios con metadatos de calidad. De esta manera, se podrán crear aplicaciones sobre dichos servicios realmente útiles y con un nivel de usabilidad aceptable que consiga llegar, de una vez por todas, al ciudadano medio.

El catálogo de servicios propuestos podría contribuir, no sólo como un repositorio central y buscador de información espacial, sino como una herramienta para optimizar estos servicios. Crear un conjunto de datos de valor para establecer un sistema que contribuya al uso de aplicaciones SIG y establecer buenas prácticas de actuación en la definición de los metadatos.

El objetivo final es favorecer la mejora los servicios publicados, su homogeneidad y usabilidad para conseguir nuevas líneas de negocio.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Li, Wenwen, Yang, Chaowei and Yang. An active crawler for discovering geospatial Web services and their distribution pattern – A case study of OGC Web Map Service. *International Journal of Geographical Information Science*. 2010, Vol. 24, N°8 , 1127-1147.
- [2] N. Chen, J. Gong, and Z. Chen. A high precision ogc web map service retrieval based on capability aware spatial search engine. In *Proceedings of the 2nd international conference on Advances in computation and intelligence, ISICA'07*, pages 558-567, Berlin, Heidelberg, 2007. Springer-Verlag.
- [3] J. Márquez, J. E. Corcoles, and A. Quintanilla. A semantic index structure for integrating ogc services in a spatial search engine. In *IEEE International Conference On Open Systems*, Kuala Lumpur, Malaysia. 2010.
- [4] Francisco J. Lopez-Pellicer, Rubén Bejer, Aneta J. Florczyk, Pedro r. Muro-Medrano, F. Javier Zarazaga-Soria. A review of the implementation of OGC Web Services across Europe. *International Journal of Spatial Data Infrastructures Research*, 2011, Vol. 6, 168-186

- [5] Francisco J. Lopez-Pellicer, Aneta J. Florczyk, Rúben Béjar, Javier Nogueras-Iso, F. Javier Zarazaga-Soria, Pedro R. Muro-Medrano. State of Play: Spain and Portugal. SDI services' state of play in autumn 2010. I Jornadas Ibéricas de Infra-estructuras de datos Espaciales.
- [6] J. Compvoets, A. Breat, A. Rajabifard, I. Willioamson, (2004). Assesing the worldwide development of nacional spatial data clearinghouses. International Journal of Geographical Information Science, 18:7, 665-689.
- [7] IDEE. Infraestructura de Datos Espaciales de España (<http://www.idee.es>) Servicios obtenidos del directorio WMS.
- [8] Antonio Quintanilla, Javier Márquez, Carlos Baños, Javier Sánchez. WizardGIS, un asistente de generación de visores cartográficos personalizados. II Jornadas Ibéricas de Infra-estructuras de datos Espaciales. 2011.
- [9] GeoNode. Plataforma de código libre para compartir datos y mapas. (<http://www.geonode.org>).

## Nueva Base Topográfica Nacional 1:100.000 (BTN100) Ejemplo de producción colaborativa entre administraciones

(\*) JOSE ANTONIO MERINO MARTÍN, TANIA GULLÓN MUÑOZ-REPISO, ÁNGELA DEL CARMEN RUIZ RAMÍREZ, RAFAEL SIERRA REQUENA y FRANCISCO SÁNCHEZ QUILIS

---

### Resúmen

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Centro Geográfico del Ejército de Tierra (CEGET) firmaron el 25 de noviembre de 2010 un convenio de colaboración para la producción armonizada de una base topográfica común que permita la producción de las series cartográficas oficiales y otros productos digitales que ambas instituciones elaboran a escalas 1:100.000 e inferiores.

Por tanto, la Base Topográfica Nacional 1:100.000, BTN100, es la base común a ambas organizaciones. Se trata de un producto de datos geográficos que sirven como soporte para la realización de consultas geográficas, la implantación de servicios geográficos y la obtención de productos geográficos y cartográficos. Todo ello de acuerdo a la legislación vigente en materia de información geográfica.

El diseño del modelo de datos, su desarrollo, mantenimiento y explotación se ha hecho de acuerdo a las Especificaciones de producto desarrolladas al efecto (acordes a ISO 19131)

Por su parte, el Desarrollo y Ejecución del producto requirió de una serie de fases claramente diferenciadas; una primera de «Armonización de datos» (con su correspondiente adecuación y generalización al provenir los datos iniciales de distintas fuentes y escalas), la posterior «Actualización de datos» (acorde a la metodología desarrollada al efecto), la validación de las distintas unidades de producción (provincias) según el «Control de Calidad» (diseñado cumpliendo la norma ISO 19113) y finalmente la «Carga y transformación a un Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD)» con la intención de generar un producto continuo en todo el territorio nacional que pudiera ser explotado y mantenido en un entorno de multiproducción.

En lo que se refiere al Mantenimiento de la BTN100, éste abarca desde el entorno necesario para una multiproducción, hasta la detección de los cambios a lo largo de la vida del producto, pasando por la gestión de incidencias o las copias de seguridad.

Finalmente se presenta el uso de la BTN100, mediante su Explotación. Dado el carácter multipropósito del producto, este va a ser explotado tanto para la producción de series cartográficas, como por visualizadores (Iberpix, IDE), o bien Sistemas de Información Geográfica (SIGNA) o Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEE). Asimismo los datos están disponibles a través del Centro de Descargas del CNIG (IGN).

### Palabras clave

BTN100, BCN200, SIG, IDEE, producción cartográfica, IGN, CEGET.

---

(\*) Instituto Geográfico Nacional – BTN100-BCN200::  
jamerino@fomento.es, tgullon@fomento.es, acruiz@fomento.es, rsierra@fomento.es, fsquilis@fomento.es

## 1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Geográfico Nacional (IGN) y el Centro Geográfico del Ejército de Tierra (CEGET) firmaron el 25 de noviembre de 2010 el convenio de colaboración para el desarrollo y mantenimiento común de una base topográfica que permitiera la producción armonizada de las series cartográficas oficiales que ambas instituciones elaboran a escalas 1:100.000 e inferiores.

Esta nueva base, la Base Topográfica Nacional a escala 1:100.000, BTN100, ha supuesto un nuevo e importante hito en la tradicional colaboración entre el IGN y el CEGET, y un magnífico ejemplo de la aplicación de la Directiva Europea INSPIRE (transpuesta a nuestro ordenamiento jurídico mediante la Ley 14/2010, LISIGE) y del vigente Sistema Cartográfico Nacional que, desde su aprobación en 2007, establece un marco de colaboración entre las administraciones públicas para la generación de productos y servicios de información geográfica.

La BTN100 es un producto de datos geográficos que sirve de soporte para un sistema de información geográfica (SIG) multipropósito, y alberga información geográfica y temática a escala 1:100.000. Es decir, contiene datos topográficos y atributos temáticos que sirven como soporte para la realización de consultas geográficas, la implantación de servicios geográficos y la obtención de productos geográficos y cartográficos.

Se trata de una base de datos geográfica continua a una escala 1:100.000. (resolución = 20m) cuya información se encuentra almacenada en coordenadas geográficas. Su Sistema Geodésico de Referencia (SGR) es el ETRS89. Integra de información geográfica de diversas fuentes oficiales.

A partir de la BTN100, mediante tareas de generalización y de detección y resolución de conflictos cartográficos se está obteniendo la Nueva Base Cartográfica Nacional 1:200.000 (BCN200) de utilidad esencialmente cartográfica, que permita obtener productos cartográficos derivados de forma semiautomática.

La BTN100 constituye el origen de productos de cartografía digital e impresa como la Serie C del CEGET, y de otras bases de datos de escalas menores como la Base Cartográfica Nacional 1:200.000 (BCN200) y, a través de ésta, la serie del Mapa Provincial 1:200.000 y Mapa Autonómico (1:300.000-1:400.000) del IGN, y la serie OTAN 1501 del CEGET (1:250.000).

También permite proporcionar servicios de análisis del territorio a través del Sistema de Información Geográfica Nacional (SIGNA) que gestiona el Centro Nacional de Información Geográfica, CNIG (IGN).

Asimismo constituye información de base de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE), y satisface los requerimientos para constituir el soporte de planes de infraestructuras y para facilitar la información geográfica que sobre España se requiere en diversos proyectos y organismos europeos como EuroRegionalMap -ERM- y EuroGlobalMap -EGM-.

## 2. ANTECEDENTES

A lo largo de su historia, tanto el IGN como el CEGET han venido desarrollando sus respectivas series cartográficas a distintas escalas:

El CEGET publica la serie L (escala 1:50.000), Serie C (1:100.000), Serie OTAN 1501 (1:250.000), Serie OTAN 1404 (1:500.000), el Mapa de España 1:1.000.000 y 1:1.500.000, así como diferentes series de «Campos de maniobra y tiro» y «Zonas de operaciones» a distintas escalas.

Por su parte el IGN produce sus series Mapa Topográfico Nacional MTN25 (1:25.000), Mapa Topográfico Nacional MTN50 (1:50.000), Mapa provincial MP200 (1:200.000), Mapa Autonómico (1:300.000-1:400.000), el Mapa de España ME500 (1:500.000) y el Mapa de Península Ibérica, Baleares y Canarias a 1:1.250.000.



Del estudio de las diferentes escalas con las que ambas instituciones trabajaban, se desprende, que en el caso del IGN existía un salto significativo entre la escala 1:50.000 y la escalas 1:200.000. La escala 1:100.000 era una «asignatura pendiente» en sus más de 140 años de historia. Ese vacío queda en mayor evidencia una vez se ha generalizado el uso de los SIG e IDE ya que estos son capaces de mostrar en un mismo entorno tanto imágenes como series cartográficas rasterizadas en función del rango de visualización. Otro motivo importante fue la idoneidad de la propia escala en lo que se refiere a la viabilidad del proyecto de producción colaborativa en un periodo de tiempo a medio plazo (entre dos y tres años). Por todo ello IGN y CEGET definieron esa escala 1:100.000 como la escala básica del entorno colaborativo para la producción de SIG, IDE y cartografía impresa a escalas pequeñas.

A partir de esta premisa, y partiendo de los modelos de datos del CEGET (Serie C) y del IGN (antigua BCN200), se estableció un modelo de datos que permitiera realizar una actualización conjunta, mediante tecnología SIG, de los datos necesarios para ambas instituciones.

### 3. MARCO LEGAL

El Real decreto 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico Nacional establece en su preámbulo que «se ha determinado la necesidad de establecer un Sistema Cartográfico Nacional que, con respeto a lo dispuesto en la Ley y a la Sentencia 76/1984, de 29 de junio, del Tribunal Constitucional, 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.»

El mantenimiento y actualización colaborativos de la BTN100 ya figuran explícitamente en el proyecto de Plan Cartográfico Nacional 2013-16, actualmente en desarrollo, instrumento imprescindible precisamente para la aplicación del Sistema Cartográfico Nacional.

Por otro lado, el Parlamento Europeo y el Consejo aprobaron la Directiva 2007/2/CE, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire) que, conforme a su artículo 25, entró en vigor a los veinte días de su publicación, el 25 de abril de 2007, en el Diario Oficial de la Unión Europea. La Directiva fue transpuesta a nuestro ordenamiento jurídico mediante la LEY 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España que establece asimismo en su preámbulo «promueve una mejor organización de los servicios públicos de información geográfica y cartografía, sobre los principios básicos de cooperación entre Administraciones y de coordinación en el ejercicio de sus respectivos cometidos en este ámbito, configurándose de esta manera el Sistema Cartográfico Nacional, que se instituye con carácter legal y sin que sea precisa la derogación total o parcial de la referida Ley de Ordenación de la Cartografía.»

Por tanto, la BTN100 ejemplifica plenamente con los principios de «sistema racional y operativo, dentro de un marco de colaboración y eficiencia», y de «principios básicos de cooperación entre Administraciones» que el actual marco legal establece.

### 4. ESPECIFICACIONES

Una vez fueron recogidos todos los requerimientos necesarios para satisfacer las necesidades tanto del CEGET como de IGN en todos los proyectos de su competencia, así como de otros órganos ajenos a estas instituciones como el Consejo Superior Geográfico (para dotar de información a la IDEE) se llevó a cabo al definición de las especificaciones del producto BTN100 de acuerdo a la normativa vigente al efecto, más concretamente acordes a la ISO 19131.

Nos centraremos en este artículo únicamente en aquellos apartados de las especificaciones con un contenido especialmente relevante para ser destacados. Otros, como el control de calidad, mantenimiento o distribu-

ción de los datos serán abordados más adelante al mostrar la aplicación práctica que se hizo o se está haciendo de las especificaciones en las fases sucesivas.

## 5. ESTRUCTURA Y CONTENIDO DE LOS DATOS

### 5.1. Modelo de aplicación

El modelo de aplicación, como define la norma ISO19109: 2005 Información Geográfica – Reglas para modelos de aplicación, define el contenido y la estructura de los datos de forma legible para la máquina (estructura lógica) y las operaciones para la manipulación y procesado de datos de una aplicación. Esto hace posible la aplicación de mecanismos automáticos para la gestión de los datos y la recuperación sin ambigüedad de la información de los datos.

Para la descripción de los atributos espaciales de los fenómenos de BTN100 se utiliza el modelo espacial descrito en la norma ISO19137: 2007, Información Geográfica - Perfil esencial del esquema espacial.

Para este modelo de aplicación se utilizan las primitivas geométricas GM\_Point, GM\_LineString, GM\_Polygon así como la multiprimitiva GM\_MultiSurface.

La definición del modelo de BTN100 implica la existencia de una tabla por tipo de fenómeno. Para cada una ellas existirán una serie de atributos que definen unívocamente los elementos y aportan la información temática. Dentro de cada una de estas tablas se encuentran los registros que se corresponden con los elementos de BTN100 que se definen como segmentos de fenómeno con atributos invariables.

Además de los fenómenos y sus atributos, en el modelo de aplicación se representan las reglas de consistencia geométrica entre fenómenos, y las reglas de consistencia semántica del conjunto de datos.

Por último, el modelo refleja también las listas de valores posibles de algunos atributos, con su codificación.

### 5.2. Catálogo de fenómenos

De acuerdo a la ISO19110: 2005 Información Geográfica – Metodología para catálogo de fenómenos, se desarrolló tanto el catálogo de fenómenos como el diccionario de datos que presentaban las descripciones a nivel de:

- Fenómenos
- Atributos
- Asociaciones entre fenómenos
- Listas restringidas de valores de atributos

En total se recogen 56 clases de fenómenos distintas recogidas en las siguientes 7 categorías acordes a uno o varios temas especificados en los anexos de INSPIRE-LISIGE:

- Delimitaciones territoriales y administrativas y lugares protegidos (Medio Ambiente)
- Datos altimétricos
- Hidrografía
- Ocupación del suelo
- Entidades de población y lugares protegidos (Patrimonio histórico-cultural)
- Instalaciones, redes e infraestructuras del transporte
- Infraestructuras y servicios
- Sistemas de referencia geodésicos

Mención especial requiere el denominado tema de Nombres Geográficos que encontramos en la BTN100 de forma transversal a lo largo de las diferentes categorías.

Las clases quedan definidas, como ya se ha comentado, a través de una serie de atributos que en su conjunto suman un total de 637. Algunos de ellos comunes a todas las clases (ID\_BD, FECHA\_ALTA, FECHA\_BAJA, etc.) y otros específicos de cada clase. La mayoría de estos últimos son atributos que cuentan con listas controladas de valores (un total de 97).

### 5.3. Peculiaridades acerca de la estructura de los datos

Sin entrar a desgranar todas y cada una de las clases de fenómenos contenidas en la BTN100, merece la pena destacar la peculiaridad de alguna de ellas, ya que son las que mayor potencialidad pueden aportar al producto teniendo en cuenta que algunas de estas características se abordan por primera vez de forma continua para todo el territorio nacional.

De esta forma, los principales elementos hidrográficos (contenidos en las tablas BTN100\_0301L\_RIO y BTN100\_0301S\_RIO) presentan el atributo COD\_RIO que se corresponde con el facilitado por el Sistema Integrado de Información del Agua (SIA) desarrollado por el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (MAGRAMA). Esto permite interoperar con multitud de SIG con fines cartográficos y da una idea de la vocación de cooperación interadministrativa, eficiencia y racionalidad que siempre se ha tenido en cuenta durante el desarrollo del proyecto. Y es que la propia definición de estos fenómenos en el modelo de datos implica una captura que permite la aplicación posterior de los datos tanto a fines puramente cartográfico (aguas físicas) como de SIG (red). El atributo COMPONENTE con sus posibles valores de EJE y CONEXIÓN permite dar continuidad a los elementos lineales en el interior de las masas de agua (ríos superficiales, embalses, etc.) y favorece así la posterior estructuración.

Por otro lado, todas las entidades de población (recogidas en las clases de fenómenos BTN100\_0501S\_NUC\_POB, BTN100\_0501P\_NUC\_POB, BTN100\_0502S\_DISEMINADO, BTN100\_0502P\_DISEMINADO) presentan el atributo CODIGO\_INE que se corresponde, evidentemente, con el código facilitado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) para identificar las entidades de población que recoge en su nomenclátor. De esta forma existirá, cuando las dimensiones a la escala de resolución lo permitan, una geometría superficial (el resto serán puntuales) para cada núcleo de población o diseminado que así ha sido considerado por el INE.

En lo que se refiere a los bienes inmuebles protegidos del patrimonio histórico-cultural (edificios religiosos, singulares, conjuntos históricos-artísticos, etc.), la BTN100 da cabida a la inmensa mayoría de ellos y les asigna un atributo denominado COD\_BIC que se corresponde con el reflejado en la Base de Datos de Bienes Inmuebles del Registro General de Bienes de Interés Cultural del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MCU). Existirá por tanto una ubicación geográfica puntual de estos bienes que hasta ahora no habían sido abordados de forma global para todo el territorio nacional.

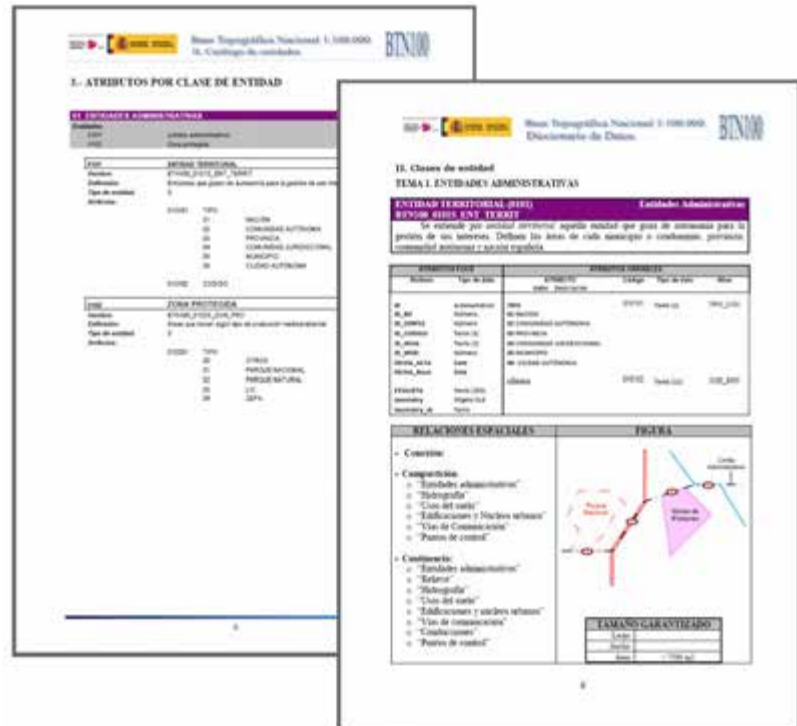


Imagen 1. Ejemplo de Catálogo y Diccionario de datos.

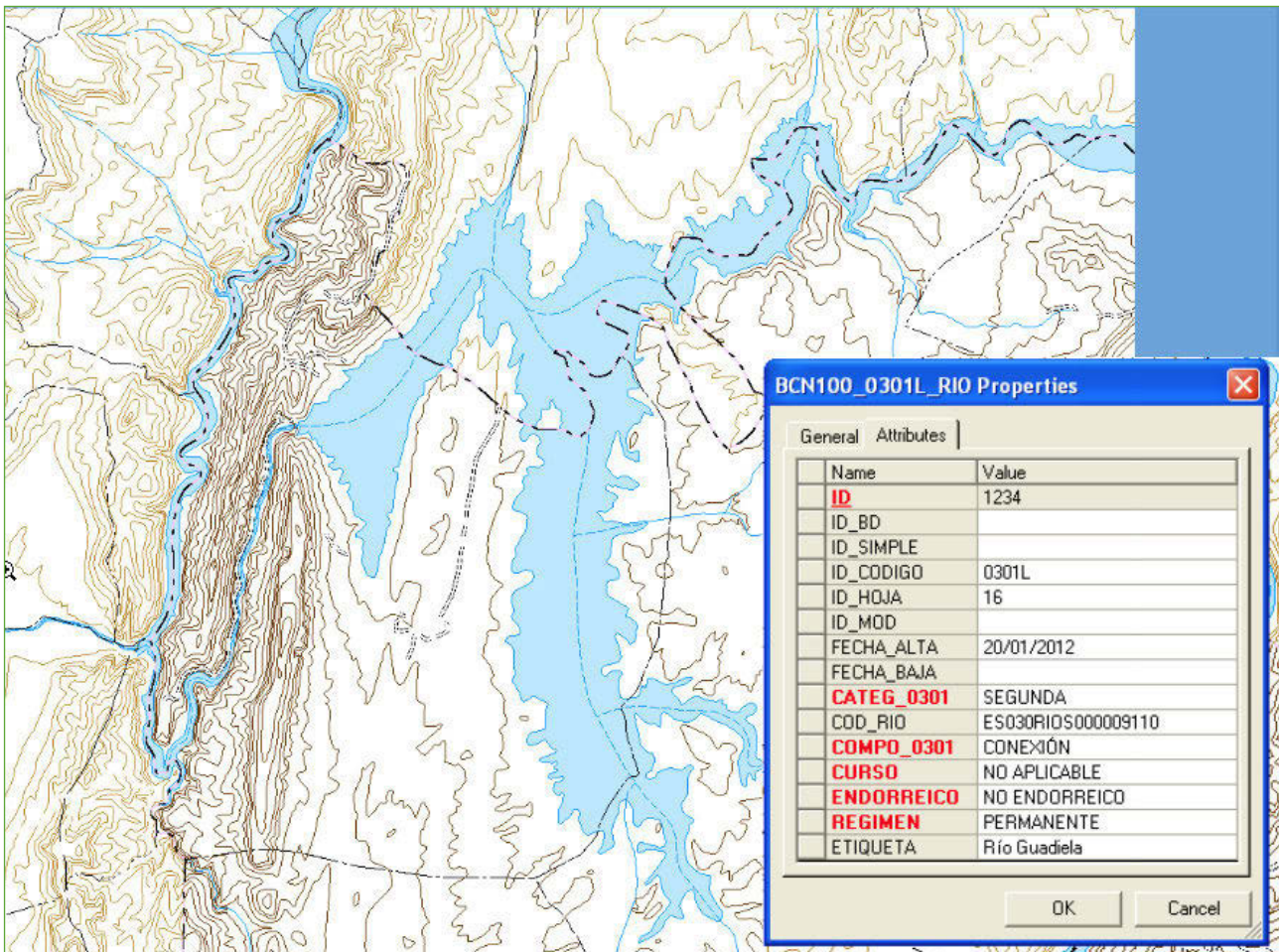


Imagen 2. Hidrografía en la BTN100

Por último destacar el tratamiento relativo a las distintas infraestructuras relacionadas con los medios de transporte (aeropuertos, puertos, estaciones de ferrocarril, etc.) que han sido pensadas de forma que estas, independientemente de su tamaño (y su posible captura o no de forma superficial acorde a la resolución establecida) siempre se capturarán de forma puntual de forma que queden incluidas (en forma de nodos) junto a las vías de comunicación (arcos) en una red de transporte que sea explotada mediante tareas de obtención de rutas u otras aplicaciones SIG. Además, cada una de las distintas clases de fenómenos (BTN100\_0611P\_FFCC\_EST, BTN100\_0613P\_PUERTO, BTN100\_0615P\_AEROPUERTO, etc.) contarán con una serie de atributos característicos: los códigos COD\_ICAO, COD\_IATA en el caso de los aeropuertos, UN\_LOCODE en el caso de los puertos, COD\_EST dado por ADIF en el caso de las estaciones de ferrocarril, así como la agencia o entidad competente (atributo COMPE) en todos los casos. Todos estos atributos permitirán una posterior interoperabilidad con otros SIG específicos en cada ámbito del transporte.

## 6. SISTEMA DE REFERENCIA

La información geográfica almacenada en la BTN100 se encuentra en el Sistema de Referencial Espacial European Terrestrial Reference System - ETRS89 (ITRF89 época 89,0). Por tanto, su elipsoide de referencia es el Geodetic Reference System 1980 (GRS80).

Por su parte, el Sistema de Coordenadas asociado es el de Coordenadas Geodésicas (Longitud, Latitud).





## 7. CAPTURA DE LOS DATOS

### 7.1. FUENTES DE INFORMACIÓN

Materializando los principios de la Directiva Inspire, la BTN100 ha incorporado contenidos monográficos de referencia mantenidos por diferentes unidades tanto dentro del IGN y CEGET como de otras instituciones externas. Las fuentes de información empleadas para el desarrollo y ejecución de la BTN100 se pueden clasificar en:

**Básicas:** Son las fuentes fundamentales que o bien facilitan su geometría (sin generalizar o actualizar) o sirven de soporte para que estas puedan ser capturadas o actualizadas. Fueron empleadas las siguientes fuentes básicas;

- Plan Nacional de Observación del Territorio, PNOT. (Coordinado por el IGN)
  - Ortoimágenes SPOT5 del Plan Nacional de Teledetección, PNT.
  - Ortofotos de máxima resolución del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea, PNOA.
- SERIE L 1:50.000 (CEGET)
- SERIE C 1:100.000 (CEGET)
- Antigua BCN200 1:1000.000 y 1:200.000 (IGN)
- Base de Datos de Líneas Límite (SIGLIM)

**Complementarias:** Facilitan fundamentalmente información temática especializada. Entre otras se pueden destacar;

- Sistema Integrado de Inf. del Agua, SIA (MAGRAMA)
- Inventario de Presas y Embalses, SNCZI (MAGRAMA)
- Base de Datos Entidades de Población, BDEP (IGN)
- Bienes de Interés Cultural, BIC (MECD)
- Mapa Oficial de Carreteras, MOCI (MFOM)
- Red de Carreteras de C.A o Diputación
- Red de Ferrocarriles y Estaciones (ADIF)
- Aeropuertos de AENA (MFOM)
- Mapa Topográfica Nacional 25K, MTN25 (IGN)
- Mapa Provincial 200K, MP200 (IGN)
- Mapa de España 500K, ME500 (IGN)
- Nomenclátor Geográfico Mun. Ent. Pob., NGMEP (IGN)
- Nomenclátor Básico del INE (INE)
- Corine Land Cover, CLC (IGN)
- EuroRegionalMap, ERM (IGN)
- Espacios Naturales Protegidos, ENP (MAGRAMA)
- Servidor de datos Geodésicos, SERDAG (IGN)
- Amigos del Camino de Santiago
- Asociación Nacional de Balnearios
- LICs y ZEPAS (Red Natura 2000)
- Cartografía Red Eléctrica Española (REE)
- Catastro Minero (MINETUR)
- Código UN/LOCODE (ONU)
- Estaciones Invernales (ATUDEM)
- Estaciones de Servicio (MINETUR)
- Federación Española de Camping (FEDCAMP)
- Paradores Nacionales (IGN)
- Patrimonio Mundial (MCED)
- Plan de Catedrales (MECD)
- Puertos del Estado (MFOM)

- Red Española de Albergues Juveniles (REAJ)
- Red Transeuropea de Transporte (MFOM)
- Refugios de Montaña (FEDME)
- SITGA (XdG)
- Nomenclátor Gallego (XdG)

Todas las fuentes de información fueron gestionadas a través del Servidor de Información Geográfica de Referencia (SEIG) del Área de Cartografía del IGN. Se trata de un servidor de información geográfica interno para producción. Está estructurado de acuerdo a;

- Catálogo: Donde se pueden realizar búsquedas y se presentan tanto las características fundamentales (descripción, SGR, resolución, etc.) de la fuente como los parámetros de conexión o acceso a la información.
- Conexión: Desde donde pueden realizarse conexiones vía SGBD.
- Directorio: En el que se accede directamente a la información en el formato facilitado por el organismo competente; SHO, MDB, etc.

## 7.2. Procesos de producción

Con el fin de homogeneizar las capturas y armonizaciones de los datos se establecieron una serie de parámetros comunes para la captura de todos los elementos, independientemente del fenómeno que representaran;

- Escala de visualización: 1:25.000 a 1:50.000
- Unidad de captura: segmento de fenómeno con atributos invariables
- Existencia:
  - Longitud mínima: 20m
  - Superficie mínima: 7500m<sup>2</sup>
- Exactitud posicional: 20m
- Trazado:
  - Distancia mínima entre dos vértices consecutivos: 12m
  - Ángulo mínimo entre dos alineaciones consecutivas: 10°

Por otro lado, se redactaron una serie de fichas, una por clase de fenómeno, en la que se especificaba tanto las fuentes básicas y complementarias que se deberían emplear para ella, como las particularidades de captura específicas del fenómeno y de su relación con el resto de fenómenos, caso de que existieran relaciones topológicas. Ej.: Las presas deben coincidir totalmente con el borde de embalse o Las presas deberán ir siempre comunicadas con alguna carretera o pista, y coincidir sus geometrías, o al menos estar conectadas.

## 8. DESARROLLO Y EJECUCIÓN

La BTN100 ha sido obtenida de acuerdo a las normas, parámetros y fuentes establecidas que se han señalado previamente. Tanto la captura, como la actualización y la armonización de los elementos deben adecuarse a la resolución final acorde a la escala 1/100.000, ajustándose en todo momento al modelo de datos en lo relativo a geometrías, atributos y cantidad de información. Siempre debe primar el favorecer la homogeneidad, precisión y rapidez en la toma de datos.

La unidad de producción ha sido la provincia, si bien al final de esta fase de desarrollo y ejecución se han fusionado todas las provincias obteniendo la BTN100 continua para la totalidad del territorio nacional en cada una de sus clases de fenómenos.

El desarrollo y ejecución del proyecto ha requerido de tres fases fundamentales:



## 9. ARMONIZACIÓN

Teniendo en cuenta que se partía de una serie de fuentes básicas (Serie C, Serie L, antigua BCN200, etc.) que se encontraban tanto en diferentes formatos (algunas provenían de modelos estructurados acorde a los CAD, otros en SIG) como en distintas escalas (1:50.000, 1:100.000, etc.) era necesario proceder a una armonización tanto en la estructura de los datos (para que estuvieran todos acordes a la plantilla establecida según el modelo de datos de la BTN100) como en su resolución (1:100.000).

Por tanto, para poder usar esta información como datos de partida para su actualización ha sido necesario realizar tanto la adecuación de los datos, como la generalización de parte de ellos.

## 10. ADECUACIÓN

En primer lugar, fue necesario un cambio de modelo de cada conjunto de datos de partida al modelo de datos de la BTN100. Este se realizó con el módulo Schema Remodeler de GeoMedia. Básicamente consiste en un mapeo o en establecer las correspondencias entre los modelos de partida y el de la BTN100.

Además, en el caso de las series L y C del CEGET fue necesaria una adecuación geométrica. Hay que tener en cuenta que dichas series contienen su información almacenadas por hoja y fue necesario fusionar hojas y cortar con el límite de provincia para adoptarlas como datos de partida. Todo ello se llevó a cabo con herramientas de tratamiento de información geográfica (Extraction Transformation and Load – ETL) tales como FME, que permiten recortar elementos, unir diferentes tramos, enganchar elementos en el vértice más cercano, etc.

## 11. GENERALIZACIÓN

En los casos en los que se ha tomado información de partida a escala mayor que la escala de trabajo, ha sido necesario realizar una generalización de la información. Esta generalización se llevó a cabo tanto a nivel conceptual como geométrico. Es el caso, por ejemplo, de las curvas de nivel provenientes de la serie L del CEGET (a escala 1/50.000) donde en primer lugar se hizo una selección de las curvas cada 40m (generalización conceptual de acuerdo a las normas establecidas), y posteriormente se intersectaron con la hidrografía para finalmente simplificarlas y suavizarlas (generalización geométrica). Como control geométrico y topológico se comprobó que no quedasen puntos acotados fuera de curvado. Todo ello se llevó a cabo con el software FME.

Como resultado del proceso de armonización se obtuvieron diferentes bases de datos (almacenes MDB de GeoMedia Access Warehouse), una para cada provincia. Dichas bases de datos contienen los datos de partida para cada provincia con la estructura de datos del modelo la BTN100 y listos para proceder a su actualización.

## 12. ACTUALIZACIÓN

A partir de los datos ya armonizados se ha realizado una actualización de las geometrías de acuerdo a la imagen SPOT, a excepción de determinados fenómenos sobre todo puntuales (lugares de interés, etc.) en los que se empleó PNOA. Para la actualización de la información temática se emplearon las fuentes de captura asociadas a cada clase de entidad, teniendo en cuenta que la geometría debe ser acorde a la resolución 100.000 y que se deben de respetar las relaciones topológicas establecidas. Además, debe existir una coherencia en la captura de elementos para cada clase de entidad, teniendo en cuenta que aunque se trabaje por provincia, se debe dar la homogeneidad entre las diferentes provincias con vistas a una información geográfica continua y homogénea para toda España.

La metodología de actualización se ha ejecutado en tres fases:

La primera fase se ha realizado con ámbito de trabajo a nivel provincial y en ella se han actualizado los principales fenómenos que se estructuran en redes (red hidrográfica principal, red viaria principal, red de ferrocarriles y red de líneas eléctricas). Se han tenido en cuenta su existencia, su geometría a resolución adecuada, la continuidad de la red y su coherencia.

En una segunda fase se ha centrado el ámbito de trabajo a nivel municipal, ya que los principales fenómenos a actualizar en esta fase han sido las entidades de población, y el procesamiento y tratamiento de los datos provenientes de las fuentes que facilitaban su información temática (Nomenclátor Geográfico Municipios y Entidades de Población del IGN y Nomenclátor Básico del INE) así lo requerían. En esta misma fase se actualizaron así mismo la mayoría de fenómenos. Zonas de uso, lugares de interés, infraestructuras del transporte (aeropuertos, pistas de aterrizaje, puertos, estaciones de ferrocarril, puentes, pasos a nivel, presas, esclusas, etc.), otras vías de comunicación de orden inferior (pistas, calles, vías verdes, etc.) o el resto de infraestructuras (centrales eléctricas, depósitos de combustible, estaciones depuradoras, etc.) son algunas de ellas. Las relaciones topológicas deben ser comprobadas, respetando bien la conectividad bien la adyacencia entre las vías de comunicación y los núcleos de población, así como con zonas de uso, lugares de interés, infraestructuras, etc. Además se deben crear las calles que estructuran los núcleos de población.

En una tercera fase se ha procedido a la actualización de los fenómenos restantes, como los espacios naturales protegidos, los vértices geodésicos y estaciones GNSS y las denominadas «entidades virtuales». Estos últimos se corresponde con aquellos fenómenos que no pueden ser representados por una geometría, al no estar claramente delimitada. Es el caso de los accidentes marítimos y orográficos. Para estos casos más que una geometría representable lo que se captura será la base del topónimo (con un punto o una línea). Servirá de origen o base para el etiquetado, sin que la línea llegue nunca a representarse.

Como consecuencia de la fase de Desarrollo y Ejecución, se obtuvieron tantos almacenes en formato GeoMedia Access Warehouse como provincias. Con información adecuada al modelo de datos y actualizada.

### 13. CONTROL DE CALIDAD

Para asegurar la calidad de la base de datos geoespacial respecto a los requerimientos técnicos se ha implementado un proceso exhaustivo de control de calidad, en el que se tomó especial interés en establecer una uniformidad a la hora de reportar errores.

En el año 2009 se publicó la norma ISO 19113 que establece los principios a considerar para la descripción de la calidad de los datos geográficos. La metodología del control de calidad de la BTN100 se ha establecido estructurada según dicha norma y buscando una automatización que permitiera una homogeneidad y un rigor en la validación de los datos.

La metodología aplicada en este proyecto comprende un control de calidad a priori impuesto por el diseño del modelo, así como un exhaustivo control de calidad a posteriori estructurado según los distintos elementos de la calidad descritos en la norma ISO 19113: completión, consistencia lógica, exactitud posicional y exactitud temática. Este control a posteriori se ha automatizado, utilizando el software de GeoMedia Professional y Fussion, que integra las fuentes externas utilizadas en la captura de información, de manera que se comparan dichas fuentes con el producto final mediante consultas SIG y se detectan errores de la forma más automatizada posible.

#### 13.1. Control de calidad a priori

El control de calidad semántico a priori hace referencia a las restricciones que se imponen en el modelo de datos para que tablas, atributos y valores se adecuen al mismo y cumplan las condiciones de calidad definidas en las especificaciones técnicas de la BTN100. Se han establecido diez tipos de controles semánticos a priori. Los más importantes son la restricción de entidades, atributos y dominios mediante tablas complementarias, listas desplegadas y relaciones entre tablas con integridad referencial. Por otro lado se restringen las combinaciones de

valores de los atributos, se establecen permisos de usuario que limiten el acceso a la edición de datos según el perfil, se automatizan determinados atributos (P.ej. FECHA\_ALTA, ID\_CODIGO, etc.), se emplean valores por defecto en la medida de lo posible y se controla e impide la existencia de campos vacíos.

El control de calidad geométrico a priori hace referencia a la adecuación de la geometría al modelo según las especificaciones técnicas definidas mediante controles previos a la captura. Algunos de estos controles son el uso de geometrías simples en vez de compuestas, el establecimiento de parámetros restrictivos para la captura de elementos lineales en modo continuo (distancia mínima entre nodos consecutivos y flecha mínima), la creación de librerías de estilos para controlar la geometría según grosores y la restricción del rango de visualización de las imágenes a digitalizar para controlar la adecuación a la escala de representación.

Todos estos controles geométricos y semánticos a priori permiten mejorar la calidad de la BTN100 de una forma semiautomatizada, garantizando por adelantado el cumplimiento de las especificaciones técnicas y al mismo tiempo disminuyendo el control de calidad a posteriori.

### 13.2. Control de calidad a posteriori

El control de calidad a posteriori es el que garantiza que la BTN100 cumple con las especificaciones técnicas del proyecto. Para la revisión de errores se ha diseñado un espacio de trabajo en GeoMedia Professional en el que se integra la BTN100 con las fuentes externas utilizadas en la captura de datos. Mediante consultas SIG se han automatizado un gran número de controles, de forma que el revisor simplemente tendrá que pasar el resultado de esos controles directamente a la base de datos de errores. Hay controles que detectan elementos erróneos que no son tales (falsos positivos). Estos controles los categorizamos como «Revisables» ya que es necesaria la revisión individualizada de la consulta para evitar marcar errores que no existen.

Para cada clase de entidad de la base de datos se han diseñado controles que garanticen cada uno de los aspectos que define el Pliego de Prescripciones Técnicas para esa clase de entidad. Algunos de estos controles están basados en la comparación de la clase de entidad en cuestión con las fuentes auxiliares utilizadas en su captura y actualización. Por ejemplo, se comprobará que los códigos INE de los núcleos de población de la BTN100 se corresponden con los códigos que indica el INE (Instituto Nacional de Estadística) y que el nombre de las poblaciones es coincidente en BTN100 con el nombre establecido en el Nomenclátor Geográfico Nacional y Toponimia Oficial. Otros controles simplemente se basan en las reglas semánticas del modelo, es decir, en las relaciones entre cada elemento con los demás. Por ejemplo, existe una regla por la que todo embalse deba ser adyacente a una presa.

Utilizando consultas SIG es posible, por ejemplo, detectar de forma automática en cada municipio los núcleos de población que faltan o sobran (omisión-comisión), los que tienen mal el código INE (Imagen 4), aquellos en los que el código INE no se corresponde con el nombre, errores de posición, etc. Así se garantiza de una forma rápida que la BTN100 cumple con unos criterios mínimos de calidad.

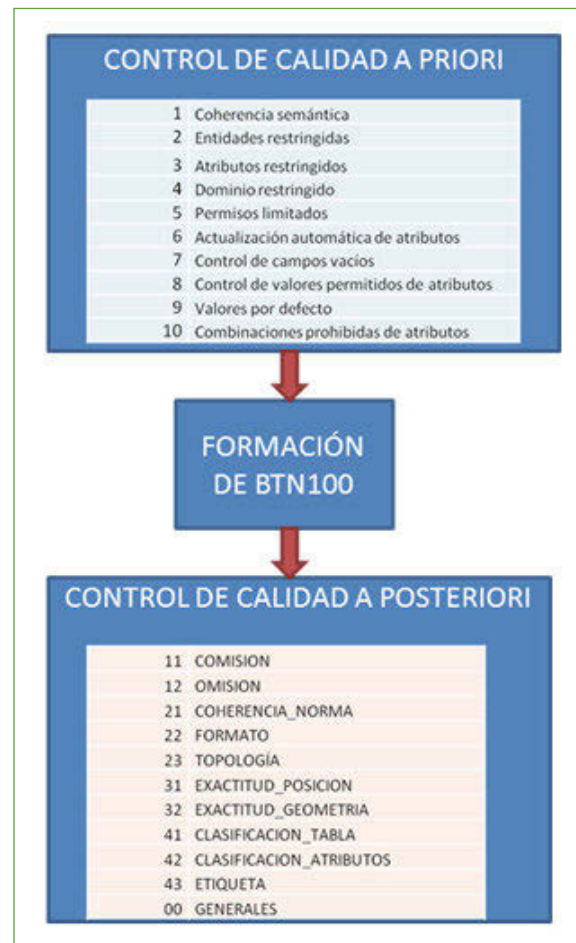


Imagen 3. Procesos de control de calidad seguido en la BTN100

Las consultas establecidas para el control de calidad han sido divididas por temas y están numeradas utilizando el ID\_CODIGO de la clase de entidad, el tipo de error (que se define en el siguiente apartado) y el número de consulta, ya que a veces se encadenan consultas para llegar a una consulta final que detectará el error. Las consultas que dan el error final acaban todas en 99, de forma que sea fácil extraer las consultas finales que coinciden con los subelementos de calidad para cada clase de entidad.

Como resultado final de las operaciones de control de calidad se genera una base de datos con una única clase de entidad de geometría compuesta en la que cada elemento representa un error encontrado. Estos errores identifican el elemento al que se refieren de forma unívoca mediante el ID\_CODIGO y el ID del elemento original. Y al mismo tiempo muestran el tipo de error y una descripción del error que permite precisar el tipo de error. Es decir, si el error es de clasificación de atributos, en la descripción del error se detalla qué atributo es el que presenta el error y cuál sería el valor correcto para el mismo.

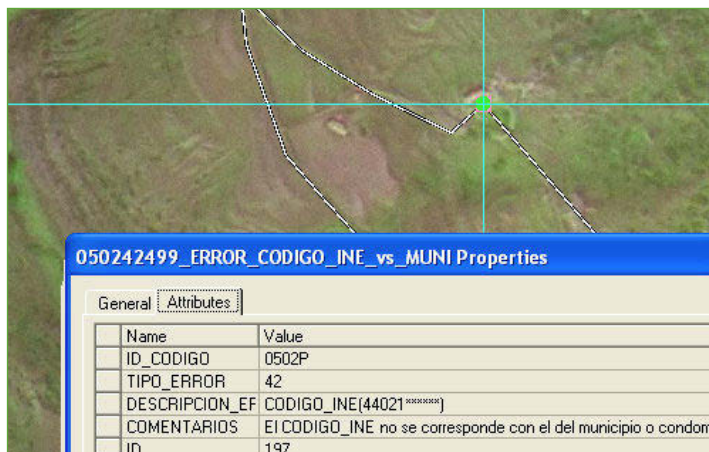


Imagen 4. Detección de error en el CODIGO\_INE

### 13.3. Diseño normalizado de los controles

Para el diseño de los procesos de control de calidad a posteriori se ha tenido en cuenta la normativa existente. La norma internacional ISO 19113 establece los principios para describir la calidad de los datos geográficos y especifica los componentes de información de calidad para la presentación de informes. También proporciona un enfoque de la organización de la información sobre la calidad de los datos.

Según esta norma se pueden diferenciar 4 elementos de la calidad: completión, consistencia lógica, exactitud posicional y exactitud temática. De estos se han seleccionado para este proyecto los subelementos que se detallan en la Imagen 5 ya que describen el grado de adecuación del conjunto de datos a los criterios establecidos en la especificación del producto BTN100.

ISO 19113	TIPOS DE ERROR BTN100
<b>1.- Completión</b>	<b>1.- Completión</b>
1.1.- Comisión	11 COMISIÓN
1.2.- Omisión	12 OMISIÓN
<b>2.- Consistencia lógica</b>	<b>2.- Consistencia lógica</b>
2.1.- Consistencia conceptual	21 COHERENCIA_NORMA
2.2.- Consistencia de formato	22 FORMATO
2.3.- Consistencia topológica	23 TOPOLOGÍA
<b>3.- Exactitud posicional</b>	<b>3.- Exactitud posicional</b>
3.1.- Exactitud relativa	31 EXACTITUD_POSICIÓN
3.2.- Exactitud absoluta	32 EXACTITUD_GEOMETRÍA
<b>4.- Exactitud temática</b>	<b>4.- Exactitud temática</b>
4.1.- Clasificación	41 CLASIFICACIÓN_TABLA
4.2.- Atributo cualitativo	42 CLASIFICACIÓN_ATRIBUTOS
4.3.- Atributo cuantitativo	43 ETIQUETA
	<b>5.- Otros</b>
	00 ERRORES GENERALES

Imagen 5. Cuadro comparativo entre normativa ISO 19113 y controles de BTN100

El sistema de control de calidad a posteriori para la BTN100 se ha diseñado adaptando los elementos que propone la ISO 19113 al proyecto. Así, se estructuran 11 tipos de error. Es decir, al detectar un error, el atributo TIPO\_ERROR puede contener los valores que se muestran en la columna de la derecha figura.

El último tipo de error llamado «errores generales» se usa para identificar errores que se cometen en más del 80% de los elementos de una clase de entidad y que, por ser genéricos, no se pueden clasificar en ninguno de los tipos anteriores. La comisión de este tipo de errores en muchos casos supondrá directamente la no aceptación de esos datos. Se consideran errores críticos que deben ser subsanados en el 100% de los casos.



Según estos 11 tipos de error se han diseñado unos procedimientos de control para evaluar la calidad de los datos y para difundir los resultados. Se ha automatizado el proceso lo máximo posible pero dependiendo del tipo de error hay revisiones de errores visuales, semiautomáticos y automáticos.

Según el control que se trate será necesario verificar la calidad con la propia base de datos o con fuentes externas en algunos casos. La disponibilidad de fuentes externas en formato vectorial permite hacer consultas de atributos, espaciales y mixtas, y automatizar la detección de errores. Esta automatización permitirá un ahorro considerable de tiempo de revisión y validación de datos.

### 13.4. REPORTE DE ERRORES NORMALIZADO

Después de pasar el control de calidad se genera un MDB con una tabla de errores. Esta tabla es una tabla de GeoMedia con geometría y atributos. Tiene geometría compuesta. Además del campo de geometría tiene 6 atributos: ID\_ERROR, ID, ID\_CODIGO, TIPO\_ERROR, DESCRIPCION\_ERROR y COMENTARIOS.

- ID\_ERROR: Autonumérico. Clave primaria de la tabla.
- ID: Se corresponde con el ID del elemento que presenta el error.
- ID\_CODIGO: Se corresponde con la tabla del elemento que presenta el error.
- TIPO\_ERROR: Tipo de error.
- DESCRIPCION\_ERROR: descripción detallada y normalizada del error.
- COMENTARIOS: comentarios si son imprescindibles

## 14. VALIDACIÓN Y CARGA

Como ya hemos venido comentando, la BTN100 es una base topográfica continua y homogénea para todo el territorio nacional. Dado que la unidad de producción ha sido la provincia, se hacía necesario un proceso de fusión de todas las provincias en una única base de datos. Esta fase se llevó a cabo en una serie de tareas claramente diferenciadas.

### 14.1. Volcado

Se procedió al volcado de la totalidad de las 50 provincias y dos ciudades autónomas que se encontraban en bases de datos individuales sobre base de datos con plantilla acorde al modelo de datos BTN100 y las restricciones establecidas en el control de calidad. Se llevó a cabo con el software FME, y se obtuvo el almacén de Geomedia Access Warehouse (MDB) BTN100\_España.

### 14.2. Generación de «elementos únicos»

Dado que la unidad de producción fue la provincia, todos los fenómenos que posean alguna relación espacial de pertenencia (total o parcial), adyacencia o conexión con el límite provincia van a requerir de una edición, dado que en la base de datos la BTN100\_España encontraremos fenómenos repetidos (aquellos que eran coincidentes con un límite fueron capturados en ambas provincias) y segmentos de fenómenos con atributos iguales (algo contrario al modelo) como consecuencia que se encontraban a ambos lados del límite. Un ejemplo para el primero de los casos sería el de un río coincidente con el límite, y para el segundo caso un embalse. Por tanto, será necesario eliminar uno de los elementos (caso de los ríos repetidos), o fusionar (mergear) los segmentos con atributos similares (caso de los embalses). Este último sería también el mismo caso de las vías de comunicación, elementos hidrográficos, y en general cualquier fenómeno con representación lineal que se cortaba al llegar al límite de provincia y que una vez volcado a un único almacén carece de sentido el estar segmentado, puesto que el cambio de provincia no implica cambio en ninguna de los atributos temáticos. Estas operaciones se llevaron a cabo mediante FME.

### 14.3. Transformación a SGBD

Obtenida ya la base topográfica final única, homogénea y continua, habiendo sido actualizada y validada sólo era necesario ponerla en situación para su mantenimiento y explotación. Puesto que hasta este punto primaba la producción el formato que se había mantenido era el del almacén de GeoMedia Access Warehouse (MDB) que se consideraba más adecuado para el intercambio continuo de información en las distintas fases que se habían venido desarrollando; Armonización, Actualización, Control de Calidad...

Sin embargo, las próximas fases de Mantenimiento y Explotación requieren de un adecuado Sistema Gestor de Base de Datos (SGBD) que optimice su funcionamiento. Los objetivos fundamentales que se buscaban con este cambio fueron:

- Gestión y mantenimiento conjunto: multiproducción
- Mejorar el rendimiento
- Asegurar la coherencia de los datos;
  - Con restricciones de atributos y valores
  - Con combinaciones de atributos no permitidas
- Estandarización
- Validación geométrica
- Integridad de los datos
- Independencia del software

En base a estos objetivos, se decidió optar por el SGBD de PostgreSQL y su extensión espacial PostGIS.

### 15. MANTENIMIENTO

Para el mantenimiento de la base de datos se utilizan procesos que agilizan el acceso a los datos almacenados así como la realización de copias de seguridad de los mismos.

En el mantenimiento de la base de datos se realizan operaciones de indexación de datos espaciales así como para la gestión de la memoria de almacenamiento física de los datos. Esto nos permite poder acceder a los datos espaciales con mayor agilidad.

Entre las distintas facetas del mantenimiento de la BTN100 tendremos:

### 16. ENTORNO MULTIPRODUCCIÓN

El SGBD de PostgreSQL junto a su extensión espacial PostGIS permite almacenar los datos y gestionar todas las operaciones que realizan los usuarios en la BTN100.

Una de las ventajas que proporciona este sistema es el acceso de los datos espaciales a diferentes usuarios y poder ver los cambios realizados en los datos en tiempo real. Por tanto los usuarios trabajan en un mismo entorno y acceden o modifican los mismos datos almacenados. Esto nos permite trabajar con unos datos continuos de toda España y gestionarlos conjuntamente sin tener que dividir los datos en diferentes ficheros o particiones de producto.

Dentro de estas ventajas se encuentra la posibilidad de que diferentes perfiles de usuarios y diferentes departamentos trabajen con los mismos datos bien sea para su edición, análisis o consulta.

De esta forma, distintos proyectos o servicios del IGN, como SIGNA o BTN100-BCN200 trabajan directamente contra la misma base de datos.





Imagen 6. Esquema de tareas de mantenimiento de la BTN100

## 17. GESTIÓN DE INCIDENCIAS

El IGN cuenta con una aplicación de desarrollo propio que permite gestionar las distintas incidencias que desde los diferentes servicios y proyectos se van detectando en cualquiera de los productos que se producen en la institución.

La aplicación presenta dos perfiles de usuario: el de registro y el de consulta, en función de las credenciales dadas a cada usuario

El registro de incidencias requiere de parámetros tales como la localización (producto, unidad de producción, coordenadas), la descripción del error (categoría, tipificación del error, nuevas coordenadas propuestas) y posibles comentarios.

Por su parte, la consulta de incidencias permite mostrar las distintas incidencias almacenadas filtrándolas por producto, origen de la incidencia, o la unidad. Y en un filtro a parte, se pueden ver las incidencias resueltas, las no resueltas o la totalidad de ellas. El identificador (ID), el origen, la categoría, el tipo de incidencia, la fecha de alta, la fecha de baja o el producto son los atributos que podremos visualizar para de cada una de las incidencias listadas.

## 18. DEPURACIÓN

El entorno de producción en un SGBD nos permite aplicar unas reglas de consistencia a todo el conjunto de datos. Esto significa que la calidad de los datos viene asegurada por la BD mediante diferentes restricciones en atributos y valores de los datos. De esta forma se asegura la calidad semántica del producto en tiempo de ejecución sin necesidad de realizar tareas de análisis y depuración en postproceso.

## 19. COPIAS DE SEGURIDAD

Las copias de seguridad automáticas (backup) se realizan mediante un script que se ejecuta todos los días (diario) durante el tiempo de menor actividad del servidor que es cuando nuestros usuarios no están accediendo a nuestros datos.

De todos estos backup se guarda a principio de cada mes (mensual) una copia que se utilizará como histórico. Además cada vez que se realice un cambio de modelo de datos (modificaciones) en la BD o se introduzcan nuevas tablas o procesos se realizará un backup de la BD para disponer de un histórico de cambios de la BD.

- Backup diario: guardan datos para revertir o detectar cambios o errores puntuales.
- Backup mensual: almacenamiento Histórico y detección de cambios
- Backup modificaciones: almacenamiento para cambios de modelo o procesos en BD.

## 20. DETECCIÓN DE CAMBIOS

Se dispone de un proceso de detección de cambios que permite utilizar backup anteriores para detectar cambios en intervalos de tiempos espaciados según las necesidades del análisis a realizar.

Por otro lado existen unas tablas de almacenamiento de cambios (versionado o histórico) automático donde se almacenan los registros de los datos en los que se producen cambios (inserción, modificación o eliminación) y que ayuda en tareas de control de la edición.

Todo ello permite la gestión tanto de modificaciones como de usuarios, fechas, horas, etc...

## 21. EXPLOTACIÓN

Dado el carácter multipropósito de la BTN100 las distintas posibilidades de explotación son muy variadas, desde la producción cartográfica en papel hasta servir de soporte de base para una Infraestructura de Datos Espaciales. Entre los distintos usos que ya se están rentabilizando o se está en puertas de ello destacamos los siguientes:

## 22. PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA

La Serie C del CEGET es un ejemplo de la aplicación práctica de la BTN100 como base para la producción de cartografía. Esta Serie C es la empleada por los helicópteros del Ejército de Tierra español en sus maniobras. Por ello se están publicando las hojas que comprenden las bases aéreas e inmediaciones de los helipuertos militares desde donde parten estos helicópteros. Hasta la fecha de publicación de este artículo se han publicado aproximadamente 20 hojas.

Partiendo de la BTN100, el Departamento de Cartografía del CEGET realiza una serie de operaciones de tratamiento de la información tales como el recorte de la hoja, la simbolización, inserción de la toponimia, etc. que permiten obtener el producto final.

## 23. CONSULTAS

La BTN100 puede ser consultada para uso interno dentro del IGN y el CNIG a través del ya anteriormente mencionado Servidor de Información Geográfica de Referencia (SEIG). Mediante su catálogo puede consultarse tanto los parámetros de conexión mediante SGBD de Oracle, como la ubicación para su descarga en formato SHP.

El mantenimiento de la BTN100 mediante SGBD de Oracle permite que el producto esté permanentemente mantenido en dos plataformas distintas, una en entorno abierto (la PostgreSQL para multiproducción) y otra en entorno propietario (la Oracle de consultas). Esto da una idea de la filosofía en lo que se refiere al mantenimiento de BTN100 para diversificar los entornos y no decantarse por ninguna línea de trabajo concreta que pudiera, llegado el caso y según las circunstancias (presupuestarias, de desarrollo, etc.), comprometer o poner en peligro la producción continua de la BTN100 a lo largo del tiempo.

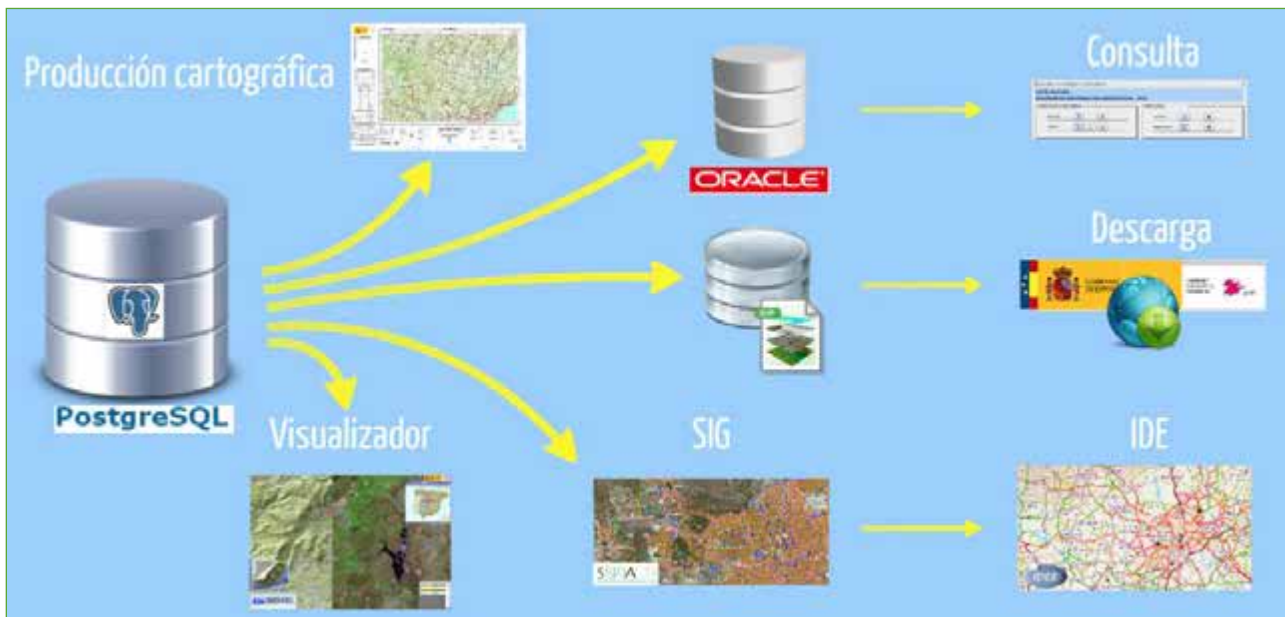


Imagen 7. Esquema de explotación de la BTN100

## 24. DESCARGAS

Desde el pasado mes de Julio, la BTN100 está disponible en el Centro de Descargas del CNIG ([www.ign.es](http://www.ign.es)). Se presenta en formato shapefile, continuo para toda España y también dividida por provincias mostrándose la información por capas temáticas organizadas por categorías; Delimitaciones territoriales y administrativas, Datos altimétricos, Hidrografía, Ocupación del suelo, Entidades de población y lugares protegidos, Redes e infraestructuras del transporte, Servicios y Sistemas de referencia geodésicos

Como ya se comentó, el Sistema Geodésico de Referencia es el ETRS89 y las coordenadas son geográficas longitud y latitud (sin proyección cartográfica).

## 25. VISUALIZADOR

Dado el carácter de producto digital de datos geográficos, la BTN100 es fácil de implementar en distintos visualizadores de información geográfica. A día de hoy se están realizando los desarrollos necesarios para mostrar distintas capas de información de la BTN100 en dos visualizadores:

- Capa ráster y localización de lugares del interés en Iberpix, desarrollado por el IGN.
- Como mapa base (servicio WMS) del visualizador de la IDEE, del Consejo Superior Geográfico.

## 26. SIG

La BTN100 ha sido desde sus inicios diseñada para su posterior utilización en diferentes SIG. Ya ha día de hoy la BCN200 forma parte del SIGNA del IGN, y en las próximas fechas está prevista la incorporación de BTN100.

## 27. IDE

Además del mencionado mapa base de la IDEE, ésta también facilitará acceso a la BTN100 a través de su «Catálogo de datos y servicios» y su relación de «Centros de descarga». Está en estudio el desarrollo de un WFS con los datos de BTN100.

## 28. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Norma ISO 19109. Geographic information - Rules for application schema, (2005)
- [2] Norma ISO 19110. Geographic information - Methodology for feature cataloguing, (2005)
- [3] Norma ISO 19113. Geographic information - Quality principles, (2002)
- [4] Norma ISO 19131. Geographic information - Data product specifications, (2007)
- [5] Norma ISO 19137. Geographic information - Core profile of the spatial schema, (2007)
- [6] Ley de Infraestructuras y Servicios de Información Geográfica en España (LISIGE), (2010)
- [7] Directiva INSPIRE, (2010/02/CE)
- [8] González, A., Rubio, J.M., Velasco, A., González, J.: Especificaciones del Producto CartoCiudad v 10.1 (2013), [http://www.cartociudad.es/recursos/Documentacion\\_tecnica/CARTOCIUDAD\\_Especificaciones.pdf](http://www.cartociudad.es/recursos/Documentacion_tecnica/CARTOCIUDAD_Especificaciones.pdf)

## **IDE y Geo Inteligencia de Negocio: Nuevas oportunidades en la interoperabilidad entre diferentes comunidades**

### **Qué puede ofrecer hoy una IDE para responder a las necesidades de analistas de negocios en el dominio de las energías renovables.**

(\*) BORJA A ESPEJO-GARCÍA, NAVEEN SIDDA, FRANCISCO J LOPEZ-PELLICER, WALTER RENTERIA-AGUALIMPIA,  
FRANCISCO J ZARAZAGA-SORIA y PEDRO R. MURO-MEDRANO

---

#### **Resúmen**

Durante los últimos años el acceso a información espacial a través de las IDEs y de los estándares OGC como WMS, WFS y WCS han cubierto las necesidades de muchos usuarios que han encontrado en estos servicios una respuesta adecuada a las necesidades impuestas por su dominio de conocimiento. Sin embargo, otro tipo de usuarios, como los analistas de negocios, empiezan a tener protagonismo y se posicionan como importantes consumidores de información espacial, abriendo nuevos caminos y oportunidades en el entorno de las IDEs.

Los analistas de negocio utilizan en su trabajo diario un conjunto de métodos y herramientas denominadas colectivamente Inteligencia de Negocio (Business Intelligence, BI). La Inteligencia de Negocio abarca un conjunto de soluciones tecnológicas cuya misión es facilitar la visión del estado de la empresa u organización por parte del analista para que pueda tomar mejores decisiones. La localización geográfica es un factor clave para tomar decisiones sobre clientes, proveedores, distribuidores, transporte, recursos naturales, energías renovables, etc., conformando lo que se llama Geo-Inteligencia de Negocio (GeoBI).

Un ejemplo de GeoBI es Energy2People. Este proyecto fue ganador del concurso «International Space Apps Challenge (Madrid)» organizado por la NASA. Energy2People es un aplicación Web que ayuda a tomar decisiones de inversión por parte de potenciales clientes del sector de las energías renovables a partir de datos de la radiación solar y de la velocidad del viento en la Península Ibérica. Durante el desarrollo de este proyecto se han detectado problemas a la hora de concebir una solución que una GeoBI e IDEs. Estos problemas abarcan desde cómo adaptar información disponible en los formatos de intercambio de datos usuales en una IDE a las necesidades de un sistema GeoBI hasta la ausencia de un lenguaje de consulta GeoBI adecuado a usuarios de otras comunidades que no sean expertos en los aspectos más sutiles de la información geográfica.

Presentamos un estudio de lo que a día de hoy puede ofrecer una IDE a una aplicación GeoBI. También analizaremos qué necesidades funcionales subyacentes a un lenguaje de interrogación típico de BI (MDX) pueden ser cubiertas o no por los servicios que se ofrecen habitualmente en una IDE. Con ello esperamos abrir un debate sobre lo que faltaría por ofrecer en una IDE para que comunidades que utilizan GeoBI interoperen con el movimiento IDE.

---

(\*) Universidad de Zaragoza – AAA:  
borjaeg@unizar.es, naveen@unizar.es, fjlopez@unizar.es, walterra@unizar.es, javy@unizar.es, pmuro@unizar.es

**Palabras clave**

IDE, OGC, Inteligencia de Negocios, GeoBI, MDX.

**1. INTRODUCCIÓN**

Cada vez más, nuevas comunidades de usuarios encuentran en la información geoespacial oportunidades sobre las que cimentar futuras estrategias de su negocio. En los últimos diez años las IDEs y los estándares geoespaciales han cubierto gran parte de las necesidades de interoperabilidad de muchas empresas que han encontrado en ellos una solución adecuada al problema del acceso de sus Sistemas de Información Geográfica (SIG) a la información geoespacial disponible. Sin embargo, cuando estas empresas aplican técnicas de Inteligencia de Negocios (Business Intelligence o BI [1]) sobre problemas con una fuerte componente geoespacial (por ejemplo, Geomarketing [2]) descubren que la información georreferenciada que estas técnicas consumen y producen se encuentra almacenada en silos que están aislados de sus SIG.

Las IDEs y los estándares geoespaciales deberían dar una solución a este problema. De hecho, OGC está realizando avances en este sentido mediante su iniciativa de Geo Inteligencia de Negocios (GeoBI) [3]. Todos los avances en esta línea permitirán una mayor reutilización de la información geoespacial publicada en las IDEs en el marco de la GeoBI.

Este artículo analiza la factibilidad de utilizar los estándares OGC actuales, así como servicios y datos publicados en las IDEs para la implementación de un sistema GeoBI. Para este análisis se parte de la experiencia en el desarrollo de Engergy2People, un sistema GeoBI que permite a la toma de decisiones sobre la inversión en energías renovables por parte del público general.

**2. GEOBI**

La toma de decisiones en las empresas ha aumentado su complejidad en los últimos años debido al elevado número de datos existentes. La Inteligencia de Negocios es un conjunto de soluciones tecnológicas cuya finalidad es la mejora de la toma de decisiones dentro de las empresas. Entre estas soluciones tecnológicas, que se presentan en la Figura 1, se encuentran: el proceso ETL [4], el data warehousing [5], los cubos OLAP [6] y la visualización de la información [7].

El proceso ETL abarca todo el conjunto de procesos que hacen falta para extraer datos de diferentes fuentes, transformarlos y cargarlos en un repositorio orientado al análisis que recibe el nombre de data warehouse. Para acceder a este repositorio se usan los cubos OLAP. Éstos proporcionan un modelo multidimensional y jerárquico a los datos que hace más intuitiva la exploración por parte de un analista de negocio. Los cubos OLAP tienen un lenguaje de consulta propio llamado MDX [8]. Este lenguaje se podría considerar salvando algunas diferencias como el SQL de las bases de datos relacionales. Por último, se requiere de una aplicación a través de la cual el analista de negocio pueda interrogar al cubo OLAP y visualizar la información de la manera más comprensible.

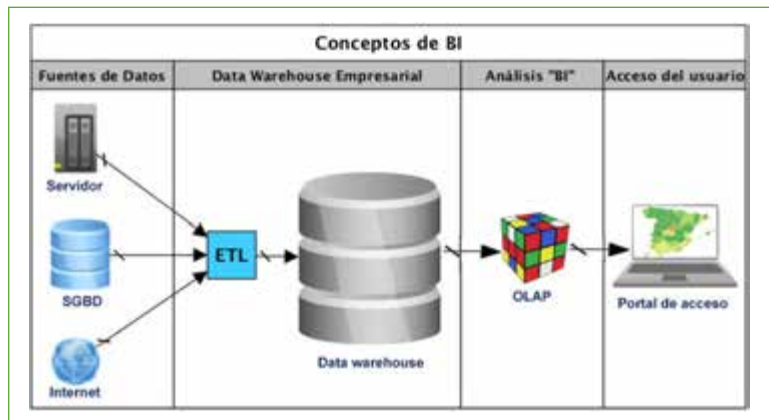


Figura 1. Conjunto de tecnologías y soluciones que se pueden encontrar en una infra-estructura de BI.



A pesar de que estas soluciones tienen una gran madurez dentro de BI, los analistas de negocios buscan enriquecer su análisis a través de la mejora de la dimensión espacial de la información. Es por esto que la Inteligencia de Negocios pasa a ser Geo Inteligencia de Negocios (GeoBI). Consecuentemente, conceptos como Spatial OLAP (SOLAP [9]) y Spatial Data Warehouse (SDW [10]) empiezan a tomar fuerza en el mundo de BI hasta tal punto que se empieza a extender el concepto de GeoBI como una mejor opción en la toma de decisiones. Es importante recalcar que para la comunidad de los analistas de negocios, aunque la dimensión espacial es parte importante del análisis, ésta no deja de ser una información contextual del negocio (producción energética, consumo eléctrico, costes, ventas, etcétera). Esta visión difiere respecto al uso de la información geoespacial en un entorno GIS. La tabla 1, intenta contraponer las dos visiones de estas dos comunidades.

TABLA 1:  
*Diferente visión de la información geoespacial  
entre los usuarios GIS y los usuarios GeoBI.*

	USUARIOS GIS	USUARIOS GEOBI %
<b>OBJETIVOS DE NEGOCIO</b>	La información se utiliza principalmente por administraciones públicas para la gestión de activos y planificación de planificación de recursos.	La localización se utiliza para analizar un negocio y adquirir una ventaja competitiva.
<b>VISIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOESPACIAL</b>	La información espacial es un fin en sí misma. Cuanto más detallada mejor.	La información espacial se ve como un contexto dónde se sitúa el negocio.

Por todo esto, OGC ha expresado en su hoja de ruta su intención de integrar las piezas que forman la infraestructura de GeoBI para proveer una mayor interoperabilidad [3]. En la sección de Análisis y Discusión, mostraremos que esta integración todavía no ha sido llevada a cabo y es necesario implementar soluciones no estándares que solventen esta falla.

### 3. GEOBI E IDES

Desde un punto de vista tecnológico y social, se está viviendo un proceso de globalización. Este proceso se hace presente también en ámbito de la información geoespacial a través de las IDEs. Con la implantación de las IDEs se produce un cambio de paradigma en la gestión y utilización de la Información Geográfica, y deberá permitir alcanzar la «democratización» del uso de este tipo de información conectando distintos mercados y comunidades. Estas comunidades pueden abarcar expertos en información espacial y cartografía así como analistas de negocio.

Dentro de las herramientas de GeoBI que utilizan los analistas de negocios, los cubos SOLAP son determinantes a la hora de explorar los datos de un negocio que se encuentran almacenados en el spatial data warehouse. Estos cubos proporcionan una visión multidimensional y jerárquica de los datos. Su potencia reside en la posibilidad de pre calcular algunas consultas (agregaciones) consiguiendo un mejor rendimiento y experiencia por parte del usuario. Además gracias al lenguaje MDX y su semántica, el analista puede realizar un análisis más profundo de la información en el caso que lo viera adecuado.

Un cubo SOLAP se pueden ver como la combinación entre un sistema GIS y un cubo OLAP. La tabla 2 sintetiza la comparación entre distintos sistemas de información atendiendo a su soporte o no de geometrías, y el nivel de detalle de los datos. Cada uno de estos Sistemas de Información son adecuados para diferentes entornos, siendo los cubos SOLAP el adecuado para entornos de negocio en los que hay información geoespacial implicada, y que además puede ser idónea para tener una visión más completa del negocio que se traduzca en mejores decisiones.

En el aspecto tecnológico, la aparición de GeoMondrian [11], como primer SOLAP nativo open source, abre la posibilidad de desarrollar y extender este tipo de sistemas, así como permitir su integración en Sistemas de Información ya existentes.

TABLA 2:  
Diferente visión de la información geoespacial  
entre los usuarios GIS y los usuarios GeoBI.

	NIVEL DE DETALLE ALTO	DATOS AGREGADOS
<b>GEOMETRÍAS</b>	GIS	SOLAP
<b>SIN GEOMETRÍAS</b>	DBMS	OLAP

La adopción en el mundo empresarial de los sistemas OLAP conllevó la creación de un estándar que permite describir a través de metadatos a los cubos, y ejecutar consultas MDX. Este estándar recibe el nombre de XML for Analysis (XMLA) [12] y es una API basada en Simple Object Access Protocol (SOAP), diseñada específicamente para estandarizar la interoperabilidad entre clientes y proveedores a través de la web. XMLA está construida sobre estándares de Internet como HTTP, XML, y SOAP, y no es dependiente de ningún lenguaje o tecnología específica. Pero este protocolo no prevé de la existencia de atributos que contengan features geográficos. Es decir, el protocolo que se adecua a los analistas de negocios no soporta la posibilidad de realizar operaciones sobre geometrías.

OGC es consciente de la falla que existe a día de hoy en sus estándares para proveer de un interfaz adecuado a los analistas de negocios [3]. Algunos de los puntos se mencionan como objetivos a implementar para dar soporte a la comunidad GeoBI son la estandarización del lenguaje GeoMDX o el desarrollo de un servicio tipo WFS para la transmisión de sub-cubos que puedan ser usados.

Por todo lo explicado en los párrafos anteriores, nos parece que tiene total sentido la inclusión de sistemas de GeoBI, y más concretamente de cubos SOLAP, dentro de las IDEs y que estos puedan ser accedidos a través de interfaces y estándares similares a las que se utilizan en el entorno BI (XMLA). La figura 2 ilustra la propuesta estudiada en esta comunicación y que es resultado de la experiencia de desarrollar el sistema GeoBI Energy2People, que explicamos más detalladamente en la próxima sección.

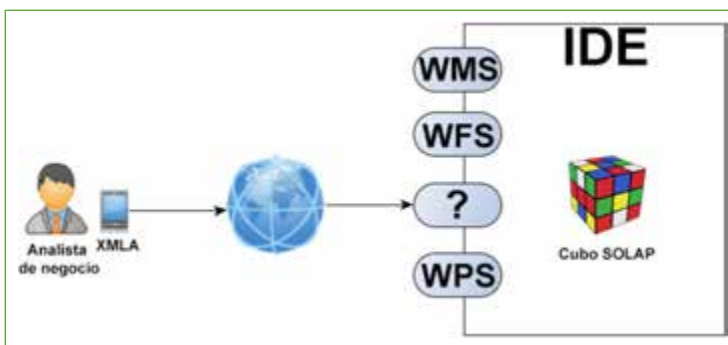


Figura 2. Analista de negocio accediendo a un cubo SOLAP a través de un servicio expuesto en una IDE

#### 4. ENERGY2PEOPLE, UN EJEMPLO DE GEOBI

Energy2People es un sistema de soporte a la toma de decisiones (DSS [13]) en el dominio de las energías renovables orientado a un usuario no experto. Para implementarlo hemos utilizado técnicas de GeoBI. En lugar de ventas, o beneficios, las medidas que se analizan son la radiación solar y la velocidad del viento. De esta manera un analista de negocio podrá ver como se comportan estos recursos a lo largo del territorio de la Península Ibérica y realizar una inversión con un menor riesgo.

El proyecto Energy2People resultó ganador del concurso «International Space Apps Challenge (Madrid)» organizado por la NASA el mes de Abril de este mismo año. El uso de técnicas de GeoBI en el dominio de las energías renovables enfocado a usuarios no expertos se consideró como una característica distintiva respecto a otros proyectos que buscaban otras aproximaciones.



El core del proyecto Energy2People es un cubo SOLAP. Como explicábamos en secciones anteriores los cubos SOLAP ofrecen una visión multidimensional de los datos. El cubo desarrollado en Energy2People tiene dos dimensiones lógicas, la espacial y la temporal. Decimos lógicas y no físicas porque la dimensión espacial está implementada físicamente con dos dimensiones: dimensión latitud y la dimensión longitud.

Un usuario puede utilizar este cubo para averiguar la radiación solar o velocidad del viento media durante un determinado periodo en una zona. Además, gracias a la naturaleza GeoBI del sistema, el usuario puede profundizar en la dimensión temporal llegando a ver la información de un determinado día. De esta manera se replica el mismo comportamiento que un analista de negocio realiza a la hora de tomar una decisión sobre su empresa o negocio.

Finalmente, como se muestra en la figura 3, implementamos una interfaz para que el usuario no experto pudiera interactuar con el cubo SOLAP, y visualizar los resultados

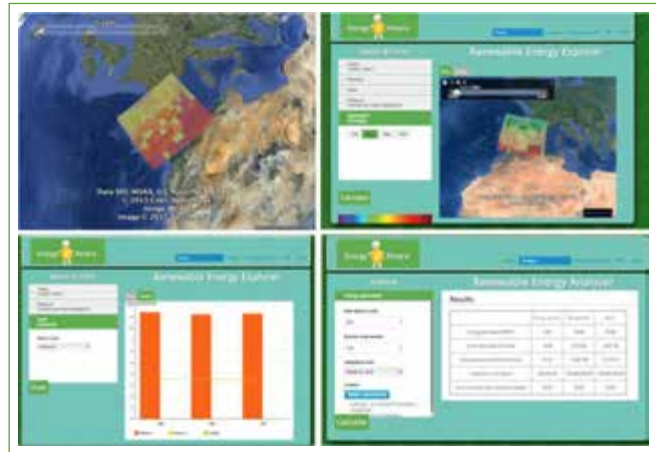


Figura 3. Imagen de 4 vistas de la aplicación Energy2People. Las dos imágenes superiores muestran una visualización a través de Google Earth (Radiación solar y velocidad del viento). La pantalla de abajo a la izquierda muestra la información a través de un histograma y la de abajo a la derecha en forma tabular. Esta última muestra los datos tras aplicarles un modelo financiero simplificado.

Una vez desarrollado el proyecto Energy2People estudiamos la posibilidad de integrarlo en una IDE, y es en este punto donde no encontramos una manera adecuada de que un analista de negocio pueda a través de los servicios expuestos de una IDE explotar los datos de recursos naturales almacenador en el cubo SOLAP. Consecuentemente, el cubo SOLAP, tal y como muestra la figura 5, queda fuera de la IDE tradicional para poder ser analizado atendiendo a los conocimientos de un analista de negocio. Es decir, permitir consultas en MDX a través del protocolo XMLA.

Imaginemos por ejemplo que un posible inversor estuviera interesado en un determinado recurso natural de nuestro territorio, por ejemplo el recurso solar para invertir en energía solar fotovoltaica. Este inversor tiene sus propias herramientas de análisis de negocio con las que él trabaja habitualmente en su empresa y que se basan en operaciones de análisis de negocio muy concretas. A día de hoy consideramos que una IDE no le daría a este inversor una interfaz estándar adecuada a sus necesidades impuestas por su propio dominio de conocimiento.

En esta línea, OGC propone la estandarización de un servicio tipo WPS, pero que se centre en las operaciones bien definidas que tiene un analista de negocio a la hora de explorar un modelo de datos de cubo o multidimensional.

La próxima sección hace un estudio más en profundidad de la hoja de ruta de OGC, y de cómo la experiencia obtenida durante el desarrollo del proyecto GeoBI Energy2People más las soluciones aportadas por otros autores podrían ayudarnos a alcanzar la meta de introducir un componente GeoBI en una IDE.

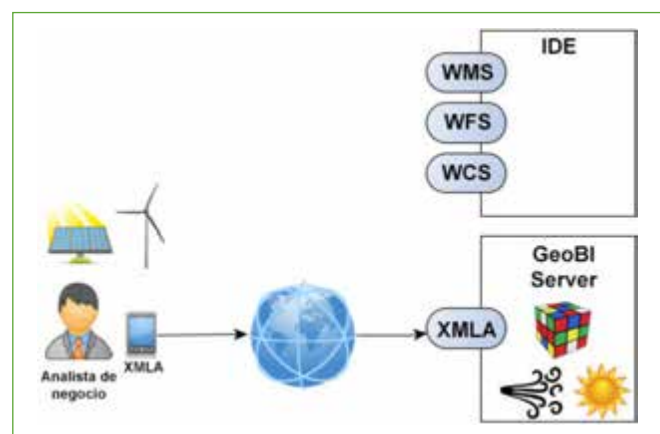


Figura 4. El cubo SOLAP del proyecto Energy2People utiliza el estándar XMLA para ser accesible a través de la red. De esta manera se pueden ejecutar consultas MDX tal y como un analista de negocio realiza a través de sus sistemas de BI.

## 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Tal y como se describe en secciones anteriores, las soluciones GeoBI necesitan de un estándar que acerque la información geoespacial a sus usuarios. Por esto, OGC tiene en su hoja de ruta distintas acciones que posibiliten la mejora del entorno GeoBI [3]. La implementación de la aplicación Energy2People y su posterior intento de integración en un entorno IDE ha expuesto los problemas que siguen existiendo a día de hoy para interoperar entre la comunidad SIG y la GeoBI.

No solo el proyecto Energy2People se ha encontrado con obstáculos. Otros autores [14, 15, 16, 17,18] han estudiado diferentes maneras de acercar mundo GIS y GeoBI proponiendo soluciones extensibles basadas en estándares de Internet como XML y que pueden ser susceptibles de ser usadas por la OGC para extender sus servicios y de esta manera cumplir sus objetivos en este entorno.

La tabla 3 tiene como objetivo reflejar qué objetivos se propone OGC en su hoja de ruta, cómo se han implementado en el proyecto Energy2People y cómo se podrían implementar atendiendo a otros autores que proponen soluciones a estos obstáculos.

TABLA 3:  
*Comparativa entre la hoja de ruta de OGC, cómo hemos implementado la funcionalidad en el proyecto Energy2People, y cómo otros autores solucionan el problema.*

Objetivos de OGC	¿Cómo se ha implementado?	Hacia dónde vamos
<b>Soporte estándar al modelado del componente geoespacial dentro de los sistemas SOLAP</b>	En el proyecto Energy2People, la feature coordinada ha sido implementada mediante dos datos numéricos: latitud y longitud. Es una solución poco adecuada para interoperar con sistemas GIS pero es la manera de que la dimensión espacial sea accesible a través de XMLA	Consideramos que el modelo del componente geoespacial dentro de un sistema SOLAP debería corresponderse con el mismo que el definido en el estándar de la OGC Simple Features.
<b>Estandarización del lenguaje de consulta Geo-MDX</b>	En el proyecto Energy2People hemos utilizado como lenguaje de consulta MDX sin la extensión Geo. De esta manera se puede utilizar el estándar XMLA para ejecutar las consultas. Esta decisión tiene consistencia con el modelo físico utilizado para representar los datos geoespaciales	Consideramos que el uso de GeoMDX [14] abrirá un abanico de posibilidades a la hora de interrogar a un cubo SOLAP. GeoMDX extiende el lenguaje MDX añadiéndole la posibilidad de incorporar preguntas espaciales, que por ejemplo puedan filtrar los resultados atendiendo a objetos geográficos que puedan existir como por ejemplo un río
<b>Desarrollar un servicio que permita a los analistas de negocios comunicarse con las IDEs a través de las operaciones utilizadas por</b>	El acceso al cubo SOLAP a través de la red se realiza a través del protocolo XMLA. Este protocolo permite la ejecución de consultas con lenguaje	OGC propone desarrollar un estándar que permita realizar las típicas operaciones sobre cubos como drill-down, roll-up, slice, dice y pivot. El servicio



Tabla 3 (segunda parte):  
Comparativa entre la hoja de ruta de OGC, cómo hemos implementado la funcionalidad en el proyecto Energy2People, y cómo otros autores solucionan el problema

Objetivos de OGC	¿Cómo se ha implementado?	Hacia dónde vamos
<p><b>esta comunidad en sus análisis (drill-down, roll-up, slice, dice y pivot).</b></p>	<p>MDX que es el que ofrece la semántica necesaria para las operaciones típicas del entorno BI. En este proyecto, la dimensión temporal es ampliamente explotada gracias a la jerarquía establecida desde un periodo que abarca los últimos 30 años hasta un día en concreto. No pasa lo mismo con la dimensión geoespacial. Si pudiéramos explotar esta dimensión geoespacial como la temporal, seríamos capaces de navegar entre distintas jerarquías de unidades administrativas analizando los recursos solar y eólico en cada una de ellas.</p>	<p>estándar WPS se considera poco específico para unas operaciones que se repiten de manera recurrentemente en el análisis OLAP. Además diversos autores [15, 16] ya proponen algunas soluciones a esta barrera entre ambas comunidades. La más destacable es la creación de un formato GMLA que permita la unión de XMLA y GML para el análisis de cubos SOLAP sin perder la semántica geoespacial ni la potencia de las operaciones que brinda este análisis.</p>
<p><b>Desarrollar un servicio tipo WFS para la transmisión de sub-cubos que puedan ser usados en sistemas ubicuos, por ejemplo, dispositivos móviles.</b></p>	<p>No lo hemos implementado.</p>	<p>Diversos autores destacan la importancia del analista de negocios que a causas de sus viajes usa el móvil como herramienta de toma de decisiones [17, 18]. Nuevos protocolos basados en SOAP que permitan el uso de cubos de manera offline, así como aprovecharse del contexto situacional para tomar mejoras decisiones, son algunos de los retos más apasionantes.</p>
<p><b>Desarrollar un servicio tipo WMS, que permita la inclusión de representaciones de datos procedentes de geo-análisis en informes.</b></p>	<p>La posibilidad de generar reportes y visualizaciones es uno de los puntos más importantes en una solución de GeoBI. En el proyecto Energy2People, hemos utilizado el formato KML [21], para representar los datos extraídos del análisis SOLAP. Una vez obtenidos los resultados de la consulta, creamos el KML que se envía a la capa de visualización donde Google Earth o Google Maps son los encargados de renderizar este fichero. La figura 5 muestra un informe en formato KML visualizado en Google Earth.</p>	<p>Varios autores [19, 20] proponen el uso de KML como un formato adecuado para visualizar datos procedentes de un cubo SOLAP. Esto se debe a que KML, que es un formato estandarizado por la OGC, es capaz de representar objetos geográficos en tres dimensiones. Esta posibilidad hace que el analista de negocio pueda disponer de un entorno geográfico con una dimensión más, lo que se puede traducir en una mejora en la exploración de la información y la toma de decisiones.</p>

Tabla 3 (tercera parte):  
Comparativa entre la hoja de ruta de OGC, cómo hemos implementado la funcionalidad en el proyecto Energy2People, y cómo otros autores solucionan el problema

Objetivos de OGC	¿Cómo se ha implementado?	Hacia dónde vamos
<b>Desarrollar un servicio tipo CSW que permita explorar los metadatos de un cubo SOLAP</b>	Hemos utilizado XMLA para exponer los metadatos del cubo SOLAP.	XMLA permite dos tipos de operaciones discover y execute. Las primeras capacitan al analista de negocios la posibilidad obtener la suficiente información como para poder ejecutar operaciones MDX. Por tanto consideramos que XMLA es un buen punto de inicio para crear un catálogo de información multidimensional.

La conclusión que extraemos de la tabla 2 es que ante los problemas identificados por la OGC [3] y que tiene previsto resolver, distintos autores ya han propuesto distintas soluciones. Estas soluciones distan en algunas ocasiones de las implementadas en el proyecto Energy2People, lo cual refleja una falta de estandarización que debería acelerar los procedimientos seguidos por la OGC a la hora de cumplir su hoja de ruta.

## 6. CONCLUSIÓN

Esta comunicación pretende reflejar que las IDEs pueden ser el vínculo de unión entre la comunidad GIS y la comunidad de GeoBI. Esta unión permitiría extender el análisis espacial resultando de esta manera en la implementación de herramientas de GeoBI más potentes y extensibles. Ambas comunidades, tal y como muestra la figura 6, podrían extender sus estándares ya existentes para facilitar la interoperabilidad. Todo esto proporcionará nuevos retos y oportunidades de las que saldrán beneficiadas las comunidades GIS y GeoBI

## 7. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por el Gobierno de España a través del proyecto TIN2012-37826-C02-01, del Instituto Geográfico Nacional (IGN) y de GeoSpatiumLab S.L.

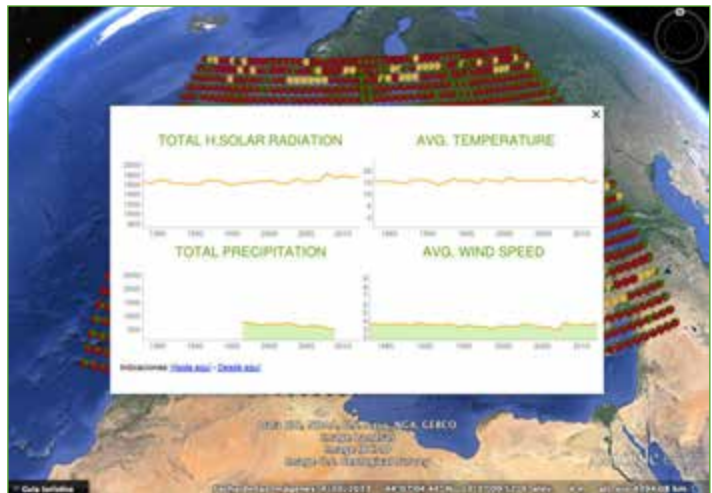


Figura 5. Google Earth mostrando un informe en formato KML generado por Energy2People. Este informe es interactivo; al pulsar en los cubos se muestra nueva información.

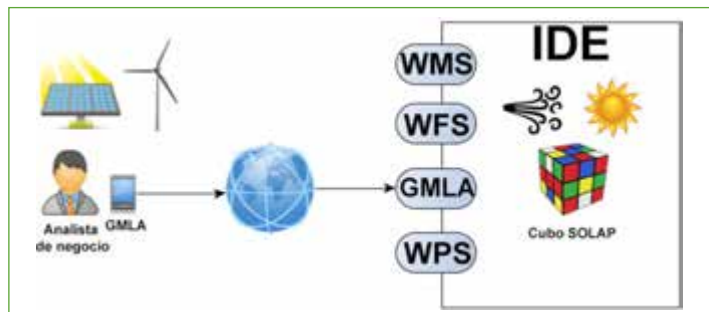


Figura 6. La extensión y creación de nuevos estándares puede abrir nuevas oportunidades en el mundo GeoBI y GIS



## 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ranjan, J. (2005). Business Intelligence: Concepts, components, techniques and benefits. Journal of Theoretical and Applied Information Technology .
- [2] Sacchi, M. (2012). Geomarketing Analysis: a developed solution for Italy's Leading Supermarket Chain, Unicoop Firenze .
- [3] OGC. (2012). Geospatial Business Intelligence (GeoBI).
- [4] Vassiliadis, P., Simitsis, A., & Skiadopoulos, S. (2009). Conceptual Modeling for ETL Processes.
- [5] Chaudhuri, S., & Dayal, U. (1997). An Overview of Data Warehousing and OLAP Technology.
- [6] OLAP Council White Paper. (1997). OLAP Council White Paper.
- [7] DINU AIRINEI, D. H. (2010). Data Visualization in Business Intelligence.
- [8] Microsoft Corporation. (2007). Multidimensional Expressions (MDX) reference.
- [9] Viswanathan, G., & Schneider, M. (2011). User-centric spatial data warehousing: a survey of requirements and approaches .
- [10] ESRI. Aproximación Metodológica de un Spatial Data Warehouse.
- [11] Dube, E., & Badard, T. (2009). GeoMondrian. From GeoMondrian: <http://www.spatialytics.org/projects/geomondrian/>
- [12] Corporation, M. (2001). XML for Analysis Specification.
- [13] Druzdzal, M. J., & Flynn, R. R. (2002). Decision Support Systems.
- [14] Morandini, L. (2011). GeoMDX a bridge between OLAP and GIS.
- [15] Do Nascimento, R., Da Silva, J., Times, V., De Souza, F., & De Barrios, R. S. (2006). GMLA: A XML
- [16] Schema for Integration and Exchange of Multidimensional-Geographical data.
- [17] Dube, E., Bardard, T., & Bédard, Y. (2009). An interoperable XML encoding for the exchange of Spatial OLAP data cubes in SOA environments .
- [18] Dube, E., Bardard, T., & Bédard, Y. (2013). GEO-DECISION IN MOBILITY: TOWARDS ENABLING CONTEXTUAL AND LOCATION-BASED MOBILE GEOSPATIAL BUSINESS INTELLIGENCE (GeoBI) - WHY? .
- [19] Di Maritno, S., Bimonte, S., Berlotto, M., Ferrucci, F., & Leano, V. (2011). Spatial OnLine Analytical Processing of Geographic Data through the Google Earth Interface.
- [20] Terezinha Prado Santos, M., & Toledo Ferraz, V. (2010). GlobeOLAP: IMPROVING THE GEOSPATIAL REALISM IN MULTIDIMENSIONAL ANALYSIS ENVIRONMENT.
- [21] Open Geospatial Consortium Inc. . (2007). KML 2.2 – An OGC Best Practice .



## **«GISWEB: Geoportal de datos portuarios del Puerto de Barcelona»**

**El Geoportal GISWEB gestiona toda la cartografía del Puerto con el objetivo de abrir la puerta de los contenidos geográficos a los técnicos portuarios del Puerto de Barcelona, APP y público en general, incluyendo las versiones históricas de sus principales cartografías, como bases topográficas desde 1880 e imágenes aéreas desde 1956**

(\*) Enric Rodellas Y Joan Torres

(\*\*) Lluís Tartera

---

### **Resumen**

Uno de los objetivos del departamento de Sistemas de Información (SI) del Puerto de Barcelona es facilitar el acceso a su información geográfica a usuarios, empresas, administraciones públicas y público en general, mediante distintas aplicaciones GIS y CAD. Durante varias décadas se han mantenido varios conjuntos de información geográfica que reflejan el estado del Puerto durante su historia y también su proyección futura. Esta información tiene un gran valor estratégico y operativo para que los usuarios consulten con precisión la situación del puerto en un momento de su historia o su previsión futura.

GISWEB es una plataforma web para acceder a esta información geográfica con una fuerte orientación espacio-temporal que sirve para consultar cartografía topográfica vectorial del año 1880 y fotografías aéreas y satélites a partir de 1956. Incluye también la posibilidad de comparar momentos de la historia distintos, que ayudan a comprender, por ejemplo, las ampliaciones portuarias o el estado de las obras.

Además de la información de base, actualmente se pueden consultar las diferentes redes de servicios, concesiones, ocupaciones o superficies concesionadas, las cámaras de acceso y de seguridad, la toponimia vigente y los límites administrativos del Puerto, así como sus aproximaciones, alineaciones o módulos. Los usuarios disponen de la versión más reciente de cada cartografía y también pueden consultar sus versiones históricas. Por ejemplo, consultar las concesiones vigentes en Junio de 2008, saber cuándo caduca una concesión determinada o las redes de servicio que les afectan.

A nivel tecnológico, GISWEB se alimenta de servicios IDE basándose en los estándares OGC. Los servicios usados son principalmente los de visualización OGC WMS, los cachés OGC WMTS y los servicios de descarga OGC WFS. A nivel funcional el sistema tiene plena funcionalidad GIS, como búsquedas por geolocalizadores, imprimir informes aplantillados con los resultados de una consulta o acceder a información alfanumérica de los elementos.

La IDE del Puerto está desarrollada principalmente con componentes libres, es decir sin coste de mantenimiento ni adquisición, con las ventajas que eso produce a nivel económico. Los componentes con licencia comercial utilizados ya existían en el Puerto.

---

(\*) Departamento de Plano del Puerto:  
enric.rodellas@portdebarcelona.cat, joan.torres@portdebarcelona.cat

(\*\*) Nexus Geographics:  
ltartera@nexusgeographics.com

El sistema ofrece diferentes niveles de acceso a la información para cada tipo de usuario. Por un lado existen datos públicos que se ofrecen sin necesidad de ser un usuario registrado. Por otro lado, en la información de acceso restringido el sistema distingue si puede acceder cualquier técnico portuario, o bien si solo pueden verlo algunos departamentos en concreto. El control de seguridad del sistema, está integrado con los propios sistemas del Puerto de Barcelona (CAS y LDAP).

### **Palabras clave**

WMS, WMTS, WFS, IDE, España, Puerto, Barcelona, software libre, Cartografía Histórica, geoportal

---



# Modelo de colaboración público-privada en el marco de las Infraestructuras de Datos Espaciales

## Convenio de Colaboración Grupo Espeleológico Cameros - Gobierno de La Rioja

(\*) GONZALO LÓPEZ y ANA GARCÍA DE VICUÑA  
(\*\*) RICARDO CORREDOR

---

### Resúmen

Hasta el momento actual, la información geográfica disponible a través de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) se ha nutrido principalmente de productores institucionales. Esta situación, posiblemente venga motivada por el alto nivel de conocimientos técnicos que esta tecnología exige, así como por la necesidad de disponer de los medios técnicos necesarios para el sostenimiento de los servicios.

Esta circunstancia deja fuera del mercado de datos IDE a innumerables productores de información geográfica, que por no contar con personal especializado o la suficiencia técnica y económica necesaria, no pueden ofertar sus datos geográficos.

Conscientes de la existencia de innumerables trabajos de recopilación geográfica realizados por distintos colectivos culturales, sociales, deportivos, etc., el Gobierno de La Rioja, ha puesto en marcha un programa orientado a facilitar a dichas organizaciones los medios y el soporte técnico necesario para poner en valor su producción geográfica a través de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE).

La disponibilidad de una base de datos espacial y el desarrollo de herramientas de edición gráfica y alfanumérica susceptibles de funcionar en la nube, así como la utilización de servicios de publicación implementados con software libre, ofrece el marco técnico necesario para la recopilación de datos geográficos de forma colaborativa y su consiguiente distribución pública.

Siendo hasta ahora muy escasas las iniciativas de este tipo, se exponen a continuación los principios en los que se apoya el acuerdo de colaboración firmado entre el Grupo Espeleológico Cameros y el Gobierno de La Rioja el 14 de octubre de 2013, para la integración en la IDEE de la cartografía espeleológica que este colectivo ha venido elaborando durante los últimos treinta años, con especial atención a la metodología técnica empleada para llevarlo a cabo.

### Palabras clave

IDE, IDEE, Convenio, Colaboración, Espeleología, Crowdmapping, IDERioja, La Rioja

---

---

(\*) Gobierno de La Rioja – Dirección General Urbanismo y Vivienda::  
Gonzalo.lopez@larioja.org, ana.garciadevicuna@larioja.org

(\*\*) Gobierno de La Rioja – Dirección General de las Tecnologías de la Información y la Comunicación:  
rcorredor@larioja.org

## 1. INTRODUCCIÓN

Hoy por hoy, no son muchos los datos geográficos de carácter privado que se pueden encontrar en la IDE, a pesar de que existen innumerables colectivos de carácter cultural, social y deportivo que dedican parte de su actividad a la recopilación de datos con un claro componente geográfico, convirtiéndose así en depositarios de una interesante y valiosa información espacial.

Por otra parte es necesario tener en cuenta que la publicación de datos geográficos en la IDE, exige un mínimo conocimiento de los aspectos técnicos que la sustentan. Conceptos como protocolos, metadatos, servicios cliente-servidor o el conocimiento de la propia naturaleza del dato geográfico son esenciales para poder ofrecer servicios de mapas y descarga de datos [1]. A este abanico de requisitos, se une la necesidad de contar con medios técnicos suficientes para la edición del dato geográfico en su naturaleza digital y la publicación de servicios a través de Internet, que inevitablemente suponen un coste.

La suma de todos estos condicionantes impide mostrar gran cantidad de trabajos de naturaleza geográfica, que se ven obligados a utilizar otros medios de publicación más convencionales o que en el peor de los casos se ven condenados al ostracismo.

Concientes de esta situación y de la existencia de datos geográficos que siendo de interés para todos no son fácilmente accesibles, el Gobierno de La Rioja ha puesto en marcha un programa de colaboración público-privada, cuyo objetivo es sacar a la luz el material geográfico que pueda ser de interés general y que resulta en la mayoría de los casos desconocido.

## 2. TÉRMINOS DE LA COLABORACIÓN

El principio que sustenta la colaboración es sencillo, «el colectivo productor» facilita los datos sin renunciar a sus derechos de propiedad intelectual y «la administración» pone los medios y el soporte técnico necesario para incorporar los datos geográficos a la IDE.

La colaboración se sustancia por medio de un convenio de colaboración cuyos aspectos principales en el caso que se expone son los siguientes:

Compromisos de la Comunidad Autónoma de La Rioja:

- Diseño del modelo de datos, respetando los aspectos público-privados de la información.
- Almacenamiento y custodia de la información geográfica y documentos asociados.
- Desarrollo de una aplicación en línea para el mantenimiento de los datos gráficos- alfanuméricos.
- Gestión de un servicio WMS/WFS, personalizado para la organización productora.
- Configuración de un visualizador geográfico para los datos, susceptible de ser incrustado en la página web del productor.

Compromisos del productor:

- El productor, es el único responsable de la veracidad, calidad y completitud de los datos.
- Autoriza al Gobierno de La Rioja la utilización de los datos producidos para el desarrollo de sus competencias, sin renuncia a sus derechos de propiedad.
- Compromiso de mantenimiento de los datos en función de su disponibilidad. Derechos de la Comunidad Autónoma de La Rioja:
- Libre acceso al conjunto completo de la información.
- Capacidad de producción de valor añadido conservando sobre este derechos de propiedad.
- Compartición de derechos de publicación, si el productor lo autoriza.

Derechos del Productor:

- Derecho al uso de la aplicación de edición geográfica.
- Uso de un servidor WMS/WFS, figurando en el mismo como proveedor de la información.
- Uso de un visualizador geográfico personalizado para mostrar su información.
- Derecho a establecer los límites y preferencias del servicio.
- Recepción de una copia digital de los datos, cuando lo estime necesario.

El convenio no fija en ningún caso ninguna contraprestación económica, dejando claro en todo momento el respeto a los derechos de propiedad intelectual del productor, no existiendo ningún tipo de renuncia en este sentido.

El convenio se establece sin un plazo determinado, pudiendo ser denunciado en cualquier momento por ambas partes.

### 3. LA BASE DE DATOS GEOGRÁFICA

El Gobierno de la Rioja dispone de una base de datos geográfica de carácter corporativo. Este repositorio almacena la información espacial proveniente de los distintos departamentos de la administración regional, además de los datos de referencia, entre los que cabe destacar la base topográfica regional 1:5.000 y las colecciones ortofotográficas.

En algunos casos, la edición geográfica se realiza desde programas SIG (Sistemas de Información Geográfica), los cuales acceden directamente a la base de datos. Para ello, el repositorio se ha compatibilizado con los sistemas más utilizados.

Para todos aquellos usuarios que no disponen de una aplicación SIG, se ha desarrollado con software libre, una aplicación que permite editar «on line» los datos gráficos y alfanuméricos del repositorio.

La existencia de esta aplicación permite abordar un mantenimiento colaborativo de la información espacial, sin que la ubicación del usuario o el coste económico resulte una barrera.

La fórmula técnica empleada, también permite incorporar un componente geográfico en las aplicaciones de gestión administrativa convencionales, pudiendo implicar así a todos los departamentos de la administración en la producción y mantenimiento de información espacial, y lo que es más importante, la producción geográfica a través de Internet abre la puerta a la colaboración privada en tiempo real, bien a través de mecanismos de contratación externa o mediante acuerdos específicos.

### 4. CARTOGRAFÍA ESPELEOLÓGICA

El Grupo Espeleológico Cameros, con sede en la Comunidad Autónoma de La Rioja (España), ha venido realizando durante los últimos treinta años un inventario detallado de las cavidades existentes en La Rioja.

El trabajo comprende la georreferenciación y la toma de datos de los principales aspectos de cada cavidad, tales como: características geológicas, geomorfológicas y ecológicas, contemplando en algunos casos información de carácter arqueológico.

Complementando este trabajo se ha realizado una cartografía topográfica (Figura 1) de las cavidades más interesantes desde el punto de vista espeleológico. Trabajo muy meritorio, dada la complejidad técnica y la penosidad física que conlleva su ejecución.



Figura 1. Topografía de la Cueva de los 7 lagos (La Rioja)

Los datos han sido publicados parcialmente en soporte papel, en pequeñas tiradas editoriales. Conscientes de la existencia y utilidad de esta información y con la experiencia de un sistema colaborativo de producción geográfica en marcha, El Gobierno de La Rioja ha puesto en marcha una acción pionera para facilitar el acceso a esta información en el ámbito de la IDE, lo que sin lugar a dudas permitirá por otra parte poner en valor el trabajo realizado por el grupo espeleológico, animando así a otros colectivos a abordar experiencias similares.

En el caso particular de las cavidades de La Rioja, la información recopilada tiene un especial interés desde el punto de vista geomorfológico y de protección civil, por lo que con fecha 14 de octubre de 2013, se ha firmado un acuerdo de colaboración entre el Gobierno de La Rioja y el Grupo Espeleológico Cameros, para la integración de dicha información en la Base de Datos IDErioja.

### 5. OPERATORIA: CONFIGURACIÓN

Para poner en marcha el proceso, los servicios técnicos de IDErioja en colaboración con el Grupo Espeleológico, han definido conjuntamente el modelo de datos necesario para almacenar la información que este grupo ha venido recopilando en fichas de campo (Figura 2).

La definición del modelo de datos en una base de datos espacial, supone normalmente el concurso de personal especializado, ya que tanto la creación de las tablas y vistas necesarias como otros aspectos a definir, exige utilizar un lenguaje de base de datos como SQL (Structured Query Language).

En el caso de IDErioja, se ha desarrollado una capa de software que permite definir modelos de datos desde la aplicación web sin necesidad de escribir código, con la particularidad de que la estructura de datos generada puede ser modificada en cualquier momento [2].

Se definen así las tablas de geometrías, sus atributos y dominios de valores, creándose al vuelo las vistas necesarias, las plantillas de visualización y los menús de usuario (Figura 3).

De esta manera en IDErioja, pasar de un modelo teórico a una aplicación de edición geográfica en red, totalmente operativa, solamente requiere de una conexión a Internet y unos escasos minutos de dedicación.

Hecho esto, la aplicación de edición geográfica es funcional y puede entrar en fase de producción.

A continuación se configuran los menús de aplicación y los perfiles de usuario que accederán a los datos, definiendo sus permisos de acceso (Figura 4). Esta tarea se realiza también en Internet desde la propia aplicación.

En el caso que nos ocupa, se configura un usuario con permisos de edición. Con objeto de que cualquier usuario pueda acceder a los datos, se le añade también al usuario «anónimo» la posibilidad de consulta de la tabla.

**FICHA N.º: 131**

NOMBRE: Cueva de Los 7 Lagos  
MUNICIPIO: Aguilar de Rio Alhama  
UNIDAD: Cameros Viejo  
SUBUNIDAD: Cervera de Rio Alhama  
SITUACION: En el lugar conocido como Chunia. Ladera W. de Contrera Leukade  
HOJA: 319  
COORDENADAS: X: Y: U.T.M.: 30T WM 8524793  
TERRENO: Calizas Malm TEMP: HUMEDAD:  
ESPELOMETRIA: H: 134 V: 32,3 TOPOGRAFIA: G. E. Cameros  
LOCALIZACION: Saliendo de Cervera hacia Aguilar se encuentra una explanada junto al río con una caseta de captación de aguas. Seguir a dicha hacia la pared se divisan unas diaclasas que son parte de la cueva  
DESCRIPCION: La cavidad consta de 3 bocas, una de ellas es un pozo de 10 m. Una galería meandriforme conecta a través de un estrecho pozo con otra galería inferior que termina en una sala inundada.  
OBSERVACIONES: 10 m. de cuerda ; 1 anclaje; casco con iluminación; material descenso-ascenso.

Figura 2. Ficha convencional de toma de datos.

The image shows a web browser window displaying a configuration interface. At the top, there are navigation tabs and a search bar. Below, there are several panels and a table. One panel shows 'Usuarios' (Users) with columns for 'Nombre', 'Apellido', 'Email', 'Rol', 'Activo', and 'Fecha de creación'. Another panel shows 'Permisos' (Permissions) with columns for 'Nombre', 'Descripción', 'Acciones', and 'Estado'. The interface is in Spanish and appears to be for managing the IDErioja database.

Figura 3. Paneles de configuración



## 6. OPERATORIA: EDICIÓN

Una vez configurada la cuenta de usuario y el menú de aplicación correspondiente, este, ya puede acceder al repositorio espacial a través de la aplicación web para editar o crear nueva información espacial.

Los atributos de cada registro de la base de datos se presentan organizados en pestañas (Figura 5), lo que permite ordenar visualmente la información.

Para todos los elementos de la base de datos en IDERioja existe una pestaña común de identificación que incluye entre otra información, su geometría. En el caso de las cavidades, existen también otros atributos organizados en las pestañas «Datos generales» y «Datos técnicos», así como algunos atributos conformes con el modelo de la Base Topográfica Armonizada 1:5.000 (BTA) [3], que se incluyen en la pestaña «BTA».

Observando la figura, se comprueba la existencia de otras dos pestañas, también comunes a todos los elementos de la base de datos, que responden al título de «Imágenes» y «Documentos».

El sistema de almacenamiento IDERioja permite asociar individualmente a cada elemento espacial, una colección de imágenes y una colección de documentos de distinto formato. Tanto las imágenes como los documentos asociados pueden estar almacenados en la propia base de datos o bien en cualquier otra ubicación, incluyendo direcciones de Internet.

De esta manera además de los atributos estructurados en el propio modelo de datos, los elementos geográficos se convierten en auténticos nodos de información, relacionando y presentando colecciones de imágenes y de documentos de formato muy variado: ficheros de texto, hojas de cálculo, documentos pdf, páginas web, etc.

Esta información relacionada resulta también accesible a través de los servicios de publicación de mapas WMS (Web Map Service). Para ello las pestañas «Imágenes» y «Documentos» se transforman internamente en dos atributos virtuales, que son presentados al usuario por medio de la función «GetFeatureInfo», para peticiones en formato html, que enlazan con un carrusel de imágenes y con un panel de descargas respectivamente (Figura 6).



Figura 4. Panel de configuración de aplicaciones y usuarios

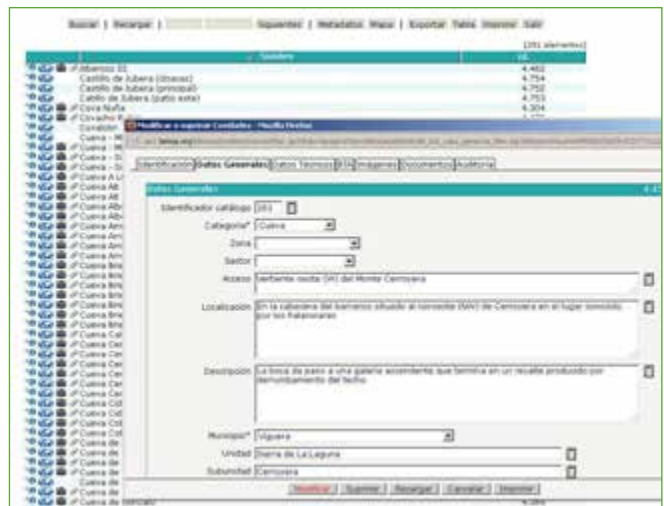


Figura 5. Registro cavidad

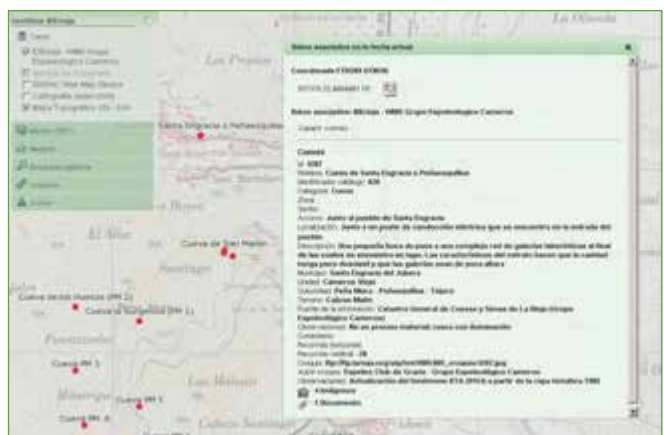


Figura 6. Consulta de atributos físicos y atributos virtuales (Imágenes y Documentos)

La edición geométrica se lleva a cabo a través de un visualizador geográfico desarrollado sobre OpenLayers (Figura 7), que incluye funciones de ayuda a la edición. El control topológico de las geometrías así como la precisión numérica de la información es controlada en todos los casos por las librerías espaciales de la propia base de datos. Se asegura de esta manera la coherencia interna de la información independientemente de la herramienta de edición gráfica utilizada.

Una vez cargada la información, el sistema permite fácilmente la localización de uno o varios registros de acuerdo con el contenido de sus atributos o siguiendo criterios espaciales, la exportación de la base de datos a formato de hoja de cálculo y la visualización geográfica de los registros seleccionados, entre otras funcionalidades.

### 7. OPERATORIA: PUBLICACIÓN

La configuración de los servicios de publicación WMS/WFS (Web Map Service/Web Feature Service) se realiza desde internet a través de la aplicación, de forma similar a la operatoria utilizada anteriormente para la creación del modelo de datos, la configuración de usuarios y menús de aplicación y la edición gráfica y alfanumérica.

Para dar forma al servicio se definen a través de la aplicación, en un entorno especialmente diseñado (Figura 8), los parámetros generales del servicio.

Entre los elementos que se generan en el proceso de definición del modelo de datos, comentado anteriormente, se encuentra una vista especialmente diseñada para su utilización por el servicio WMS/WFS, que tiene la particularidad de mostrar decodificados los atributos tipo lista.

Esta «vista especial», permite definir los atributos que se añadirán a las geometrías, junto con los sistemas de coordenadas, escalas y formatos, generándose finalmente de forma automática el fichero de configuración (map), que define los servicios.

En este punto el servicio WMS ya se encuentra totalmente operativo y puede formar parte como tal del catálogo de servicios de la IDEE.

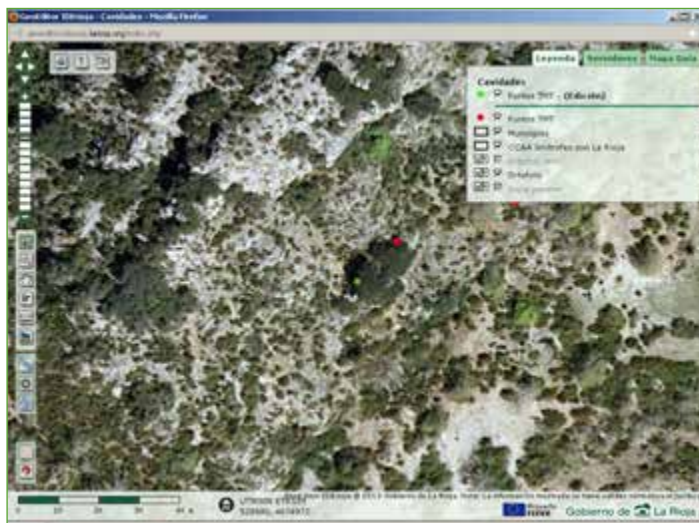


Figura 7. Editor geográfico «on line»

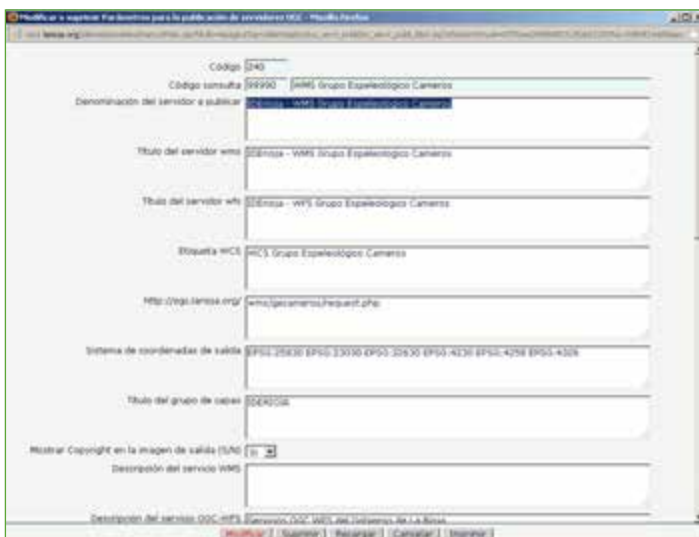


Figura 8. Configuración de servicios WMS/WFS



Figura 9. visualizador geográfico personalizado



## 8. OPERATORIA: VISUALIZACIÓN DE DATOS GEOGRÁFICOS

Aunque la visualización de los datos geográficos se puede realizar por medio de cualquier herramienta compatible con los servicios WMS, el Geovisor IDerioja (<http://www.iderioja.larioja.org/geovisor/>) ofrece la posibilidad de configurar una respuesta personalizada (Figura9) y generar un enlace que permite llamar al visualizador desde cualquier página web, red social o documento digital: <http://bit.ly/16H2Ez7>

## 9. CONCLUSIONES

El Gobierno de La Rioja ha diseñado y tiene en producción una aplicación para el mantenimiento «on line» de su base de datos espacial, que permite la participación colaborativa de cualquier productor de información geográfica, sea este un departamento de la propia administración o un colaborador externo.

Por otra parte, el Geovisor IDerioja permite mostrar la información espacial junto con sus atributos asociados en el propio entorno web del productor, pudiéndose adaptar su respuesta.

De esta manera, las organizaciones privadas potencialmente generadoras de información geográfica que por razones de dimensión o presupuesto no contaban con un entorno de producción ni de publicación, pueden producir, almacenar y distribuir información geográfica de forma totalmente compatible y abierta.

Es importante destacar que todas las aplicaciones están desarrolladas con software libre y funcionan en red, no requieren de ninguna instalación adicional y su uso no supone un coste específico para las partes.

Esta posibilidad técnica abre la puerta al establecimiento de convenios de colaboración con distintos colectivos para la recopilación y publicación de su información geográfica en el marco de la IDE.

Iniciativas como ésta, son especialmente estratégicas en coyunturas económicas restrictivas en las que es necesario poner en marcha estrategias orientadas al máximo aprovechamiento de los recursos y de la información.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Unión Europea (2007). Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (Inspire). // Diario Oficial de la Unión Europea. L108 (25-4-2007) 1-14
- [2] Corredor, R., López, G.: La infraestructura de datos espaciales del Gobierno de La Rioja (IDerioja): paradigma de una IDE. In: Scire: Representación y organización del conocimiento. ISSN: 1135-3716 Vol.19, N.1 (2013) 41-49
- [3] Comisión Especializada de Normas Geográficas: Base Topográfica Armonizada. <http://www.csg-cnc.es/web/cncontent/bta.html>





# **StereoWebMap: un catálogo de productos y servicios para las IDE**

## **Vuelos fotogramétricos, estereoscopia y catálogos de fotogramas a través de Internet**

(\*) CONRADO SÁNCHEZ LÓPEZ y LUIS CARLOS FERNÁNDEZ GARCÍA

---

### **Resumen**

Desde hace algunos años, Sigrid S.L. viene desarrollando su Proyecto StereoWebMap, que surgió con la idea de suministrar los datos procedentes de vuelos fotogramétricos a través de Internet. La principal innovación tecnológica producida por Sigrid S.L. en el marco de este proyecto, es su servidor de mapas online StereoWebServer. Los avances en este servidor, capaz de proporcionar servicios WMS con diversos estilos y parámetros, han generado todo un catálogo de productos y servicios cartográficos online.

En la presente ponencia, se recogen los principales servicios y novedades que Sigrid S.L. pone a disposición de las IDE:

- Publicación de los datos procedentes de los vuelos fotogramétricos, mostrando sus correspondientes vistas estereoscópicas y ortofotografías.
- La actualización del servicio WMS del PNOA máxima actualidad de acuerdo a las directrices de la Directiva Inspire.
- La generación de imágenes s3D basadas en la estereoscopia sintética. Iberpix 3D.
- La creación de catálogos (online y georreferenciados) de fotogramas originales procedentes tanto de vuelos fotogramétricos actuales como históricos, y de cartografía histórica. Fototeca Virtual del CNIG.

### **Palabras clave**

StereoWebMap, PNOA, Inspire, WMS, Fototeca

---

## **1. INTRODUCCIÓN: SIGRID S.L.**

Sigrid S.L. [1] es una compañía que presta sus servicios cartográficos e informáticos desde 1995, orientándose a la producción y difusión a través de Internet de cartografía digital de calidad. Su sede central está en Tres Cantos (Madrid). Recientemente, se ha registrado en la página web de *smeSpire* [2].

A fin de actualizar al máximo sus productos y servicios, en Sigrid S.L. se cuidan los avances en I+D+i en las tecnologías de producción y visualización de cartografía digital. En este sentido, uno de los proyectos más importantes llevados a cabo es StereoWebMap [3], que se constituye como un amplio catálogo de productos y servicios asimilables por cualquier Infraestructura de Datos Espaciales.

---

(\*) DSigrid S.L.:  
conrado@sigrid.es (Director), luiscarlos@sigrid.es (Colaborador)

## 2. STEREOWEBMAP Y STEREOWEBSERVER

El Proyecto StereoWebMap surgió con la idea de suministrar los datos procedentes de los vuelos fotogramétricos a través de Internet, además de los habituales mapas 2D ráster y vector proporcionados por otros servidores. Para lograr este objetivo, fue necesario crear la principal innovación tecnológica producida por Sigrid S.L., que es su servidor de mapas online denominado StereoWebServer, el cual sigue aún en continuo desarrollo.

Este servidor emplea el estándar Web Map Service (WMS) del Open Geospatial Consortium (OGC®) [4] en sus versiones 1.1.x y 1.3.0 y ha sido desarrollado empleando los parámetros marcados por la ISO 19128. A continuación se muestra un ejemplo de petición GetMap a un servicio WMS derivado de StereoWebServer, en el que se muestra un vuelo fotogramétrico como imagen anaglifo:



*Figura 1. Resultado de la petición GetMap a un servicio WMS creado con StereoWebServer.*

A fin de poder suministrar valores añadidos a través de Internet, como son el proporcionar las imágenes estereoscópicas en modo estéreo real o los fotogramas originales de los vuelos fotogramétricos, ha sido necesario introducir algunos cambios principalmente en los estilos de los WMS, así como implementar nuevos parámetros específicos para estos servicios.

Entre las capacidades de StereoWebServer destacan:

- El manejo de una cantidad ilimitada de datos fuente, tanto ráster como vector.
- La adaptación a la mayoría de los Sistemas de Referencia (CRS) empleados en todo el mundo con la incorporación de las librerías GDAL y PROJ.4.
- Los datos pueden ser servidos en su CRS original o en cualquier otro, sin un error mayor que un píxel.
- La difusión de imágenes empleando múltiples estilos de visualización:
  - 2D como ortofotografía «al vuelo». La ortorrectificación de los fotogramas se realiza de forma instantánea, bien usando solamente los datos de orientación obtenidos directamente del GPS / INS del avión (permite publicar el vuelo a los pocos días de realizado); o bien con los datos completos una vez calculada la aerotriangulación, (permite obtener una ortorrectificación de mayor calidad).



- s3D en modo anaglifo. Permite al servidor estar adaptado al estándar WMS por lo que las imágenes 3D pueden ser mostradas en cualquier cliente WMS.
  - s3D en modo estéreo real. Las dobles imágenes necesarias para poder ofrecer este modo de visualización no están descritas en el estándar WMS, por lo que ha sido necesario desarrollar clientes WMS específicos basados en la tecnología OpenGL. Empleándolos, se consigue una visualización 3D de mucha mayor calidad, siempre que se disponga del hardware adecuado.
- La posibilidad de manejar los datos procedentes de los vuelos fotogramétricos (fotogramas y orientaciones). Más adelante se desarrolla a fondo esta capacidad.
- La generación de imágenes estereoscópicas sintéticas empleando imágenes 2D y Modelos Digitales del Terreno. En las siguientes páginas se profundizará en este aspecto.
- La creación de catálogos de fotogramas originales (fototecas) tanto de vuelos fotogramétricos actuales como históricos, y de cartografía histórica. También será desarrollado en los siguientes epígrafes.

Las ventajas que presenta StereoWebServer respecto a otros servidores de mapas son las siguientes:

- Coste: una vez que los fotogramas han sido digitalizados y aerotriangulados, ponerlos a disposición de los usuarios a través de Internet es un paso sencillo y barato. Además, se logra su reutilización ya que en muchas ocasiones éstos son simplemente almacenados sin obtener ningún producto de ellos.
- Inmediatez: con los modernos sistemas GPS / INS empleados en los vuelos fotogramétricos actuales, los datos pueden estar disponibles para su uso (por ejemplo en forma de ortofotografía producida mediante ortorrectificación al vuelo) sólo unos pocos días después de realizado el vuelo.
- Estereoscopia: pueden componerse pares estereoscópicos así como producir imágenes estereoscópicas sintéticas para cualquier escala de trabajo, con los que observar el territorio de forma continua en 3D, lo que proporciona un gran valor a la fotointerpretación.
- Precisión: debido a que se emplean datos y técnicas de la Fotogrametría, los productos derivados ofrecen su mismo rigor métrico por lo que pueden ser empleados incluso en restitución.

Todas estas posibles aplicaciones y ventajas de StereoWebServer, han propiciado que se haya creado el citado catálogo de productos y servicios StereoWebMap, que está compuesto por:

- Servicios WMS: debido a su amplio rango de utilidades, los servicios WMS derivados de StereoWebServer han sido reconocidos y asimilados por diversas Infraestructuras de Datos Espaciales desarrolladas en España al amparo de la Directiva INSPIRE, entre las que cabe citar:
  - Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE): <http://www.idee.es>
  - Infraestructura de Dades Espacials de Catalunya: <http://www.geoportal-idec.cat/geoportal/cas/index.jsp>
  - Infraestructura de Datos Espaciales de Referencia de la Región de Murcia (IDERM): <http://cartomur.mida.es/>

Actualmente están en activo numerosos servicios WMS proporcionados usando la tecnología de StereoWebServer:

TABLA 1:  
*Servicios WMS proporcionados con StereoWebServer*

Nombre del servicio WMS	URL
 <b>StereoWebMap</b>	<a href="http://www.stereowebmap.com/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?">http://www.stereowebmap.com/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?</a>
 <b>ItaCyL</b>	<a href="http://orto.wms.itacyl.es/Server/SgdWms.dll/WMS?">http://orto.wms.itacyl.es/Server/SgdWms.dll/WMS?</a>

Nombre del servicio WMS		URL
	<b>País Vasco</b>	<a href="http://euskadi.sigrid.es/SgdWms/SgdWmsEuskadi.dll/WMS?">http://euskadi.sigrid.es/SgdWms/SgdWmsEuskadi.dll/WMS?</a>
	<b>CartoMur</b>	<a href="http://cartomur.imida.es/SgdWms/SgdWms_cartomur.dll/WMS?">http://cartomur.imida.es/SgdWms/SgdWms_cartomur.dll/WMS?</a>
	<b>OrtoXpres</b>	<a href="http://www.ortoxpres.cat/Server/SgdWms.dll/WMS?">http://www.ortoxpres.cat/Server/SgdWms.dll/WMS?</a>
	<b>Madrid</b>	<a href="http://madrid.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?">http://madrid.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?</a>
	<b>Galicia</b>	<a href="http://galicia.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?">http://galicia.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?</a>
	<b>Andalucía</b>	<a href="http://andalucia.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?">http://andalucia.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?</a>
	<b>Cantabria</b>	<a href="http://cantabria.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?">http://cantabria.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?</a>
	<b>Castilla La Mancha</b>	<a href="http://jccm.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?">http://jccm.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?</a>
	<b>Baleares</b>	<a href="http://balears.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?">http://balears.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?</a>
	<b>Comunidad Valenciana</b>	<a href="http://icv.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?">http://icv.sigrid.es/SgdWms/SgdWms.dll/WMS?</a>
	<b>PNOA WMS</b>	<a href="http://www.ign.es/wms-inspire/pnoa-ma?">http://www.ign.es/wms-inspire/pnoa-ma?</a>
	<b>PNOA</b>	WMTS <a href="http://www.ign.es/wmts/pnoa-ma?">http://www.ign.es/wmts/pnoa-ma?</a>
	<b>IBERPIX 3D</b>	<a href="http://www.ign.es/3d-stereo/wms/3d-stereo.dll?">http://www.ign.es/3d-stereo/wms/3d-stereo.dll?</a>
	<b>FOTOTECA VIRTUAL</b>	<a href="http://fototeca.cnig.es/wms/fototeca.dll?">http://fototeca.cnig.es/wms/fototeca.dll?</a>

- Clientes WMS: se trata de desarrollos informáticos capaces de hacer peticiones a los servicios WMS, recibiendo y mostrando los resultados. Pueden ser de varios tipos:
  - Clientes ligeros (geoportales).
  - Clientes pesados basados en OpenGL (SigridMap, StereoWebViewer y StereoWebEditor). Tienen la capacidad de interpretar las dobles imágenes en modo estéreo real.
  - Aplicaciones para dispositivos móviles con sistema operativo Android® (StereoWebMini).
- Otros servicios:
  - Imágenes 3D estereoscópicas para pósters y presentaciones.
  - Vídeos aéreos 3D.

### 3. VUELOS FOTOGRAMÉTRICOS

Como se indicó anteriormente, StereoWebMap nació con la intención de publicar los vuelos fotogramétricos a través de Internet, empleando para ello sus fotogramas, orientaciones y la calibración de la cámara utilizada en el vuelo. De esta manera, el servidor StereoWebServer es el único en el mundo capaz de proveer al usuario con todas las capacidades de dichos vuelos: vistas estereoscópicas mediante pares de fotogramas y ortofotografías

producidas de forma instantánea (ortorrectificación al vuelo), todo ello con la precisión inherente a este tipo de fuentes de datos, lo que podría permitir su empleo en restitución.

El esquema del flujo de trabajo con los datos de los vuelos fotogramétricos puede observarse en la siguiente Figura:

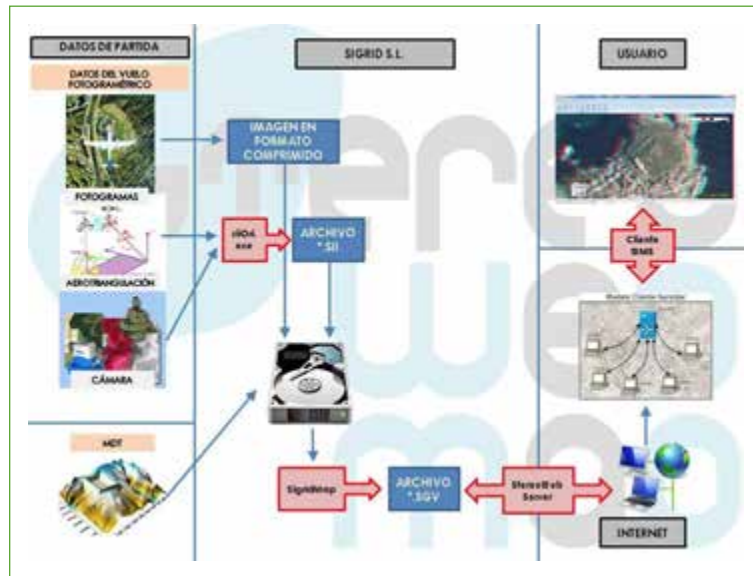


Figura 2. Esquema del flujo de trabajo.

A fin de aprovechar la potencialidad estereoscópica que proporcionan los pares de fotografías de los vuelos fotogramétricos, y basándonos en el principio de la estereoscopia, es necesario enviar a través de Internet una imagen para ser vista con el ojo derecho (tomada de un fotograma) y otra para verla con el ojo izquierdo (tomada de otro fotograma). De esta manera, cuando se hace zoom sobre una zona de interés, la aplicación selecciona el par de fotografías más cercanos al área buscada, creando un par estereoscópico automáticamente mediante la extracción del área de recubrimiento correspondiente a cada fotografía.

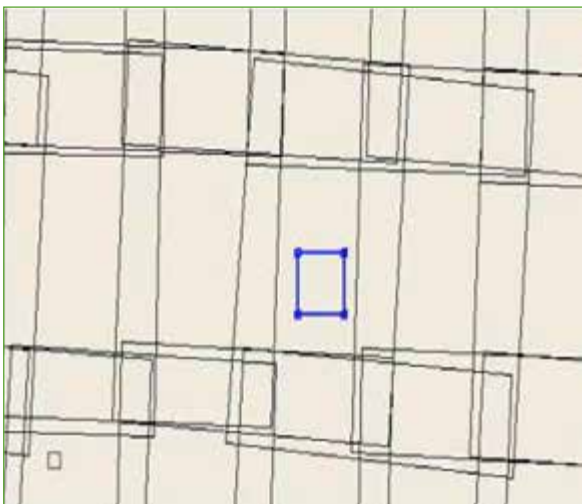


Figura 3. Anaglifo creado empleando el par de fotografías que cubren la zona de interés

### PLAN NACIONAL DE ORTOFOTOGRAFÍA AÉREA Y CUMPLIMIENTO INSPIRE

Una de las novedades más recientes de Sigrid S.L. es la colaboración con el Instituto Geográfico Nacional de España (IGN) en la actualización del servicio WMS de las ortofotografías de máxima actualidad del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA MA), adecuándolo a las directrices de la Directiva Inspire.



Figura 4. PNOA

Este nuevo servicio, que ya está en el nodo IDE del IGN, es fruto de la evolución del servicio WMS del PNOA MA (URL: <http://www.idee.es/wms/PNOA/PNOA>), que lleva publicando desde el año 2008 las ortofotografías del proyecto PNOA empleando el servidor de Sigrid S.L., y que dejará de estar operativo el 1 de abril de 2014.

De esta manera se ha activado recientemente la versión Inspire del Servicio Web de Mapas (WMS - Inspire) de ortofotografías de máxima actualidad (PNOA-MA) con la URL de conexión que figura en la Tabla Nº 1.

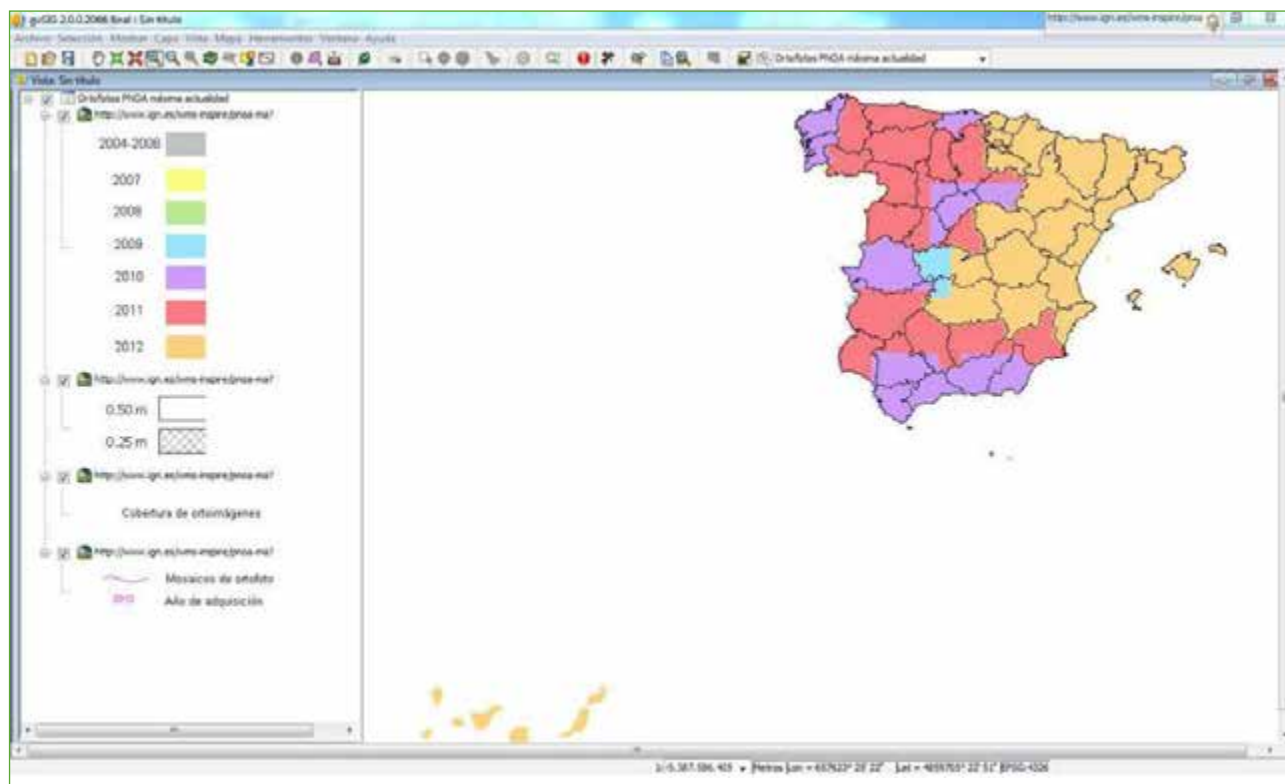


Figura 5. Conexión al nuevo WMS PNOA MA empleando gvSIG.



Las características del nuevo servicio WMS son las siguientes:

- Servicio de visualización WMS 1.3.0 conforme al perfil Inspire de ISO 19128:2005 Geographic Information - Web Map Server Interface.
- Consta de las siguientes 4 capas, cumpliendo con la especificación de datos sobre Ortoimágenes de Inspire:
  - OI.MosaicElement: nueva capa que informa sobre los años de adquisición de las ortofotos, según el estilo definido por Inspire. El nombre de la capa es Mosaicos.
  - OI.OrthoimageCoverage: coincide con la capa PNOA del servicio inicial, pasando a denominarse ahora Cobertura de ortoimágenes. Se ha cambiado el Name y el Title de la capa para adaptarse a Inspire, pero sigue mostrando las imágenes de satélite Spot© para las escalas menores a 1 : 70.000 y la cobertura del PNOA de máxima actualidad para las escalas mayores. Es una capa consultable que ofrece en una tabla la fecha de vuelo (en formato AÑO - MES) y la resolución de la ortofotografía.
  - Además, mantiene las capas Fechas y Resoluciones, que ya se incluían en la versión anterior del WMS, y que representan gráficamente la distribución de los años de vuelo y la resolución (25 - 50 cm) mediante un mapa de coropletas y un mapa de tramas, respectivamente.
- Amplia los sistemas de referencia que se ofrecen, incluyendo la proyección Pseudo - Mercator (EPSG:3857).
- Soporta multilingüismo, mediante el parámetro LANGUAGE=eng.

Para la adaptación del servidor StereoWebServer a la Directiva Inspire se ha empleado la siguiente documentación:

1. Guía técnica para la implementación de servicios de visualización Inspire (Technical Guidance for the implementation of Inspire View Services. Version 3.11).
2. Guía técnica de implementación de metadatos Inspire (INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119).

La directiva Inspire mantiene el estándar WMS en la especificación 1.3.0 con lo cual la mayoría del trabajo de adaptación ha sido el Multilingüismo (no contemplado en WMS) y los metadatos del servicio requeridos. Una vez finalizado este trabajo, se ha comprobado el cumplimiento de la Directiva Inspire para servidores WMS utilizando la aplicación de test facilitada desde el propio geoportal de Inspire: <http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/validator/>

#### 4. ESTEREOCOPIA SINTÉTICA

La técnica de la estereoscopia sintética consiste en generar vistas estereoscópicas empleando para ello una imagen 2D (satélite, ortofotografía, mapa topográfico...) y el Modelo Digital del Terreno (MDT) que subyace a dicha imagen [5].

Con el objetivo de generar vistas estereoscópicas sintéticas, se aplica un procedimiento inverso a la ortorrectificación, habitual en Fotogrametría. A partir de una sola imagen bidimensional se obtiene el par de imágenes que conforman el par estereoscópico con su correspondiente paralaje, calculado en función de la información altimétrica del MDT.

Se generan así dos perspectivas (dos nuevas imágenes) tomadas desde dos puntos de vista diferentes, aplicando las fórmulas de la proyección cónica y de la rectificación diferencial. El objetivo de la rectificación inversa es calcular los nuevos valores digitales correspondientes a cada imagen del par estereoscópico a partir de la información contenida en la matriz del MDT, utilizando para la determinación de la correspondencia de puntos fotografía - terreno las ecuaciones de colinealidad.

Estas dos nuevas imágenes creadas artificialmente a partir de la imagen 2D y el MDT son las que componen el par estereoscópico sintético, que es servido a través de Internet de la misma manera que los pares procedentes de los vuelos fotogramétricos.



Figura 6. Imagen estereoscópica sintética con imagen LANDSAT© de la Sierra de Aitana (C. Valenciana).

La utilidad de este tipo de estereoscopia se pone de manifiesto cuando se trabaja con escalas pequeñas o si se requiere observar grandes porciones del territorio en modo estereoscópico, como sucede en la Geología y Geomorfología fundamentalmente. También es fundamental para observar ortoimágenes de satélite en 3D y cuando no se disponga de recubrimiento estereoscópico a través de los fotogramas contiguos del vuelo fotogramétrico.

Adicionalmente, y a fin de aumentar las capacidades del servidor, se ha introducido un parámetro a la petición WMS mediante el cual es posible controlar el realce artificial del relieve mediante la exageración estereoscópica [6].

En España puede disfrutarse de este servicio gracias a la colaboración entre Sigrid S.L. y el Instituto Geográfico Nacional, que ha permitido desarrollar el visor Iberpix 3D (<http://www.ign.es/3d-stereo/index.html>). Al visor le acompaña el servicio WMS referido en la Tabla N° 1. Además, puede accederse mediante los software StereoWebViewer, StereoWebEditor o StereoWebmini.

## 5. CATÁLOGOS DE FOTOGRAMAS: FOTOTECAS

Gracias a los desarrollos realizados sobre StereoWebServer y los estilos y parámetros de las peticiones WMS, Sigrid S.L. es capaz de generar también catálogos online de fotogramas originales procedentes tanto de vuelos fotogramétricos actuales como históricos (fototecas), así como repositorios georreferenciados de cartografía histórica. Su diferenciación respecto a otras iniciativas de este tipo como Old Maps Online [7] radica en que es capaz de mostrar al usuario una vista previa georreferenciada e incluso adaptada al terreno mediante una ortorrectificación, del documento que va a descargar.

Esta potencialidad ha sido aprovechada por el Centro Nacional de Información Geográfica en su recientemente creada Fototeca Virtual [8]. Con ella se pretende proporcionar a través de Internet los fotogramas originales de diversos vuelos fotogramétricos históricos realizados a lo largo del tiempo sobre territorio español. Se trata de un visor web que permite acceder a los fotogramas originales digitalizados de diversos vuelos fotogramétricos de carácter histórico. Su acceso se realiza a través de: <http://fototeca.cnig.es/>





Figura 7. Fototeca Virtual mostrando imagen de la Plaza de Castilla (Madrid) en el vuelo americano.

La Fototeca permite al usuario:

- Visualizar los fotogramas (función de consulta) de los siguientes vuelos fotogramétricos:
  - Vuelo Ruiz de Alda (1929 – 1930).
  - Vuelo Americano (1956 – 1957).
  - Vuelo Interministerial IRYDA (1973 – 1986).
  - Vuelo Nacional (1980 – 1986).
  - Vuelo de Costas (1989 – 1991).
- Imprimir parte o la totalidad de cada fotograma en formato \*.pdf.
- Solicitar productos certificados a partir de los fotogramas originales, es decir, copias compulsadas en papel (servicio con coste).
- Realizar una ortorrectificación al vuelo de los fotogramas, de forma aproximada dado que no se dispone de los datos de orientaciones ni de los Modelos Digitales del Terreno de la época, mediante la herramienta Adaptar fotograma al terreno.
- Acceder a través de su propio servicio WMS mostrado en la Tabla N° 1.

La observación de vuelos fotogramétricos históricos permite observar la evolución de los usos del suelo y los cambios del territorio, con múltiples enfoques:

- Medioambiental: observar los cambios en el límite entre las áreas forestales y las cultivadas, degradación de los espacios naturales, desecamiento de áreas húmedas...
- Urbanismo: en España, la expansión descontrolada del urbanismo en determinadas décadas es una cuestión de gran interés, sobre todo en las zonas costeras.
- Catastral: análisis de los cambios en los límites parcelarios.
- Nuevas infraestructuras: el desarrollo económico ha permitido la creación de nuevas infraestructuras viarias, ferroviarias, embalses...que sin duda modifican la fisonomía del territorio.

Además, Sigrid S.L. ofrece también la posibilidad de aerotriangular los vuelos fotogramétricos históricos obteniendo así sus parámetros de orientación interna y externa. Con ellos es posible ya realizar mediciones directas so-

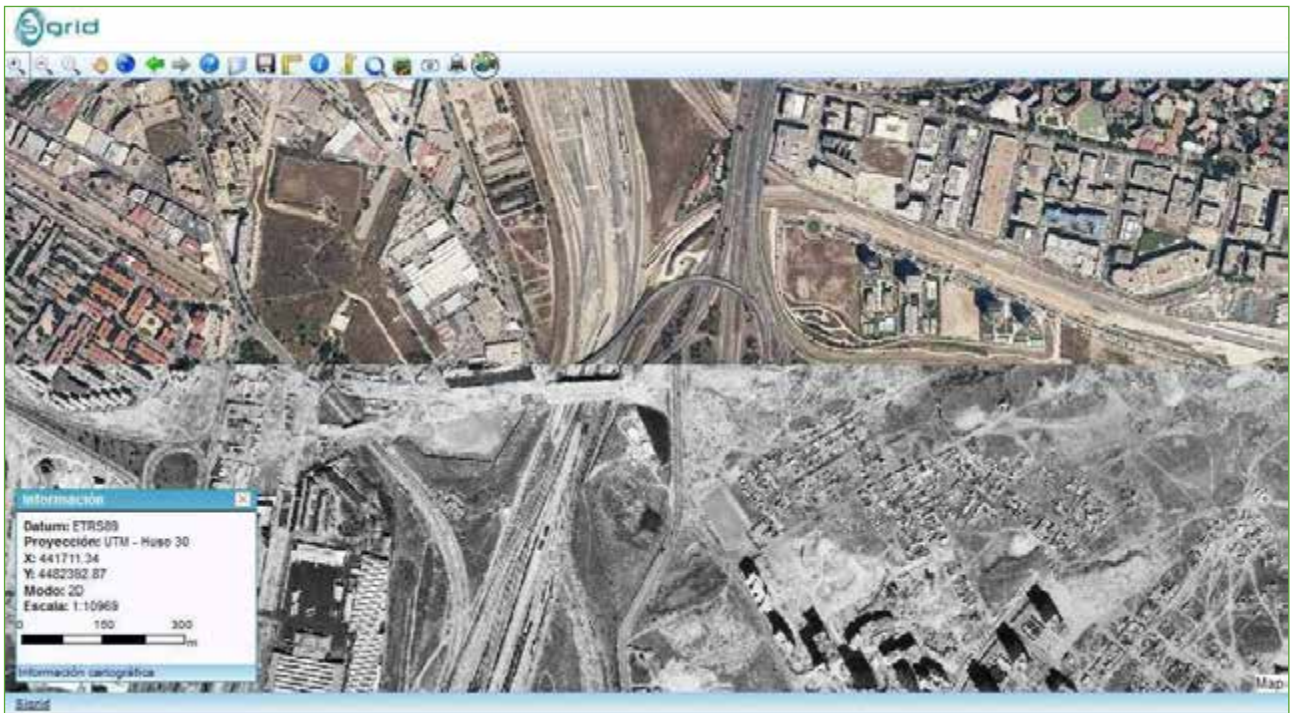


Figura 8. Nudo de Manoteras (Madrid): comparativa vuelo 1972 – PNOA actual.

bre la imagen como si fuera un plano, además de poder compararla óptimamente con otras ortofotografías o cartografía existentes. A fin de demostrar estas capacidades, se ha desarrollado el visor: <http://pruebas4.sigrid.es/>

El cual sigue la misma filosofía que la Fototeca Virtual incluyendo vuelos fotogramétricos históricos aerotriangulados parcialmente, así como nuevas herramientas que facilitan el manejo de cada uno de los fotogramas.

## 6. REFERENCIAS

- [1] Web de Sigrid S.L., <http://www.sigrid.es/es/home.php>
- [2] Web de smeSpire, [www.smespire.eu/](http://www.smespire.eu/)
- [3] Web de StereoWebMap, <http://www.stereowebmap.com/es/index.php>
- [4] Estándar Web Map Service de la OGC®, <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>
- [5] Fernández García, Luis Carlos: Estereoscopia sintética. Revista Catalana de Geografía, IV época / volumen XVIII / núm. 47 <http://www.rcg.cat/articles.php?id=281> (2013)
- [6] <http://blog.sigrid.es/?p=1583>
- [7] Old Maps Online, <http://www.oldmapsonline.org/>
- [8] Fototeca Virtual del Centro Nacional de Información Geográfica, <http://fototeca.cnig.es/>

## **Estrategias para usos comerciales**

### **Lo que un comprador de UAV siempre debió saber pero que nadie le contó.**

(\*) RODRIGO VALDIVIESO

---

#### **Resúmen**

La decisión sobre la necesidad de invertir en un UAV no es muy sencilla, cuando menos, su dificultad es directamente proporcional al coste del equipo.

En esta ponencia se aporta al futuro comprador/operador de UAV información sobre aspectos básicos a considerar a la hora de comparar entre distintos UAVs para optimizar lo más posible su explotación.

#### **Palabras clave**

UAV, RPAS, Elimco , inspección aérea, topografía, .

---

## **1. TIPOS Y DEFINICIONES GENERALES DE UAV DE APLICACIÓN CIVIL**

El motivo por el cual los UAV son en general aéreos es doble:

El primero y más obvio es por la rapidez que supone desplazarse por el aire ya que es un medio poco denso y la línea recta para el desplazamiento está casi siempre disponible-

El segundo motivo es porque un UAV consiste el 90% de las veces en un sensor aerotransportado.

Lo habitual es que el UAV sirva para arrastrar o pasear una cámara de video o de imagen fija por el aire para recoger datos del terreno por el simple motivo que en el suelo es donde se desarrolla la mayor parte de la actividad humana y es por ello una zona de gran interés para el humano.

Al colocar un sensor en el aire la porción de área relevante que se recoge llega al 100% de la imagen y en un formato muy disponible para su análisis.

## **2. LO QUE UN COMPRADOR DE UAV DEBE SABER**

Un UAV es fundamentalmente una herramienta.

Además es una herramienta que hay que escoger con cuidado para que se adapte al trabajo que deseamos realizar.

---

(\*) ELIMCO – UAS:  
rodrigo.valdivieso@elimco.com

Al igual que cuando escogemos un destornillador siguiendo un criterio y un proceso racional, debemos aplicar los criterios y procesos adecuados para escoger un UAV.

Equivocarnos al escoger un UAV significa pérdida de tiempo y de dinero.

Acertar al escoger un UAV significa completar un trabajo en condiciones ventajosas

### 3. ESTRATEGIAS DE COMERCIALIZACIÓN DE UAVS Y DE SUS SERVICIOS

Un UAV industrial es una herramienta de gran capacidad de trabajo.

Esta gran capacidad debe traducirse fundamentalmente en llevar a cabo en grado máximo y de la forma más eficiente, las características por las cuales se ha escogido el UAV industrial para recogida de datos o entrega de cargas o datos.

Al igual que una embotelladora industrial, lo que se busca en un UAV industrial es que esté realizando su actividad, (por ejemplo la de recogida de datos) sin detenerse un instante y durante la mayor cantidad de tiempo seguida que pueda.

Por este motivo es fundamental que el UAV industrial tenga un alto grado de autonomía o mejor dicho un gran tiempo de vuelo.

El UAV debe ser una herramienta rápida.

Debe ser capaz de llevar a cabo su misión lo más rápidamente posible para permitir realizar la mayor cantidad de trabajo posible en la unidad de tiempo o para permitir que el objeto de estudio no sea paralizado demasiado tiempo durante la recogida de datos o entrega de cargas.

El UAV debe ser una herramienta que satisfaga de una manera rentable su trabajo. Es decir, debe aportar alguna ventaja clara de costes al producto final.

El UAV debe ser una herramienta de gran precisión y calidad. Es decir, el trabajo que realice lo debe prestar aportando precisión y calidad de forma que esto también se note en el resultado del producto final.

### 4. CONCLUSIÓN

Los UAVs serán algo común y habitual en nuestra vida diaria. De la misma manera que hoy en día estamos acostumbrados a ver o escuchar aviones de línea sobrevolándonos, mañana será habitual que además estén acompañados de UAVs.

Las aplicaciones de UAVs se irán asentando y definiendo. Algunas de ellas morirán por no ser rentables pero otras se fortalecerán y otras nacerán. Lo que es seguro es que si se hace el uso esperable de estas herramientas, nos mejore la calidad de vida en muchos aspectos.

- Un UAV debe ser una herramienta más económica y/o debe aportar más ventajas frente a otras soluciones existentes.
- Un UAV debe ser una herramienta especializada. Debe aportar una solución clara.
- Un UAV sobre todo... debe ser rentable.

## Gestión estratégica de proyectos de catastro

(\*) DURÁN IGNACIO GIL GASPAR

---

### Resumen

En numerosas ocasiones los responsables de catastro de España y Latinoamérica se encuentran con la necesidad de abordar proyectos de implantación o reforma que afectan en profundidad a sus instituciones. Sin embargo, en algunas situaciones estos proyectos se diseñan desde visiones incompletas de los compromisos que una oficina del catastro debe atender, o se implantan sin considerar que el esfuerzo desarrollado podría haber generado unos resultados mucho más satisfactorios si se hubiera planificado la operación de distinta forma.

El objeto de esta presentación consiste en reflexionar sobre la metodología necesaria para realizar una adecuada integración de las distintas soluciones existentes en el mercado, con el fin de seleccionar entre ellas aquellas que van a permitir obtener los mejores resultados posibles, en un entorno de máxima eficiencia.

IECISA ha desarrollado y está desarrollando importantes proyectos de catastro, incluyendo el de la ciudad de México, probablemente el mayor ejemplo de implantación de un nuevo catastro urbano realizado en el mundo en los últimos años. Esta experiencia ha permitido crear una metodología propia que integra desde acuerdos con los principales suministradores de tecnología, hasta la aplicación de modelos de software libre basados en las soluciones de mayor éxito. Asimismo, combina los procesos tradicionales (vuelo, trabajo de campo, etc.) con nuevas herramientas que agregan mayor valor a la operación, como los modelos específicos de valoración catastral, o los procesos de «limpieza de datos», que recuperan mediante el adecuado tratamiento los datos preexistentes, auténticos «diamantes en bruto» que solo necesitan ser pulidos.

El resultado final, y esta es la característica principal de la solución desarrollada por IECISA, tiene que ser evaluable en cifras concretas. Allí donde el catastro se utiliza para la recaudación del impuesto predial (o impuesto sobre bienes inmuebles), el resultado de un proyecto de modernización de catastro tiene que suponer una mejora sustantiva en la recaudación. Es decir, el proyecto debe de autofinanciarse mediante el incremento de ingresos, obtenidos combinando la actualización de la base de datos y la reforma de los modelos de valoración aplicados.

En definitiva, en esta presentación se explica en detalle la metodología seguida para lograr este resultado, a partir de la explicación de los modelos reales ya implantados con éxito en distintos escenarios, sin olvidar el valor de los sistemas catastrales como base de las distintas Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE) que se están elaborando en Latinoamérica, a partir de la Oficina Virtual del Catastro, herramienta que es una parte fundamental de la solución, y sobre la que se posibilita la interoperabilidad de la información catastral con otros SIG, tanto públicos como privados.

---

---

(\*) Informática El Corte Inglés:



## Líneas de Trabajo INSPIRE en el Grupo Tragsa

RAMÓN BAIGET, M<sup>a</sup> CLARA ALONSO

---

### Resumen

Desde hace 35 años, el Grupo Tragsa trabaja para favorecer el desarrollo sostenible del medio rural y marino, con proyectos muy estrechamente vinculados al territorio, que cuidan el medio ambiente y mejoran la calidad de vida de las personas.

Tragsa, empresa matriz del Grupo, con presencia e implantación en toda la geografía nacional, dispone de medios humanos cualificados, maquinaria pesada, auxiliar, elementos de transporte, vehículos de obra, y tecnología propia para realizar todo tipo de trabajos en materia de desarrollo del medio rural y conservación de la naturaleza, así como para dar respuesta inmediata en la prestación de servicios de emergencia, originados por catástrofes naturales o accidentes climáticos.

Tragsatec, constituida en 1989 como empresa filial de la matriz Tragsa, realiza actividades de ingeniería, consultoría y asistencia técnica en materia agrícola, forestal, de desarrollo rural, de medioambiente y de medio marino, tanto en estudios y proyectos como en servicios técnicos.

En los albores de la utilización de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) en España, el Grupo Tragsa ya empezó a trabajar con software especializado dando servicio a la Administración con incorporaciones masivas de información geográfica digital en los bancos de datos públicos; ejemplo de ello han sido el Mapa de Cultivos y Aprovechamientos, Mapa Forestal de España e Inventario Forestal Nacional, SIGPAC y una larga lista de capas nacionales y autonómicas que actualmente entran de lleno en los contenidos temáticos de los tres Anexos de INSPIRE y LISIGE. Paralelamente, se han ido preparando aplicaciones de consulta geográfica siempre muy adaptadas a las necesidades de cada organismo público buscando la mejor usabilidad, interoperabilidad y prestación de servicio de las mismas.

Desde antes de la publicación de la Directiva 2007/2/CE y sus Reglamentos, ya se había estado trabajando en el Grupo Tragsa en las líneas de trabajo de adaptación a INSPIRE siguiendo las recomendaciones que se han ido haciendo públicas a través del Grupo de Trabajo de la IDEE y aplicando el conocimiento adquirido de los modelos de datos, usabilidad e interoperabilidad de aplicaciones y servicios de la Administración.

También hay que mencionar el liderazgo de Tragsa en consorcios europeos para la ejecución de proyectos I+D+i cofinanciados por el Programa Marco de la Comisión Europea vinculados con la aplicación de INSPIRE como el proyecto Habitats ([www.inspiredhabitats.eu](http://www.inspiredhabitats.eu)) finalizado en el primer trimestre de 2013 y el proyecto SmartOpenData ([www.smartopendata.eu](http://www.smartopendata.eu)) que comienza este último trimestre del año en curso y que está enfocado a aplicar tecnologías Linked Open Data a datos públicos geoespaciales.

### Palabras clave

Jornadas, SIG, IDE, España, Tragsa, Tragsatec, INSPIRE, Linked Open Data

---





Organizadores gubernamentales:



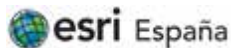
Asociaciones organizadoras:



Patrocinadores:



indra



**Consejería de Fomento de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha**

**Centro Nacional de Información Geográfica  
Dirección General del Instituto Geográfico Nacional**

General Ibáñez de Ibero, 3 - 28003 Madrid

Teléfono: +34 915979453 / +34 915979514

Fax: +34 915532913

[www.ign.es](http://www.ign.es)



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE FOMENTO

INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL

