Acosta Bono, G. y Nieto Calmaestra, J.A. (2010): [DEA100]. Avanzando en la implantación del dato único institucional. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.169-1.178. ISBN: 978-84-472-1294-1

[DEA100]. AVANZANDO EN LA IMPLANTACIÓN DEL DATO ÚNICO INSTITUCIONAL

Gonzalo Acosta Bono y José Antonio Nieto Calmaestra¹

(1) Geógrafos. Instituto de Cartografía de Andalucía. C/ San Gregorio, nº 7. 41071 Sevilla. cartografía@juntadeandalucia.es

RESUMEN

Datos Espaciales de Andalucía para escalas intermedias [DEA100], es el más amplio compendio de información geográfica disponible sobre el territorio andaluz. Su elaboración ha sido posible gracias al trabajo cooperativo de distintos organismos de la Junta de Andalucía. Representa, además, el ejemplo más tangible de la madurez alcanzada en su funcionamiento por el Sistema Cartográfico de Andalucía, estructura organizativa descentralizada, coordinada y cooperativa que comporta un modelo hasta ahora diferente para la gestión de la producción y difusión de la información geográfica en la Comunidad Autónoma andaluza.

[DEA100] pone a disposición del usuario un repertorio de 152 capas vectoriales de información geográfica estructuradas en grandes apartados temáticos (medio físico, infraestructuras, ocupación y usos del suelo, patrimonio, equipamientos y servicios públicos, demarcaciones administrativas, etc.) que se completan con un conjunto de ficheros raster (imágenes de satélite, usos del suelo, modelo digital del terreno, sombreado orográfico...) y con la incorporación de una amplia base de topónimos.

El resultado es una base de datos territorial actualizada y puesta al día que, más allá de una representación cartográfica del territorio andaluz, permite tanto la obtención de una gran variedad de mapas derivados y temáticos como la incorporación de sus datos a entornos SIG para su explotación y análisis, hecho que facilita las tareas de gestión de la propia administración pública (ayuda a la toma de decisiones, seguimiento de determinadas políticas), el conocimiento del territorio andaluz y el acercamiento de la información geográfica al ciudadano.

Palabras Clave: [DEA100], compilación cartográfica, información geográfica, Sistema Cartográfico de Andalucía.

ABSTRACT

Spatial data of Andalusia for intermediate scales [DEA100], is the more ample compendium of geographic information on Andalusian territory. Its elaboration has been possible thanks to the collaborative contribution of different organisms of Andalusian Government, being the most tangible example of the maturity reached by the Cartographic System of Andalusia, decentralized, coordinated and cooperative organizational structure that manages the production and diffusion of the geographic information in Andalusia.

[DEA100] puts at the disposal of the user a repertoire of 152 vectorial layers of geographic information grouped in great thematic sections (half physical, infrastructures, occupation and uses of the ground, patrimony, equipment and public services, administrative demarcations, etc) that are completed with a set of raster files (satellite imageries, uses of the ground, terrain digital model, orographic shaded.) and with the incorporation of an ample of place-names base.

The result is a territorial data base updated that, beyond a cartographic representation of Andalusian territory, allows so much the obtaining a great variety of derived and thematic maps like the incorporation from its data to SIG for its operation and analysis. This fact facilitates the tasks of management of the public administration

(aid to the decision making, pursuit of determined political), the knowledge of Andalusian territory and the approach geographic information to the citizen.

Key Words: [DEA100], cartographic compilation, geographic information, Cartographic System of Andalusia.

INTRODUCCIÓN

Datos Espaciales de Andalucía para escalas intermedias [DEA100] es una compilación de información geográfica que pone al servicio, tanto de técnicos como de la ciudadanía en general, una amplia base cartográfica referida al territorio andaluz, que el usuario puede utilizar según sus necesidades combinando la información a su antojo y sacando provecho de una de las principales cualidades de esta base de datos: su enorme versatilidad.

En este sentido, [DEA100] no es propiamente un mapa, sino el repertorio de información geográfica sobre Andalucía más completo y mejor del que disponemos hasta la fecha, estando en su propia recopilación y sistemática su principal valor. Su contenido, que es información geográfica de diferente naturaleza geométrica, destaca por su gran variedad temática estructurándose en grandes bloques: elementos físico-ambientales; ocupación y usos del suelo; sistemas infraestructurales; equipamientos y servicios públicos, patrimonio cultural y ambiental y divisiones político-administrativas. Esta información se completa con una amplia base de datos de nombres geográficos (texto) constituida por más de 70.000 topónimos y con un conjunto de ficheros raster (ortoimagen de satélite, modelo digital del terreno, sombreado orográfico o usos del suelo) que pueden usarse como fondos cartográficos de referencia.



Figura 1. Portada de Datos Espaciales de Andalucía para escalas intermedias

[DEA100] se ha diseñado para permitir funciones analíticas complejas, estructurando la información de tal forma que es posible la interrogación a los datos, la interrelación entre varios conjuntos de datos y la modelización del territorio. Esta finalidad de análisis, más allá de la mera representación cartográfica, abre la posibilidad de obtener cartografías derivadas y temáticas y su plena incorporación y explotación en los principales sistemas de información geográfica.

Al mismo tiempo, [DEA100] da cumplida respuesta a una de las máximas recogidas en el Plan Cartográfico de Andalucía 2009-2012 (apartado 1º del D68) según la cual: "los productores de información geográfica de interés público compilarán los repertorios de datos de mayor interés general....buscando la máxima accesibilidad, legibilidad y capacidad de trasmisión de la información"

[DEA100] UN PRODUCTO DEL SISTEMA CARTOGRAFICO DE ANDALUCÍA

El Decreto 141/2006, de 18 de julio, por el que se ordena la actividad cartográfica en la comunidad Autónoma de Andalucía, instituye el Sistema Cartográfico de Andalucía (SCA) con el objetivo de articular una nueva forma de producción y difusión de la información geográfica en la Comunidad Autónoma, basada en un modelo distribuido según responsabilidades administrativas. Como tal, el SCA se apoya en tres pilares fundamentales: la participación, la coordinación y la cooperación interadministrativa.

El engranaje que soporta este nuevo modelo descansa en:

- Una estructura orgánica conformada por:
 - El Consejo de Cartografía de Andalucía, órgano consultivo de la actividad cartográfica, con participación de otras administraciones y agentes cartográficos.
 - La Comisión de Cartografía de Andalucía, órgano interdepartamental responsable de dirigir colegiadamente la política de información impulsando y coordinando todas las acciones en este campo.
 - El Instituto de Cartografía de Andalucía, centro responsable de la coordinación del SCA y el desarrollo de sus instrumentos operativos, así como de la programación y elaboración de la cartografía básica y derivada de la Comunidad Autónoma.
 - Las Unidades Cartográficas, estructura de coordinación de las actividades cartográficas en cada Consejería, a través de la cual se participa en el SCA para el desarrollo y aplicación de los objetivos de la política de información geográfica de la Junta de Andalucía.
 - Los Grupos de Trabajos, creados en el seno de la Comisión para impulsar y desarrollar propuestas técnicas que requieren de un planteamiento coordinado en el conjunto de la administración.
- Un sistema de planificación integrado por los tres instrumentos siguientes: el Plan Cartográfico de Andalucía, responsable de concretar los objetivos, estrategias y medidas de la política de información geográfica para un periodo cuatrienal; el Programa Cartográfico, de carácter anual, en el que se prevé la ejecución de las actividades cartográficas en desarrollo y aplicación del Plan; las Normas Técnicas, en las que se establecen las especificaciones técnicas que deben cumplir los modelos, procesos, productos y servicios de carácter cartográfico para asegurar su interoperabilidad.
- Las infraestructuras y equipamientos del SCA sobre las que se sustentan las actividades cartográficas: la Red Andaluza de Posicionamiento, conjunto de estaciones que permiten fijar la posición geográfica con alta precisión; la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía (IDEA), permite la interconexión de sistemas de información y servicios que ofrecen datos georreferenciados normalizados (el Catálogo de Datos Espaciales); el Repositorio corporativo de información geográfica, concebido para el almacenamiento y acceso distribuido de la información geográfica producida por los distintos agentes del SCA; el SIG corporativo de la Junta de Andalucía, conjunto de herramientas y aplicaciones para la gestión de la información geográfica; el Nomenclátor Geográfico de Andalucía, conjunto de bases de datos que contienen los inventarios toponímicos normalizados para su adecuada gestión y servicio público; y, finalmente, el Registro Andaluz de Cartografía, previsto para su desarrollo armonizado y conexión con el Registro Central de Cartografía.

En el proceso de construcción del SCA la producción del [DEA100] supone un hito destacado ya que es el resultado directo tanto de este funcionamiento cooperativo, como de la voluntad de coordinar procesos de trabajo y de compartir información. En este sentido, todas las Consejerías han aportado información de su competencia a este proyecto conjunto editado por la Junta de Andalucía como primer producto del SCA.

El nuevo contexto organizativo que representa el SCA ha permitido concebir este producto con una cierta amplitud de miras: nuevas líneas de trabajo, innovadores métodos de producción y resultados muy variados. La estructura descentralizada, coordinada y cooperativa con que se configura el SCA ha venido a sentar las bases para una gestión de la información geográfica andaluza que, en la actualidad, podemos certificar como madura, y la edición del [DEA100] es prueba de ello. Detrás de cada dato hay un departamento de la administración autonómica responsable de su elaboración y tratamiento, conforme a criterios comúnmente establecidos para asegurar que la información sea interoperable.

Puede considerarse, en este sentido, que Andalucía aporta la primera experiencia completa de trabajo cooperativo y de socialización del conocimiento, en aplicación y desarrollo de una política de Información Geográfica entendida como servicio público. Esto supone, en la práctica, que el SCA cuenta ya con mecanismos engrasados para cumplir con sus objetivos y profundizar en el desarrollo de las estrategias y líneas de trabajo establecidos en el Plan Cartográfico de Andalucía.

Con este primer producto común del SCA, se inicia una línea de difusión propia, a la vez colegiada y corporativa, que incorpora en su diseño elementos que lo identifican como tal, cuestión que queda reconocida en los propios créditos de la edición. Al mismo tiempo se avanza en el desarrollo y aplicación de algunos de los más importantes recursos e instrumentos con que se dota el SCA, poniendo en práctica las estrategias y directrices del Plan Cartográfico de Andalucía.

ANTECEDENTES

[DEA100] no ha surgido de la nada, tiene varios antecedentes que han posibilitado dar el salto cualitativo que esta nueva versión supone. En este sentido, el precedente más remoto hay que buscarlo en el *Mapa Digital de Andalucía 1:400.000* que, ya a mediados de los noventa (1997), ofrecía un limitado, pero provechoso, repertorio de bases cartográficas en distintos formatos. Sobre estas fechas apareció también la primera edición de *Límites administrativos de referencia*, producto que tras una larga andadura y tres ediciones (1997, 2001 y 2004) ha confluido en [DEA100], al igual que lo han hecho los primeros modelos digitales del terreno existentes sobre Andalucía.

Otras compilaciones hechas por diversos organismo de la Junta de Andalucía o por instituciones privadas también se han tomado como referencia, es el caso, por ejemplo, de las distintas ediciones del *Compendio de cartografía y estadísticas ambientales* de la Consejería de Medio Ambiente.



Figura 2. Antecedentes del DEA100

Pero el precursor inmediato del [DEA100] es, sin lugar a dudas, el *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000* (*MTA100*), que ya en sus anteriores ediciones aportaba una completa recopilación de información geográfica, y cuyo primer impulso se debió a la realización del *Atlas de Andalucía* (*volumen 1*), y que también sirvió para la sistematización y normalización de una amplia cartografía temática (*volúmenes 2 y 3*). La utilidad de esta colección de capas de información pronto desbordó el objeto para el que fue creada convirtiéndose en un repertorio planimétrico de amplio uso que llegó a editarse en un primer momento, 1999, bajo el nombre de *Mapa Digital de Andalucía 1:100.000*, del que en 2005 se hizo una nueva versión, el *Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000*.

Ambos productos supusieron un hito pues permitieron contar con una base cartográfica vectorizada conformada por capas temáticas continuas referidas al conjunto del territorio andaluz. A este valor se unían una elevada precisión geométrica y una gran versatilidad en su utilización. Esto hizo que desde un primer momento el producto se convirtiera en el principal referente planimétrico para la mayoría de los Sistemas de Información Geográfica que se han venido implantando en Andalucía.

CAMBIOS EN SU FILOSOFÍA Y AMPLIACIÓN DE UTILIDADES

Una de las principales novedades que aporta [DEA100], de acuerdo con el nuevo modelo de producción de datos en el marco del SCA, es que no tiene una escala predefinida pues es una base cartográfica apropiada, como el propio nombre del producto indica, "para escalas intermedias", entendiéndose por estas las que oscilan entre 1:10.000 y 1:100.000, en función de que los elementos en cuestión sean de naturaleza urbana o tengan un carácter territorial.

En este sentido, en la edición de [DEA100] se ha puesto especial cuidado en la precisión posicional y en la correcta georreferenciación de los elementos de las distintas capas temáticas, sobre todo de las levantadas ex novo (cumbres principales, puertos de montaña, áreas de servicio, oficinas de empleo, ayuntamientos, etc.).

Como referencia geométrica, para situar correctamente la información, se han adoptado el *Mapa Topográfico* de *Andalucía* a escala 1:10.000 y la *Ortofotografía digital* en color de *Andalucía* (2007). Dado que estas bases cartográficas se encuentran en el sistema geodésico ED50 y con proyección Universal Transversa de Mercator en su huso 30, este ha sido el sistema de referencia utilizado en el entorno de trabajo, aunque los datos finales se han volcado al nuevo sistema geodésico oficial ETRS89, cumpliendo así con la *Directiva* 2007/2/CE,(conocida por su acrónimo *InspirE*) y con el *Real Decreto* 1071/2007, de 27 de julio, por el que se regula el sistema geodésico de referencia oficial en España.

La información se presenta en diversos formatos con el fin de facilitar su incorporación a las herramientas de tratamiento cartográfico más habituales. De este modo, se ofrecen versiones en los formatos DXF, SHP, Geodatabase de ESRI y Export de PostGis, en los cuales los atributos temáticos se organizan de forma distinta conforme a sus diferentes posibilidades, si bien la geometría es coincidente en todos los casos. Las capas de información en formato raster se encuentran en un subdirectorio específico, aportándose en los formatos JPG, SID y ECW. Además, se ofrece en formato PDF una representación cartográfica completa de los datos, compuestos como un mapa de Andalucía para facilitar su directa visualización e impresión.

Aunque todos los datos son tratables por cualquier programa de diseño gráfico o sistema de información geográfica, [DEA100] incluye el programa GvSig, aplicación de código abierto y libre distribución. Con esta herramienta, aquellos usuarios que no cuenten con el software adecuado podrán proceder a la visualización, análisis y representación cartográfica de todos los datos espaciales. Se incluye además un proyecto a fin de facilitar una visión inicial de la información, susceptible de ser adaptada por el usuario a sus propias necesidades.

Por último, toda la información geográfica del [DEA100] ha sido objeto de catalogación conforme a las reglas estandarizadas de documentación que proporcionan las normas ISO, las reglas de implementación de Inspire y el Núcleo Español de Metadatos. De modo estandarizado y transparente se ofrece una metainformación que puede ayudar al usuario a entender el origen, características y posibilidades de utilización de los datos espaciales. En un directorio complementario se documenta el modelo de datos conforme al cual se estructura la información, ofreciéndose en su versión completa y en un esquema sintético. En otro subdirectorio se encuentran los metadatos descriptivos de los datos espaciales, en formato XML y con el contenido estandarizado por ISO.

Aparentemente, este esfuerzo de recopilación de datos espaciales y utilidades para su gestión está en contradicción con la filosofía de difusión de la información a través de servicios IDE. Habría que recordar, para así justificar la decisión de esta edición, que los ritmos en la implantación y desarrollo de todos los instrumentos y recursos del SCA son desiguales, y el esfuerzo por ir trabajando en la producción de datos espaciales normalizados merecían una recopilación para su inmediata distribución y utilización. Probablemente en un futuro próximo la generalización de los servicios IDE no precise de este esfuerzo editorial, si bien hay que pensar que no todo el universo usuario dispone de los medios y conocimientos necesarios para una explotación directa desde la multitud de servicios geográficos. Por la misma razón, para contribuir a su más pronta utilización, el [DEA100] ha tenido una amplia difusión institucional, haciéndolo llegar a todos aquellos organismos e instituciones (Consejerías, Delegaciones provinciales, Diputaciones andaluzas, Universidades, etc.) que trabajan con este tipo de información.

Su difusión, sin embargo, va mucho más allá pues [DEA100] ha contribuido a la actualización de muchos sistemas de información geográfica actualmente en funcionamiento y a la alimentación de la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía (visualización de información, servicios WMS, etc). Asimismo, algunas de las capas de mayor uso (hidrografía, municipios, red viaria, etc) se sirven generalizadas (escala aproximada 1:1.000.000) para su descarga, tanto en formato SHP como DXF, en *Andalucía en un folio*, servicio disponible en la página Web del Instituto de Cartografía de Andalucía.

DIFICULTADES PARA SU ELABORACIÓN

Pese a los avances del SCA, el principal escollo de una compilación como [DEA100] está en la falta de fluidez en la circulación de la información que procede de una gran diversidad de fuentes originales en numerosas instituciones y organismos. Incluso puede percibirse algunos recelos, afortunadamente cada vez menos, para difundir información por medios ajenos, aun cuando los metadatos garantizan la total transparencia sobre su procedencia y responsabilidad.

Por esta misma disparidad de fuentes y origen de los datos -con métodos de producción igualmente dispares-, otras dificultades vienen a sumarse a este proceso de compilación y edición. A escalas intermedias, son datos comparables por poseer una geometría común, aunque todavía es preciso continuar con los ajustes necesarios para certificarlos como Dato Único Institucional a cualquier escala, perspectiva en la que el [DEA100] supone un gran avance al permitir analizar en detalle cada una de estas capas de información y poder avanzar en su mejora.

[DEA100] ha sido elaborado mediante un proceso de compilación de información geográfica muy diversa que ha debido ser integrada en un conjunto coherente. Este proceso de integración se ha organizado en fases sucesivas de recopilación de la información, conversión a un formato de trabajo unitario, su estructuración conforme a un modelo de datos, los continuos controles de calidad, y la documentación de sus metadatos.

La recopilación de la información ha contado con el soporte organizativo que ofrecen los medios de coordinación del SCA. La disponibilidad de los datos ha venido facilitada por los distintos departamentos de la Junta de Andalucía, que elaboran información geográfica para su gestión y la comparten a través de los canales propios del Sistema. También se ha procedido a recopilar información geográfica procedente de otras administraciones y empresas, con las cuales se han establecido acuerdos para colaborar en el levantamiento y difusión de tales datos. El punto de partida es una abundante y heterogénea documentación en muy diversos soportes y formatos de origen: mapas analógicos, cartografía básica a otras escalas, bases de datos temáticos, geocodificaciones de directorios, interpretación de fotografías aéreas o capas de SIG. En consecuencia ha sido necesario un notable esfuerzo de homogenización (unificación de formatos, revisión de codificaciones y nomenclaturas, elaboración de metadatos, etc.) para su adecuada integración en un entorno unitario de trabajo, a fin de asegurar cierta coherencia.

En este sentido, durante el proceso ha habido que resolver cuestiones provocadas por la inconsistencia geométrica de algunas capas o la selección de una de las varias fuentes existentes para un mismo tipo de información, claro ejemplo de esto último fue la decisión que se tomó sobre la capa de núcleos de población donde se optó por una solución intermedia entre la fotointerpretación de ortofotos y la incorporación de los espacios construidos identificados en el proyecto SIOSE, desechando una tercera posibilidad, la que suponía el suelo urbano recogido en Catastro.

Situación bastante controvertida fue la sustitución de la antigua capa de delimitaciones municipales, derivada del Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000, por la procedente de la BCN25 del Instituto Geográfico Nacional, información que se reconoce como provisional hasta que no exista un deslinde oficial de los términos municipales andaluces, labor que es objeto de un programa especifico que actualmente se desarrolla de forma concertada con la Consejería de Gobernación, la competente en esta materia.

Un último aspecto, que también supone una novedad, es la incorporación en [DEA100] de una cartografía de contexto y un especial tratamiento de los bordes exteriores a la Comunidad. El objeto de añadir esta información, además de para incardinar a nuestro territorio en España, Europa o el mundo, sirve para paliar el problema de la discontinuidad que presentaban los principales cursos fluviales o las redes viarias una vez se salía de Andalucía. También aquí se ha puesto de manifiesto la disparidad de datos de los territorios vecinos, lo cual requerirá, asimismo, un proceso de normalización que mejorará sustantivamente, esperemos que pronto, esta cuestión.

UN AMPLIO Y VARIADO CONTENIDO TEMÁTICO

La demanda, cada vez más exigente, de información geográfica tanto por parte de técnicos como por la ciudadanía en general, ha determinado uno de los aspectos más distintivos de [DEA100], la potenciación de su contenido temático y la ampliación del número capas de datos, hasta diseñar un repertorio capaz de cubrir ampliamente las necesidades de todo usuario que pretenda plasmar cartográficamente cualquier realidad del territorio andaluza a escalas intermedias.

Así, desde sus orígenes, la información contenida en el producto se ha ido duplicando de versión en versión haciéndose más variada, pasando de las 43 capas del *Mapa Digital de Andalucía* a las 80 del *Mapa Topográfico de Andalucía* y a las 152 del actual [DEA100].

La diversidad de la información recopilada ha exigido el diseño de un modelo de datos que se estructura en 21 bloques temáticos: relieve, medio físico, hidrografía, medio marino, usos del suelo, sistema urbano, red viaria, infraestructura de transportes, infraestructuras hidráulicas, infraestructuras energéticas, infraestructuras de comunicaciones, instalaciones de residuos sólidos urbanos, patrimonio histórico y natural, servicios, divisiones administrativas, zonas militares, topónimos, cuadrículas geográficas de referencia, España y su marco geográfico,

cartográfica del mundo y varias imágenes raster. El simple enunciado de estos epígrafes da idea de la riqueza temática del [DEA100] que aparece desglosada con todo detalle en la figura 3.

En el modelo de datos se identifica para cada una de ellas su nombre y denominación breve o alias, su geometría (punto, línea y polígono, o bien texto o imagen) y el modelo de datos (descripción, código de entidad y atributos). La incorporación de este alias ha sido una novedad para una mejor identificación de las distintas capas de información pues la nomenclatura usada en las versiones anteriores suponía la obligación de conocer el modelo de datos para identificar las capas.

El control de calidad ha consistido en un chequeo exhaustivo de los contenidos de cada capa de información, a fin de asegurar su adecuación al modelo de datos, la corrección de la representación gráfica y la coherencia de los atributos asociados, con especial atención a los códigos que puedan utilizarse para vincular bases de datos externas, subrayando posibles usos analíticos de la información, de ahí que muchas de las capas incluyan topología de regiones o rutas. Esta fase ha permitido una detección y corrección de errores, así como documentar los niveles de precisión, que, según la naturaleza de la información (puntual, territorial) es diferente para cada uno de los conjuntos de datos.

[MODELO DE DATOS GRÁFICO DEA100]



de Andalucía I

Figura 3. Modelo de datos del DEA100

UNA APUESTA DE FUTURO

El intenso ritmo de transformación del territorio y la creciente demanda de información geográfica obligan a los organismos productores a la continua actualización y puesta al día de las bases de datos geográficos existentes, así como al levantamiento, captura y difusión de nueva información.

Con objeto de garantizar la disponibilidad de esta información en las condiciones más óptimas, el futuro de un producto como [DEA100] pasa por su transformación en un repositorio alimentado por los distintos organismos que generan la información y por el compromiso de éstos de mantener las bases de datos y avanzar eficazmente en el Dato Único Institucional. En este concepto se sintetiza la perspectiva en que debemos trabajar para el futuro, y así viene establecido tanto en InspirE como en el Plan Cartográfico de Andalucía: corresponde a cada Departamento responsable de sus competencias sustantivas la generación y mantenimiento de la información geográfica asociada a su gestión.

[DEA100] ha sido una primera prueba práctica para avanzar hacia el Dato Único Institucional, prueba que atañe no sólo a la calidad de la información sino a la actitud de quienes son responsables de su gestión. Aunque todavía queda mucho camino por recorrer, se puede considerar que ha sido una prueba ampliamente superada, y hace suponer que la implantación plena de la nueva cultura de la gestión de la información geográfica, desde la responsabilidad compartida, está en la buena dirección y con un ritmo más que aceptable. El propio proceso de elaboración del [DEA100]¹ ha resultado un eficaz aprendizaje y puesta en práctica de este nuevo modelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta Bono, Gonzalo. (2007): La planificación de las actividades cartográficas en Andalucía. *Mapping* n° 121, Madrid.

Junta de Andalucía. (2008): *Plan Cartográfico de Andalucía, 2009-2012.* Sistema Cartográfico de Andalucía, Sevilla, 156 pp.

Junta de Andalucía. (2009): Datos espaciales de Andalucía para escalas intermedias [DEA100]. Sistema Cartográfico de Andalucía, Sevilla, 82 pp.

Nieto Calmaestra, J.A. y Sánchez Díaz, F.J. (2004): El mapa digital 1:100.000 de Andalucía como base cartográfica para la integración de datos territoriales en la Junta de Andalucía. En C. Conesa, Y. Álvarez y C. Granell. *El empleo de los SIG y la teledetección en planificación territorial*. Asociación de Geógrafos Españoles-Departamento de Geografía de la Universidad de Murcia, Murcia, pp. 59-69.

Nieto Calmaestra, J.A. y Fajardo de la Fuente, A. (2007): El Decreto de ordenación de la actividad cartográfica. Un punto de inflexión en la cartográfía andaluza. XX Congreso de Geógrafos Españoles. La geografía en la frontera de los conocimientos. Universidad Internacional de Andalucía-Asociación de Geógrafos Españoles-Universidad Pablo de Olavide, Sevilla. Publicación electrónica.

¹ La coordinación de este proyecto se ha llevado a cabo, bajo la dirección de Francisco Sánchez Díaz, en el Instituto de Cartografía de Andalucía, participando en el tratamiento de datos: José Antonio Nieto Calmaestra, Miguel Redondo Redondo, Cristina Torrecillas Lozano y Tomás Flores Polanco. Ha contado, asimismo, con la asistencia técnica de GuadalTel S.A., con la participación de Rafael Navascués Fernández-Victorio, Marta Muñoz Quesada, Antonio Sánchez García, Jorge Lanti Jiménez, Marina Sarmiento Pelegrina y Sergio Cid Carrasco.

Alonso-Pastor, F. y Cabello, M. (2010): Interoperabilidad en conservación de la biodiversidad: proyecto europeo Nature-SDI Plus. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.179-1.187. ISBN: 978-84-472-1294-1

INTEROPERABILIDAD EN CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD: PROYECTO EUROPEO NATURE-SDI PLUS

Alonso-Pastor, Fernando¹ y Cabello, María²

- (1) Gobierno de Navarra. Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. c/ González Tablas 7 31005 Pamplona. falonsop@navarra.es
- (2) Trabajos Catastrales, S.A. c/ Cabárceno, 6 31621. Sarriguren. Navarra. mcabello@tracasa.es

RESUMEN

EL PROYECTO NATURE-SDI PLUS, APROBADO POR LA COMISIÓN EUROPEA DENTRO DE LA CONVOCATORIA E-CONTENT, TIENE COMO OBJETO LA CONSOLIDACIÓN DE UNA RED DE BUENAS PRÁCTICAS PARA LA CREACIÓN DE UNA INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES SOBRE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD EN EUROPA

La red Nature-SDI plus está colaborando en la implementación y demostración a través de un geoportal de la interoperabilidad a nivel europeo de las colecciones de geodatos sobre lugares protegidos, incluidos en el anexo I de INSPIRE, y de regiones biogeográficas, hábitats y biotopos y distribución de las especies, del anexo III.

El proyecto, en el que participan 30 socios de 18 países y que concluye en marzo de 2011, está trabajando para conseguir unos conjuntos de datos armonizados a nivel europeo que los haga más accesibles y explotables a través de metodologías innovadoras y ejemplos de buenas prácticas. Entre las actividades realizadas hasta el momento, se ha participado en el testeo de la Directiva INSPIRE en lo relativo al Anexo I – Tema de Espacios Protegidos, se han preparado casos de usos y propuesto expertos para los Grupos Temáticos de Trabajo (TWG) del Anexo III, contribuyendo, por tanto, a la implementación de la Directiva INSPIRE, en las temáticas de Conservación de la Naturaleza antes mencionadas. Por otro lado, pretende involucrar a nuevos usuarios, compartir datos y buenas prácticas, así como, mejorar y fomentar la explotación y reutilización de la información sobre la temática de conservación de la naturaleza.

En este XIV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica se presentará el estado de ejecución del proyecto, a 6 meses de su conclusión, con especial atención a los procedimientos y herramientas de armonización de los conjuntos de datos, la definición de una propuesta multilingüe y multicultural común para un acceso más sencillo y estandarizado a dichos datos espaciales y la creación del Geoportal de demostración Nature-SDI plus, basado en servicios web, cuyo objetivo es facilitar la accesibilidad a los datos a los diferentes grupos de usuarios, fomentando una mayor implicación de la ciudadanía en la conservación de la biodiversidad.

Por último, y no menos importante, se proporcionará información sobre la Red Nature SDI plus a fin de ampliar con ejemplos en España la colección de buenas prácticas sobre la temática, en la que pueden participar administraciones públicas, universidades y centros de investigación y cualquier otra organización comprometida en el conocimiento y conservación de la biodiversidad.

Palabras Clave: INSPIRE, INTEROPERABILIDAD, EUROPA, BIODIVERSIDAD, CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA

ABSTRACT

THE NATURE-SDI PLUS PROJECT, APROUVED UNDER THE E-CONTENT + BY THE EUROPEAN COMMISSION, AIMS TO CONSOLIDATE A BEST PRACTICE NETWORK FOR THE CREATION OF AN SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE ON BIODIVERSITY CONSERVATION IN EUROPE

Nature plus-SDI Network is working on the implementation and demonstration of the interoperability of European geodata collections of protected sites, listed in Annex I of INSPIRE, and biogeographic regions, habitats and biotopes and species distribution of Annex III through a portal to.

The project, involving 30 partners from 18 countries will be running up to March 2011, is working for harmonizing datasets at European level to make them more accessible and exploitable through innovative methodology and examples of good practice. Among the activities undertaken so far, the partners have been participating in the testing of INSPIRE Directive in relation to Annex I - Protected Sites Theme and have been prepared use cases and proposed experts for the Thematic Working Groups (TWG) of Annex III, thereby contributing to the implementation of the INSPIRE directive, on the topic of Nature Conservation. On the other hand, it seeks to engage new users, to share information and best practices as well as, improve and promote the exploitation and reuse of information about nature conservation.

At the occasion of the XIV National Congress of Geographic Information Technologies the status of the project is presented, emphasizing the procedures and tools for the harmonization of data sets, the proposal for the access and definition of a common and standardised multilingual and multicultural access to spatial data and the creation of the Nature-SDI plus demonstration portal based on web services, which aims to facilitate the accessibility to the data to different groups, encouraging implication of citizens in the biodiversity conservation.

Last, but not least, information on Nature SDI plus Network will be provided in order to enlarge the network in Spain collecting good practice examples and getting involved public administrations, universities and research centers and other organization compromised in biodiversity conservation.

Keywords: INSPIRE, INTEROPERABILITY, EUROPE, BIODIVERSITY, NATURE CONSERVATION

EL PROYECTO NATURE-SDI PLUS

El proyecto nace de la mano de los principales actores involucrados en el proyecto Nature-GIS (<u>www.naturegis.net</u>), cofinanciado por la Unión Europea con el programa IST 2001-34641, por el que se creó una red temática europea para las áreas protegidas, la conservación de la naturaleza y la información geográfica.

A través de la convocatoria denominada eContentplus, de acciones indirectas en el marco del programa plurianual comunitario de incremento de las posibilidades de acceso, utilización y explotación de los contenidos digitales en Europa, subprograma 3.1 "redes de mejores prácticas sobre información geográfica", se articulan un conjunto de proyectos que tienen como objetivo servir de demostración en el proceso de ejecución de la Directiva 2007/2/CE, por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad. (INSPIRE). Así, dentro de la convocatoria del año 2007, se presenta este proyecto, que tras su aprobación comienza en Octubre de 2008.

El principal objetivo del proyecto es la creación de una Red Nature-SDI plus con el fin de involucrar a nuevos actores, proporcionar datos y buenas prácticas y mejorar y estimular la explotación y, con ello, aumentar la reutilización de la información sobre conservación de la naturaleza en Europa.

La motivación original en la búsqueda de este objetivo fue el establecimiento de la Red Natura 2000 y el enfoque transfronterizo de la Unión Europea para la gestión de espacios protegidos, que ha hecho cumplir el vínculo entre la conservación de la naturaleza y la geo-información. Esta nueva perspectiva ha generado la necesidad de contar con conjuntos de datos interoperables, accesibles y armonizados para toda Europa. Posteriormente, este vínculo se ha visto especialmente reforzado por la Directiva INSPIRE al recoger esta temática en sus anexos:

- Lugares protegidos (anexo I)
- Regiones biogeográficas (anexo III)
- Hábitats y biotopos (anexo III)
- Distribución de especies (anexo III)

Siguiendo la metodología establecida por INSPIRE, el proyecto ha completado sus objetivos iniciales con un estudio de la situación actual de la información sobre Conservación de naturaleza y la evaluación de las necesidades de usuario que culminará con la puesta en producción de un geoportal a través del que se suministrarán servicios de mapas estándar conformes al Open Geospatial Consortium (OGC). Adicionalmente se ha constituido como Spatial Data Interest Community (SDIC) – comunidad de interés en información geográfica para apoyar e impulsar la implementación de la Directiva y ha proporcionado, de entre sus socios, a tres expertos a los grupos temáticos que definirán las especificaciones de datos y metadatos de los temas de sus anexos II y III.

Desde el punto de vista organizativo, el proyecto está formado por 30 socios de 18 países de la Unión Europea (figura 1), siendo liderado por la Asociación GISIG (Geographical Information Systems International Group), con sede en Génova (Italia) y está estructurado en siete paquetes de trabajo (WP), con sus correspondientes coordinadores:

- WP1 Gestión del Proyecto Evaluación y valoración (GISIG. Geographical Information Systems International Group - Italia)
- WP2 Necesidades de usuario y política de acceso a los datos (Unidad de Información Geográfica. Academia de Ciencias - Austria)
- WP3 Conjuntos de datos interoperables para conservación (Trabajos Catastrales, S.A. España)
- WP4 Creación del geoportal Nature-SDI plus (Intergraph Italia LLC Italia)
- WP5 Validación y verificación de la interoperabilidad (EPSILON International SA -Tele Atlas Grecia)
- WP6 Desarrollo de la red Nature-SDI plus (GISIG)
- WP7 Difusión y comunicación (GISIG)

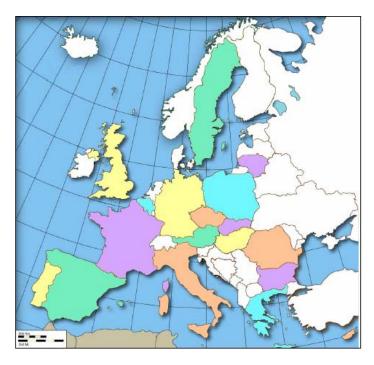


Figura 4. Países de los socios del proyecto

Su duración cubre desde octubre de 2008 hasta marzo de 2011, si bien su principal resultado, la red europea de actores en información geográfica sobre biodiversidad, perdurará en el tiempo. En paralelo con esta red europea se están estructurando redes nacionales como es el caso en España.

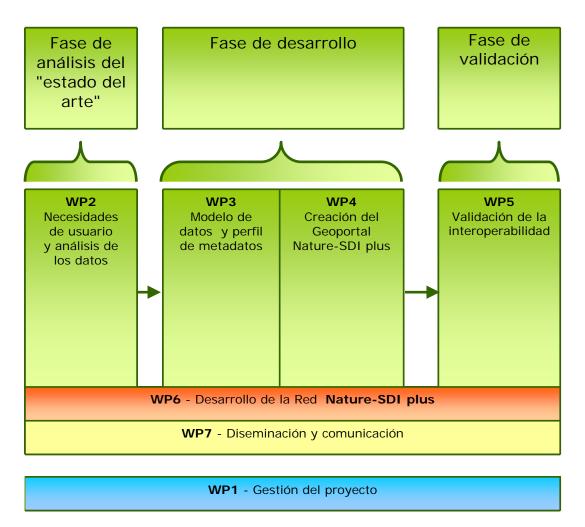


Figura 2. Desglose del esquema de trabajo

Situación actual del proyecto - principales resultados

El proyecto está dividido en tres fases que se van abordando progresivamente

Fase de análisis

La fase de análisis ha sido abordada desde diferentes perspectivas. Por un lado el de información existente, por otro las necesidades del usuario y por último las políticas de accesibilidad de los datos existentes en los diferentes países.

Como una parte importante del trabajo realizado en esta primera fase, la participación del consorcio en las pruebas de validación de la Directiva INSPIRE en el tema de Anexo I, Lugares Protegidos, ha servido para impulsar de manera más fehaciente la creación por parte del grupo temático de unas especificaciones basadas en casos reales de uso de dicha información.

Fase de desarrollo

Durante esta fase, se pretende crear conjuntos de datos homogéneos e interoperables en las 4 temáticas consideradas que sean accesibles a través de un geoportal específico puesto en marcha por el proyecto.

Hasta el momento, se ha trabajado en la preparación de un perfil de metadatos específico de la temática, asi como se han propuesto los modelos de datos para los cuatro temas. En el caso de Lugares protegidos y tras su validación y propuestas de mejoras al grupo de trabajo de INSPIRE, se ha decidido utilizar la propuesta de INSPIRE como propuesta Nature-SDI.

En el caso de los tres temas del Anexo III, se ha trabajado siguiendo los métodos de INSPIRE en la preparación de una propuesta para cada uno de los tres temas, que en la actualidad, está siendo utilizado como documentación de referencia por el TG que trabaja en estos temas. Adicionalmente como se comentó anteriormente, tres expertos que forman parte del consorcio Nature-SDI plus, han sido seleccionados para participar en los grupos temáticos de INSPIRE.

Un aspecto novedoso abordado en el proyecto ha sido la investigación realizada para poder implementar tesauros en el geoportal, trabajando de manera coordinada toda la información de tesauros, metadatos y datos, para completar el aspecto del multilingüismo y multiculturalidad a la información.

Se han diseñado unos mínimos requerimientos para publicar toda la información en el geoportal y se ha dotado a los socios de la metodología, guía y herramientas de transformación de los datos en un modelo común tanto para datos como para metadatos.

El Geoportal Nature-SDI plus será capaz de descubrir y recuperar los datos seleccionados por los proveedores de datos a través de los servicios configurados: catálogo, WMS, WFS, servicios multilingües.

Fase de validación

Se ha iniciado recientemente la fase final de validación y verificación de la interoperabilidad, en la que se evaluará el ccumplimiento de las especificaciones de INSPIRE y de los estándares internacionales (CEN, ISO), así como la calidad y generalización de los datos

Durante el desarrollo del proyecto se viene trabajando para impulsar la Red Nature-SDI plus, realizándose búsquedas y selección de Buenas Prácticas en temas de Conservación, así como diferentes iniciativas de formación y e-learning

Hasta el momento, se ha comenzado con el desarrollo de la Red Nature-SDI plus a nivel nacional y europeo y su plan de implantación.

En España, adicionalmente se ha creado el grupo de interés Natur&IDE y se está trabajando en la construcción de la plataforma de e-learning y el formulario de Buenas Prácticas.

Se está realizando igualmente una importante labor para la difusión de la iniciativa a nivel europeo, con preparación y participación en conferencias y jornadas generales y específicas, elaboración de boletines, y poniendo toda la información disponible a través de Internet: www.nature-sdi.eu

Contribución al testing de las reglas de ejecución de INSPIRE

1. Para lugares protegidos (anexo I), documento de especificaciones versión 3 – diciembre de 2009:

http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data Specifications/INSPIRE DataSpecification PS v3.0.pdf

Se realizó un ensayo de transformación, coordinado por GISIG y la Universidad de Aberdeen (T2.3 análisis "conjuntos de datos y sistematización")

Se verificó el cumplimiento de INSPIRE (características, atributos, adecuación de los modelos existentes) con 99 conjuntos de datos proporcionados por 23 proveedores de 15 países.

El trabajo se desarrolló en tres pasos:

- Análisis del contexto, características, sistemas de referencia, ... de los datos,
- Comparativa de atributos con las especificaciones de INSPIRE,
- Consulta de los detalles con los proveedores.

Como resultado del proceso, los socios del proyecto Nature-SDI plus dan su conformidad al modelo de datos y perfil de metadatos para lugares protegidos.

2. Para regiones biogeográficas, hábitats y biotopos y distribución de especies (anexo III), sin documento de especificaciones, en acuerdo con el Joint Research Centre (JRC) de la Comisión, se acordó que el proyecto prepara o incluso desarrolla y/o ensaya un borrador de especificaciones para los temas del anexo III, utilizando el modelo conceptual y la metodología INSPIRE, contando incluso con las herramientas desarrolladas al uso: el repositorio de UML, la wiki, el registro,...

El TWG para estos temas del anexo III ha mantenido su primera reunión en mayo de 2010 y aceptó como material de partida el borrador de modelo de datos y perfil de metadatos preparado por el proyecto; máxime cuando tres de sus miembros son socios del proyecto. No obstante, el TWG terminará sus trabajos en mayo de 2012, más de un año después de la conclusión de este proyecto, con lo que el actual no será el modelo definitivo.

Indicadores del proyecto en su primer año

Dentro de las tareas de seguimiento del proyecto se encuentra un cuadro de indicadores que permite evaluar su funcionamiento, en directa relación con los objetivos pretendidos. Así, entre estos indicadores, destacan aquellos relacionados con el número de componentes y países involucrados en la red Nature-SDI plus, otros sobre los conjuntos de datos y metadatos puestos a disposición del proyecto, los que ya armonizados conforme al estándar están integrados o no en el geoportal y, por último, los que se refieren a las tareas de diseminación y clustering.

A la conclusión del primer año de proyecto (la segunda evaluación se realizará en octubre de 2010), todos los indicadores han superado los valores esperados. De entre ellos, destacan los que están relacionados con el efecto multiplicador en cuanto a usuarios y conjuntos de datos que ha tenido el proyecto en aquellos países representados por algún socio del proyecto; no así en la incorporación de nuevos países. También destacan especialmente los valores alcanzados dentro de las tareas de diseminación, ya que el proyecto ha tenido muy buena acogida en toda clase de foros.

En la tabla 1 pueden verse los valores de dichos indicadores destacando los valores reales en el primer año (en amarillo) frente a los esperados.

NIO	Objetivo	- I' I	Progreso / resultado esperado			
Νo		Indicador	año 1	año 1	año 2	año 3*
1	Ámbito de aplicación	Países en Red Nature-SDI <i>plus</i>	17	17	21	>24
2	Proveedores de datos	Nº proveedores involucrados	37	35	>50	>70
3	Enriquecimiento datos	Conjuntos datos incluidos	>100	253	> 125	>175
4	Países proveedores datos	№ países involucrados**	17	17	20	>24
5	Datos que cumplen especificaciones de datos y metadatos	Datos que cumplen	0%	0%	40%	90%
6	Datos disponibles en geoportal NATURE-SDI <i>plus</i>	Datos disponibles	0%	0%	20%	60%
7	Copatibilidad multilingüistica	Idiomas en el tesauro	0	0	1	>8
8	Usuarios involucrados	Nº usuarios	60	450	> 100	>200
9	Desarrollo de la Red	Miembros en Red	30	35	40	60
10	Enlace Nature-SDIplus con otros proyectos UE	Proyectos conectados	0	7	3	6
11	Mejora diseminación	Boletines distribuidos	400	>400	600	800
12	Visibilidad del proyecto	Publicaciones y participación en eventos de la UE	2	15	3	4
13	Actores participantes	Participantes en el proyecto Conferencias y jornadas	200	>200	300	400
14	Resultados con nuevos actores	Talleres de formación	-	-	4	8

^(*) semestre de final de proyecto

Tabla 1. Indicadores del proyecto y situación al primer año (octubre de 2009)

Como puede verse en la tabla, dos de los indicadores sobresalen de forma importante sobre los valores esperados; por un lado, el número de usuarios involucrados; por otro, los conjuntos de datos aportados al proyecto. Ambos son consecuencia del éxito en la creación de la Red Nature-SDI plus, fruto de las expectativas despertadas a nivel europeo por la puesta en marcha de INSPIRE.

LA RED NATURE-SDI PLUS EN ESPAÑA

La situación en España, respecto a la información geográfica sobre biodiversidad, como en otras materias, es más complicada, fruto de varias circunstancias, de sobra conocidas:

- La descentralización administrativa, siendo la conservación de la biodiversidad una competencia exclusiva de las Comunidades Autónomas, que han desarrollado un marco normativo propio con notables diferencias en los instrumentos de protección y gestión.
- La ausencia de un foro nacional de intercambio de experiencias en la materia que unificara criterios de forma horizontal a los grupos y comités sectoriales (espacios, forestal, etc.). Este aspecto comenzó tímidamente a superarse con motivo de la reunión "información sobre biodiversidad y administraciones públicas" celebrada en Valencia en octubre de 2009.
- El liderato de la aplicación de las normas de ejecución de INSPIRE en España han recaído en el ámbito de los Grupos de Trabajo de la IDEE y, con ello, en los órganos cartográficos y no ambientales de la mayoría de las Comunidades. Como consecuencia, los responsables de la información se han mantenido al margen del proceso, en muchos de los casos completamente ignorantes de las futuras obligaciones y ventajas que impondrá la Directiva.

Sin embargo, también es momento de oportunidad; no sólo por el nuevo escenario que abre INSPIRE, sino por otro conjunto de circunstancias:

^(**) además, datos de Natura 2000 aportados por la DG ENV para todos los EEMM

- Aprobación de la Ley 42/2007 del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Los artículos 9 a 11 ordenan la creación del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, cuyo Real Decreto se aprobará en 2010 e incluye expresamente el funcionamiento del mismo en base a la armonización e interoperabilidad entre las CCAA y la AGE:
 - Borrador de Real Decreto aprobado por Red de Autoridades Ambientales.
 - Se integran aportaciones realizadas desde asociaciones y CCAA.
 - Temas pendientes de aprobación y puesta en marcha siguiendo modelo INSPIRE.
- Grupo de Trabajo de Información de Biodiversidad y Administraciones Ambientales:
 - o 1as Jornadas en Valencia, 9 y 10 de noviembre de 2009 (Ministerio, GBIF y 10 CCAA).
 - o Se está trabajando para crear un modelo de datos único a nivel español (especies, hábitats).
 - o Firmado Convenio para el intercambio de datos y buenas prácticas entre AGE y varias CCAA con el nodo español de GBIF (Global Biodiversity Information Facility).
 - 2^{as} Jornadas en Pamplona en noviembre de 2010.
- I Taller de acceso a la información geográfica a través de estándares: IDE
 - Celebrado en el Real Jardín Botánico de Madrid, del 7 al 9 de junio de 2010, organizado por GBIF e impartido por técnicos del Gobierno de Navarra y de la Junta de Extremadura, con la colaboración del IGN/CNIG.
 - Se creó la **Red Natur&IDE** como grupo de interés de información geográfica sobre biodiversidad, versión para España de la Red Nature-SDI plus europea.
- Puesta en marcha de INSPIRE:
 - Normas de ejecución definitivas para los temas de anexo I desde septiembre de 2009.
 - o Ejecución con escala de tiempos según anexo. "Lugares protegidos" en 2 años desde la aprobación definitiva por la Comisión.
- Experiencia adquirida de Nature-SDI plus, TWG de INSPIRE en biodiversidad y Red Europea:
 - Transferencia a los actores españoles del trabajo realizado en el ámbito europeo dentro de Nature-SDI plus.
 - Tres expertos pertenecientes a los socios del proyecto, más un representante del nodo español de GBIF, forman parte del *Thematic Working Group* para los tres temas de biodiversidad del anexo III recién puesto en marcha por el JRC.
 - Múltiples actores, expertos en biodiversidad, con capacidad de liderazgo, comunicación y formación que complementan a los expertos intervinientes hasta ahora procedentes del ámbito de la geodesia y cartografía.

Así, desde junio de este año se pone en marcha la iniciativa NATUR&IDE que pretende:

- Ser el grupo "informal" para intercambio de experiencias, documentación y buenas prácticas sobre información geográfica y los temas vinculados a la biodiversidad y la conservación, más allá de los temas recogidos en INSPIRE y en línea con los incluidos en el Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.
- Ser una plataforma de sensibilización, conocimiento y formación sobre información geográfica y biodiversidad; que se apoyará especialmente en las nuevas tecnologías y en sistemas de e-learning.
- Estar permanentemente conectada con la Red Nature-SDI europea y con el comité de pilotaje del Inventario del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

AGRADECIMIENTOS

Personal de la Subdirección General de Inventario de Patrimonio Natural y de la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino

Personal del nodo español de la Global Biodiversity Information Facility: GBIF

PARA SABER MÁS

Página oficial del proyecto Nature-SDI plus (inglés): http://www.nature-sdi.eu/

La red NATUR&IDE en facebook: http://es-es.facebook.com/pages/NaturIDE/134688723223300

Infraestructura de Datos de Biodiversidad de Navarra: http://www.biodiversidad.navarra.es

Información sobre la ejecución de la Directiva INSPIRE: http://inspire.jrc.ec.europa.eu/

Especificaciones de datos para lugares protegidos (anexo I) de INSPIRE, versión 3:

http://inspire.jrc.ec.europa.eu/documents/Data Specifications/INSPIRE DataSpecification PS v3.1.pdf

Alonso-Pastor, F. y Arana, L. (2010): La infraestructura de datos de biodiversidad de Navarra: una experiencia compartida. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.188-1.202. ISBN: 978-84-472-1294-1

LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS DE BIODIVERSIDAD DE NAVARRA: UNA EXPERIENCIA COMPARTIDA

Alonso-Pastor, Fernando¹ y Arana, Luisa ²

- (1) Gobierno de Navarra. Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. Avenida del Ejército, 2 31002 Pamplona. falonsop@navarra.es
- (2) Trabajos Catastrales, S.A. Cabárceno, 6 31621. Sarriguren. Navarra. larana@tracasa.es

RESUMEN

La infraestructura de datos de biodiversidad de navarra (IDBD), surge en el año 2007 como una especialización de la IDE regional (IDENA) aplicada a la biodiversidad, pretende incorporar y fomentar la interoperabilidad con iniciativas similares y en su desarrollo se tienen en cuenta las necesidades de múltiples tipos de usuarios (http://www.biodiversidad.navarra.es).

Ante las dificultades en el acceso y tratamiento de la información geográfica y alfanumérica vinculada a la conservación de la biodiversidad (múltiples fuentes, muchos usuarios y con necesidades diferentes, gran variabilidad de métodos de captura de datos y, en muchos casos, información parcial, incompleta, mal documentada o antigua), el Gobierno de Navarra decidió superar esta situación a través de la creación de un proyecto compartido. En él participan múltiples actores, desde divulgadores a investigadores, utiliza y fomenta la definición y utilización de estándares de interoperabilidad y de modelos de datos y metadatos

La apuesta por dar a la IDBD el carácter de "infraestructura" es consecuencia del "estado del arte" en la región: existencia de voluntad política y técnica con un gran impulso a la modernización de los servicios públicos, gran madurez y facilidades que ofrece la tecnología de la mano de la sociedad pública Tracasa, gran disponibilidad de información en el proyecto corporativo SITNA (Sistema de Información territorial de Navarra), necesidad de dar el mejor cumplimiento a los mandatos de la Ley 27/2006 y Directiva 2003/4/CE de acceso a la información ambiental y la participación de Gobierno regional y sociedad instrumental como socios en el proyecto Nature-SDI plus que trata sobre estos temas dentro de la Directiva INSPIRE.

En este XIV Congreso Nacional de Tecnologías de la Información Geográfica se presentará la nueva versión de su frontal en Internet, con una presentación renovada y más operativa y el nuevo módulo de carga y geo-referenciación de fotografías, las claves del proyecto y las necesidades definidas por los usuarios y, con especial atención, los servicios Web que facilitan al acceso a la información alfanumérica, geográfica y multimedia sobre biodiversidad.

Palabras Clave: INSPIRE, interoperabilidad, Europa, biodiversidad, naturaleza.

ABSTRACT

Biodiversity Data Infrastructure of Navarre (IDBD) begins in the year 2007 as a specialization of the regional SDI (IDENA) applied to the topic of biodiversity. It intends to incorporate and promote interoperability with similar initiatives and with special attention to the user needs perspective (http://www.biodiversidad.navarra.es/?lg=en).

Given the difficulties in access and treatment of geographic and alphanumeric information related to the biodiversity conservation (variety of sources, many people with different needs, great variability of data collection methods and in many cases, partial or incomplete information, poorly documented or old), the Government of

Navarra decided to overcome this situation through the creation of a shared project. It involves multiple actors, from researchers to scientific speakers, and uses and encourages the definition and use of interoperability standards and data models and metadata

The commitment to give the IDBD the character of "infrastructure" is consequence on the "state of the art" in the region: existence of political support and technical cooperation fostering the modernization of public services, maturity and facilities offered by the technology provided by the public company Tracasa, wide availability of information in the corporate project SITNA (Territorial Information System of Navarra), need for better compliance with the mandates of the Law 27/2006 and Directive 2003/4/EC on access to environmental information and the participation of regional government and public company as partners in the project Nature-SDI plus dealing with these issues within the framework of the INSPIRE directive.

New and updated version of the IDBD will be presented at the XIV National Congress of Geographic Information Technology. A renewed and more operational home web site and the new module loading and geo-reference of photographs are currently the project keys. Additionally the identified user needs will be presented, with special attention to the web services that facilitate access to the alphanumeric, geographical and multimedia biodiversity contents.

Key Words: INSPIRE, interoperability, Europe, biodiversity, nature.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

La Comunidad Foral de Navarra es una región con fuertes contrastes. En apenas una superficie de 10.400 km² (el 2% de la superficie española) se puede cubrir un gradiente altitudinal de 18 a 2.443 m (de las proximidades del Cantábrico a las cumbres del Pirineo), fruto de una geomorfología muy variada, lo que provoca un relieve complejo con una pendiente media del 21% y un fuerte gradiente climático norte-sur. Estos factores le proporcionan una situación geográfica privilegiada entre las regiones europeas al ser punto confluencia de tres de las 9 regiones biogeográficas del continente europeo (figura 1).

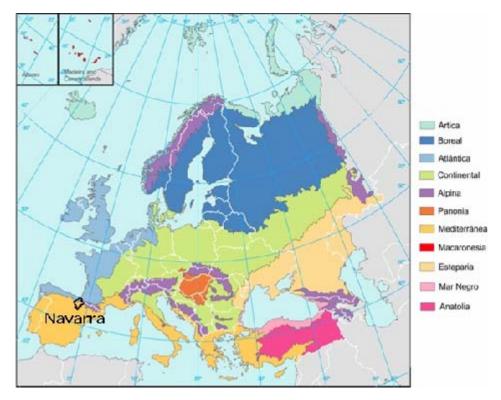


Figura 5. Regiones biogeográficas en Europa. Agencia Europea de Medio Ambiente. 2006

La región es un pequeño "en-clave" de biodiversidad formado por 9 comarcas ecológicas, 44 tipos de ecosistemas, 53 tipos de hábitats de interés según la Directiva 92/43/CEE, relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y la flora silvestres, lo que se ha concretado en contribuir a la Red Natura 2000 europea con 42 Lugares de Importancia Comunitaria.



Figura 6. Mosaico de paisajes alpinos, atlánticos y mediterráneos de Navarra

En cuanto a la composición de las especies de flora y fauna que se pueden encontrar, reflejan esa confluencia y, en concreto para las aves, ser junto al País Vasco el paso más dulce en los procesos migratorios. En resumen: "un poco de todo en una superficie pequeña", lo que le proporciona índices de biodiversidad mayores que muchos países europeos.

País/Región	Diversidad
Alemania	62
Bélgica	59
Dinamarca	53
España	99
Francia	74
Portugal	65
Reino Unido	53
Navarra	88

Tabla 1. Índice de diversidad de vertebrados (excepto peces). n° de especies -riqueza- entre el logaritmo del área

La información sobre biodiversidad. Una cuestión compleja.

La diversidad biológica es un patrimonio social compartido y su conservación es responsabilidad de de la Administración, siendo en España competencia de las Comunidades Autónomas para sus respectivos territorios, pero también para la Administración general del Estado en cuanto a las responsabilidades derivadas de los Convenios Internacionales firmados por España.

Es importante destacar que muchas especies tienen estatus de protección a distintos niveles: mundial, europea, nacional y regional. Lo mismo sucede con algunos hábitats que deben ser conservados según Directivas europeas y en pleno proceso de definición de la Red Natura 2000 europea con la declaración de los distintos Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) en Zonas de Especial Conservación (ZEC) a través de sus planes de gestión, que vienen a añadirse a las anteriores redes de espacios naturales existentes con sus múltiples figuras de protección.

Así, la información sobre biodiversidad es muy compleja por varias causas, entre las que destacan:

- Múltiples fuentes: administraciones, sociedades científicas y universidades, aficionados, etc.
- Muchos usuarios y con necesidades diferentes: desde el conocimiento a la gestión y, recientemente, para sectores que antes la obviaban: obras públicas, urbanismo, gestión forestal, etc.
- Gran variabilidad de métodos de captura de datos: censos, seguimientos, inventarios, cada uno con su metodología y en función de las características particulares de cada especie.
- En muchos casos información parcial, incompleta, mal documentada o antigua. La dispersión de todas estas fuentes, su visión particular de la cuestión que ha condicionado los modelos de datos, la falta de metadatos, etc. han conducido a muchos conjuntos de datos pero inutilizables de un sector de usuarios para otros.

La solución a estas cuestiones puede estar en que es momento de oportunidad:

- Existe una voluntad política y técnica. Nunca han existido tantas obligaciones de informe y gestión de la biodiversidad como en este momento. A pesar del fracaso parcial de la iniciativa europea "detener la pérdida de biodiversidad para 2010", el tema sigue plenamente vigente en la agenda de la Comisión y, por ello, en la de todos los países miembros.
- La tecnología está madura y es una aliada. Los sistemas de información actuales permiten desarrollos impensables hace solo una década. La componente geográfica puede ser integrada en los procesos gracias a los estándares OGC sin asumir enormes costes.
- Gran disponibilidad de información geográfica. Nunca ha existido tanta información ni de tanta calidad como la que proporcionan actualmente las administraciones públicas, bien a través de la IDEE, de sus respectivas IDE regionales o institutos o servicios cartográficos. Paulatinamente se va integrando una cultura de la gratuidad de esta información en la sociedad española que garantiza un escenario de reutilización.
- La información sobre biodiversidad es un mandato de la Ley 27/2006 y Directiva 2003/4/CE de acceso a la información ambiental, si bien algunos aspectos relacionados con la distribución de algunas especies están expresamente recogidos entre sus excepciones.
- Lugares protegidos, regiones biogeográficas, hábitats y biotopos y distribución de especies, además de otros relacionados, son temas incluidos en Directiva 2007/2/CE, INSPIRE en sus anexos I y III.
- A nivel estatal, la Ley 42/2007, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, ordena en su artículo 9 la creación del Inventario Español del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, aunque su desarrollo está pendiente de la aprobación del Real Decreto correspondiente.

En aplicación a lo expuesto en la Comunidad Foral de Navarra se decidió dar un paso quizás singular:

- Crear una infraestructura, a la que se denomina "infraestructura de datos sobre biodiversidad de Navarra".
- construida por todos (Administración, divulgadores, docentes, investigadores, técnicos, personal de campo, asociaciones conservacionistas, consultorías, etc..)
- con vocación de servir a todos (para satisfacer, de forma escalable y personalizada los requerimientos de gestores y técnicos y, a la vez, atender las demandas de conocimiento de los ciudadanos),
- con componente geográfica y plenamente integrada en la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (http://idena.navarra.es),

- con todos los elementos que la componen interrelacionados como los propios ecosistemas y documentada mediante metadatos estándar,
- interoperable con acceso a datos y servicios, según las definiciones de OGC u otros organismos de estandarización cuando éstas especificaciones o modelos existen.

Su cronología puede resumirse en los siguientes hitos:

- 2007: construcción modelo de datos: técnicos de la Dirección General de Medio Ambiente y Agua y técnicos en biodiversidad de la sociedad pública Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra.
 - publicación 1ª versión en Internet (julio).
 - presentación del proyecto en jornada Gl&GIS-Oporto: premio a mejor póster e invitación a la propuesta del proyecto Nature-SDI plus en la convocatoria e-Content plus, de contenidos digitales para la sociedad de la información (contenidos geográficos para la puesta en marcha de INSPIRE).
- 2008: mejoras en el servicio de mapas y en prestaciones de la herramienta.
 - inicio del proyecto Nature-SDI plus (Génova, octubre).
- 2009: un nuevo método de trabajo = nuevos horizontes con especial atención a las necesidades de usuario a través de la creación de cuatro grupos de trabajo: Administración, universidades (Universidad Pública de Navarra y Universidad de Navarra), investigadores y colaboradores (sociedad de estudios ambientales Aranzadi y otros) y aficionados a la fotografía de naturaleza. Grupos que serán ampliados a otros sectores conforme el diseño de la infraestructura así lo requiera.
 - mashup de la ventana geográfica, servicio de geoprocesamiento para el enmascaramiento de coordenadas de precisión, módulo de fotografías.
- 2010: publicación de la 2ª versión en Internet basada en el acceso a servicios (coincidiendo con este XIV Congreso).
 - repositorio de documentación, intercambio de datos de especies con GBIF (convenio puesto en marcha en marzo), mantenimiento de los contenidos de las fichas (*wiki*) en entrono autenticado y primeras pruebas de carga de datos de distribución de especies (finales de año).

PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA DE DATOS SOBRE BIODIVERSIDAD DE NAVARRA - IDBD

La IDBD está compuesta de elementos que, visualizados en forma de fichas en forma de una pequeña wiki, permiten acceder a información básica sobre sus tres componentes básicos: lugares, hábitats y especies. Todos estos elementos están interrelacionados de forma que cada "lugar" concreto conduce a las fichas de los hábitats que los componen y a las especies que lo habitan, lo mismo sucede desde hábitats a lugares dónde están representados y sus especies y, por último, desde especies a los hábitats y lugares que forman parte de su área de distribución (figuras 3 y 4).

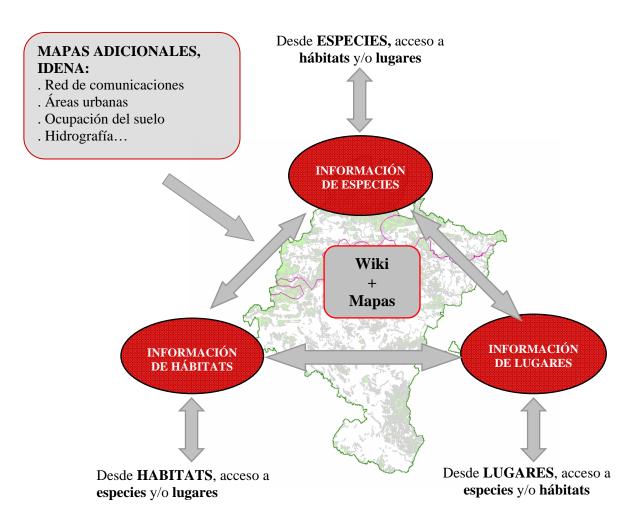


Figura 3. Esquema de relación de los elementos de la IDBD

En este momento la IDBD contiene información sobre datos descriptivos, citas de especies, capas geográficas, metadatos, fotografías, documentos y enlaces a otros recursos relacionados con 52 hábitats, 152 lugares, 71 especies de flora, 102 especies de fauna, 194 definiciones en el glosario y 13 autores con más de 1.000 fotografías.

Los contenidos básicos de presentación de la Infraestructura y la navegación son multilingües: español, euskera, inglés y francés, si bien los contenidos se encuentran desarrollados en la primera lengua.

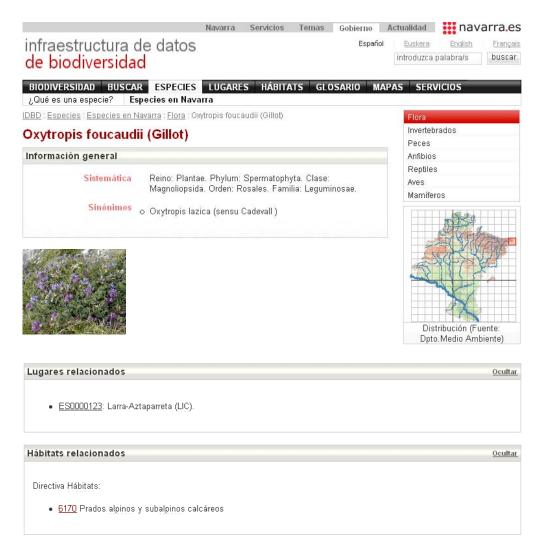


Figura 4. Ejemplo de triangulación Especie<>Hábitat<>Lugar: Oxytropis foucaudii (Gillot)

El otro conjunto de componentes que transforman a la IDBD en una potente herramienta son los servicios geográficos, todos ellos completamente integrados en la Infraestructura de Datos Espaciales de Navarra (IDENA), que la provee de fondos cartográficos mediante servicios WMS y de aquellos fenómenos relacionados con la temática en forma de más de una decena de capas. Un servicio WFS permite la consulta de cualquier hábitat, lugar o cuadrícula de distribución de especies (figura 5).

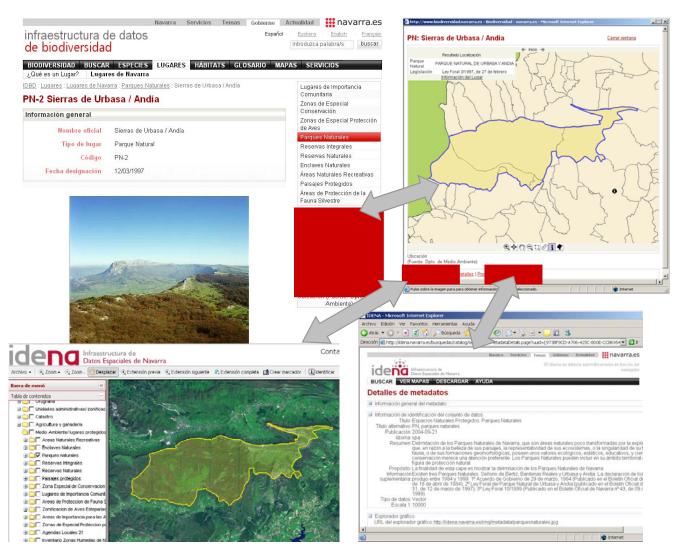


Figura 5. Desde la ventana "mapa" de cada ficha de la Wiki, se accede a una ventana geográfica que destaca el elemento de partida. Desde ésta se puede acceder gráficamente al mismo fenómeno en IDENA o a sus metadatos (excepto para especies).

En este apartado destacar también que la ventana geográfica de la IDBD es un potente componente gráfico que permite acceder a 12 mapas servidos mediante WMS desde IDENA y a un repositorio de 13 capas vectoriales que permiten selección y consulta de los fenómenos mediante WFS (figura 6).

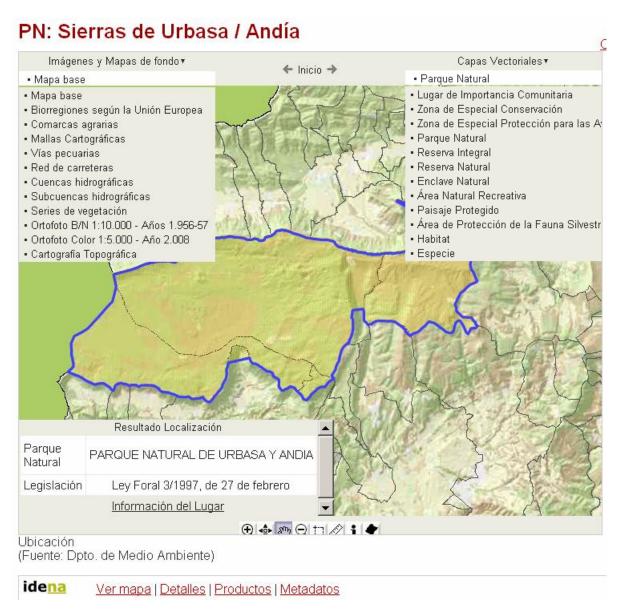


Figura 6. Ventana geográfica de la IDBD accesible desde las fichas de la Wiki con el despliegue de fondos WMS y de las capas vectoriales.

Esta ventana geográfica, plenamente operativa, se comporta como un mashup ya que puede ser incrustada en cualquier recurso Web a través de la instrucción iFrame, lo que abre la posibilidad de mostrar la información almacenada en la página de los colaboradores (ONG's, universidades, asociaciones de estudios naturales, etc.).

Por ejemplo, la instrucción para incrustar el mapa de distribución en cuadrícula 10 x 10 Km de la rana ágil (*Rana dalmatina*, especie con identificador IDBD=701):

<iframe width=600 height=765 frameborder=0 scrolling=no marginheight=0 marginwidth=0
src="http://www.biodiversidad.navarra.es/MapView.aspx?tipo=especie&id=701&h=666&w=765">
</iframe>

Rana dalmatina Imágenes y Mapas de fondo▼ • Mapa base • Especie Rana dalmatina Capas VI • Especie Rancia Francia Francia Aragán

Cuadrícula UTM 100×100 Cuadrícula UTM

Otro componente importante es el que se ha preparado para la recogida de fotografías (figura 7), obligatoriamente georreferenciadas, que cuenta con importantes ayudas a los aficionados como la transformación del sistema de coordenadas de WGS84 a UTM-ED50, si las instantáneas incluyen las coordenadas del GPS en la cabecera EXIF del archivo JPG, o la ventana de ayuda a la georrefenciación, que permite navegar por un mapa con ortofoto o mapa topográfico pasterizado y localizar un municipio, un topónimo o un lugar protegido. Una vez fijado el punto de toma, un geoproceso se encarga de facilitar la "conexión" con los elementos de la IDBD: especies, hábitats y lugares (adicionalmente pueden recogerse otros aspectos como usos y costumbres) como se puede ver en la figura 8.

⊕ 💠 🕾 ⊖ ta 🛷 🕯 💠



Fotos: Ficha foto

Autillo



(CC) 2010 Fernando Alonso Pastor

Autor: Fernando Alonso Pastor (Ver más fotos) (Contactar)

 Fecha:
 18/04/2006

 Publicada:
 24/03/2010

Figura 7. Detalle del módulo de fotografías con la imagen y la ventana geográfica que muestra el punto de toma de la toma. Entre los datos se incluyen autor, fecha de toma y entrada en el sistema, relación con los componentes de la IDBD, y las condiciones de uso de la imagen según Creative Commons.



Figura 8. Módulo de asistencia a la georreferenciación y conexión de las fotografías al resto de componentes de la IDBD. La ventana geográfica, desarrollada con *Open Layers* permite incluir una bandera roja (objeto fotografiado) y opcionalmente otra azul (punto de toma) para las tomas de paisaje.



Figura 9. Módulo de búsqueda de fotografías que permite operar por texto, temática, fecha o área geográfica. El desarrollo realizado para esta área aún no está disponible para el resto de componentes de la IDBD.

Las fotografías se incorporan a la base de datos a través de un entorno autenticado, que pretende incorporar a los técnicos, investigadores, colaboradores y aficionados que así lo soliciten, sin ánimo de competir con otras iniciativas más populares de fotógrafos de naturaleza o de turismo de naturaleza. En el futuro, cando se disponga de un estándar que permita el intercambio de fotografías entre plataformas, aquellas imágenes existentes en la IDBD estarán a disponibles a través de Internet si así lo permiten sus derechos de cesión.

Por último, los usuarios autenticados pueden realizar comentarios a las fotografías del resto de usuarios, ayudar a la identificación a través de una galería específica y, como puede verse en la figura 9, las búsquedas y otros procedimientos permiten generar "alertas" para saber, por ejemplo, que se han incorporado fotografías de determinado tema, de un área concreta, de cierto autor o la combinación de varias de ellas.

UNA NUEVA ETAPA: LA IDBD COMO UNA EXPERIENCIA COMPARTIDA

A partir del año 2009, el proyecto ya estaba operativo con funcionalidades que le proporcionan un alto valor añadido comparado con otros métodos de trabajo más tradicionales y con un nivel de contenidos mínimo. Su presentación a nivel regional a distintos colectivos despertó un gran interés y ofrecimientos de colaboración por parte de las entidades con las que se contactó.

Lo que se quiere destacar en este punto, no es sólo que la IDBD puede actuar como repositorio del conocimiento sobre la biodiversidad de Navarra, sino cómo el proceso puesto en marcha a partir de ese momento a condicionado su futuro desarrollo. La clave, es que el Gobierno de Navarra, que actúa de patrocinador de la iniciativa, ha asumido íntegramente que se trata de una infraestructura y que, por tanto, debe ofrecer datos y servicios a todos los ciudadanos que se lo demanden, incluyendo procedimientos que equilibren el suministro de

información y las necesidades de protección de las especies sensibles como se recoge entre las excepciones de la Ley 27/2006 de acceso a la información ambiental.

Para este proceso, que ha supuesto un nuevo método de trabajo definiendo a la IDBD como "un proyecto compartido", se han constituido cuatro grupos de trabajo formados por usuarios con unas necesidades muy diferenciadas: técnicos gestores, investigadores, fotógrafos y público en general. En el futuro podrán concluir sus trabajos unos y constituirse otros, conforme el desarrollo de la IDBD así lo requiera o lo demanden nuevos colectivos de usuarios (docentes, proveedores de recursos turísticos, consultoras de impacto ambiental, etc.).

Durante el año 2009, se desarrolló una presentación - reunión con cada grupo de trabajo, excepto con las universidades que requirieron una por Institución (Universidad de Navarra y Universidad Pública de Navarra). Para el proceso se partía de una presentación PowerPoint adaptada al colectivo y se hacía entrega de un documento referente a la metodología de trabajo y objetivos de la IDBD y de una "guía de trabajo" para el análisis de estructura, contenidos, servicios, etc. con el que, a modo de encuesta, los usuarios hicieron llegar sus comentarios, críticas y necesidades.

Como resultado de las 5 sesiones mantenidas y más de 150 correos electrónicos para aclarar determinadas cuestiones, se recibieron las siguientes aportaciones:

- 3 de la Universidad de Navarra,
- 4 de la Universidad Pública de Navarra
- 3 de usuarios públicos,
- 4 de técnicos.
- 2 de fotógrafos.

Estas 16 aportaciones incluían más de 50 propuestas que afectan a todos los aspectos del proyecto: Check-list, metadatos, navegabilidad y usabilidad, servicios geográficos, búsquedas y explotación de datos, tipos de datos y su calidad, entre otros. Para su evaluación se preparó una matriz de coincidencias que ha permitido priorizar aquellos desarrollos que dan satisfacción a un mayor número de usuarios, siempre desde una visión de menor coste – mayor eficacia.

Precisamente en este XIV Congreso de Tecnologías de la Información Geográfica se presentan nuevas prestaciones y un nuevo frontal que han sido resultado de este proceso de desarrollo compartido. Durante su presentación se realizará una demostración en directo para resaltar los elementos más avanzados de la IDBD.

AGRADECIMIENTOS

La IDBD ha sido posible gracias a la financiación aportada por los presupuestos del Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente del Gobierno de Navarra y el esfuerzo y dedicación de profesores, técnicos, expertos y otros colaboradores. El proyecto es y será reflejo del esfuerzo de todos ellos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bosque Sendra, J. (1992): La enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica. *V Coloquio de Geografía cuantitativa*. *Actas y Comunicaciones*. Servicio de publicaciones de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza, pp. 47-58.
- Chuvieco Salinero, E. (2002): *Teledetección Ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*. Ariel, Madrid, 592 pp.
- Metternicht, G. (2006): Consideraciones acerca del impacto de Google Earth en la valoración y difusión de los productos de georrepresentación. *GeoFocus* (Editorial), 6: 1-10. http://geofocus.rediris.es/2006/Editorial_2006.pdf
- Palmer, H. y Pruett, L. (2000): GIS Applications to Maritime Boundary Delimitations. En: D. Wright y D. Barrett (Ed.), *Marine and Coastal Geographical Information Systems*. Taylor and Francis, Londres, pp. 279-296.
- Shi, W.Z. y Tian, Y. (2006): A hybrid interpolation method for the refinement of a regular grid digital elevation model. International Journal of Geographical Information Science, 20 (1): 53-67.

Aparicio, J., Pamos, M.D., Giménez de Azcárate, F., Rodríguez, M., Cáceres, F. y Moreira, J.M. (2010): Mapa guía digital del Espacio Natural de Doñana: un sistema de difusión y acceso a la información técnica de la REDIAM. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.203-1.212. ISBN: 978-84-472-1294-1

MAPA GUÍA DIGITAL DEL ESPACIO NATURAL DOÑANA: UN SISTEMA DE DIFUSIÓN Y ACCESO A LA INFORMACIÓN TÉCNICA DE LA REDIAM

Aparício, J.¹, Pamos, M.D¹, Gimenez de Azcárate, F.¹, Rodriguez, M.², Cáceres, F.², Moreira, J.M.²

- (1) Departamento de Comunicación y Sistemas de Información, Empresa de Gestión Medioambiental S.A., Johan Gutenberg, 1 (Isla de la Cartuja), 41092 Sevilla. {fgimenezdeazcarate, mpamos, faparicio}@egmasa.es
- (2) Dirección General de Desarrollo Sostenible e Información Ambiental, Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. {josem.moreira, francisco.caceres, manuel.rodriguez.suriam}@juntadeandalucia.es

RESUMEN

Dentro de la línea de difusión de información ambiental que imponen directrices europeas, leyes estatales y autonómicas, se ha planteado dar un giro a la clásica producción de los mapas guía de los espacios naturales de Andalucía. Esta nació con el Mapa Guía de Doñana en el año 1989 y ha venido y viene renovándose desde entonces con nuevas versiones.

A lo largo de este tiempo, la tecnología y la información disponible han cambiado notablemente, y con objeto de facilitar a los ciudadanos el manejo de la información cartográfica existente de los diferentes Espacios Naturales, se crea un nuevo concepto denominado "Mapas Guía Digitales de Espacios Naturales".

El mapa guía digital de Doñana, se presenta como una amplia guía en formato "libro-disco", aunando la proximidad de un texto amenizado con fotografías, con una potente herramienta informática que facilita análisis cartográficos, o recorridos virtuales.

El texto permite conocer Doñana desde la perspectiva ambiental, y la aplicación informática, a una completa información sobre vegetación, equipamientos, ecosistemas, historia y tradiciones, además de imágenes satélite, ortofotos y fotografías. Por su especial relevancia, la AVIFAUNA ha sido tratada de forma especial integrando en la aplicación una completa guía de campo.

Palabras Clave: REDIAM, Visor, Mapa, Guía, Doñana, Avifauna, Flora.

ABSTRACT

In-line dissemination of environmental information that impose European guidelines, state and regional, has been raised to turn the classic guide to production of maps of natural areas of Andalusia. This was created with the Map Guide Doñana in 1989 and has been renewed and comes with new versions since then.

Throughout this time, technology and information available have changed dramatically, and in order to provide citizens with the management of topographic data available from different natural areas, establishing a new concept called "Digital Guide Maps of Natural Spaces".

The digital guide map of Doñana, is presented as a comprehensive guide format "book-album", combining the proximity of a text enlivened with photographs, with a powerful analysis tool that facilitates mapping or virtual tours.

The text allows Doñana know from an environmental perspective, and computer application, to complete information about vegetation, equipment, ecosystems, history and traditions, in addition to satellite imagery, orthophotos and photographs. Because of its special relevance, BIRDS has been specially treated in the implementation integrating a complete field guide.

Keywords: REDIAM, Viewer, Map, Guide, Doñana, Birds, Flora

ANTECEDENTES

Bien es sabido que la Red de Información Ambiental de la Consejería de Medio Ambiente, entre sus cometidos tiene la labor gestionar, normalizar y poner a disposición del público la información relativa al medio ambiente que se va produciendo con el paso del tiempo. Este tiempo, permite a su vez que las tecnologías vayan evolucionando y se presenten nuevas oportunidades en la forma en que se muestra la información ambiental, pudiéndose por lo tanto ofrecer al público aplicaciones con un potencial de explotación de la información siempre creciente

En el año 1989 se inició una serie de mapas (Mapas Guía de Espacios Naturales), que perseguía poner a disposición de los gestores y del público la información ambiental existente en los espacios naturales de Andalucía, para ayudar a la conservación y sostenibilidad de nuestro entorno. Precisamente ese primer mapa mostraba el Espacio Natural de Doñana. Desde aquel momento han sido numerosos Parques los que se han mostrado en esta serie, incluso se han ido renovando a lo largo del tiempo incluyendo nuevos datos según aumentaba la información disponible y la tecnología que lo hacía posible. Y así fue como se creó un nuevo concepto denominado "Mapas Guía Digitales de Espacios Naturales", en los que se unía la información básica del mapa guía en papel de los EENN con la potencialidad de las nuevas tecnologías y herramientas informáticas. Se inicia así una nueva serie sobre los más emblemáticos de Andalucía.

El mapa guía digital del Espacio Natural Doñana, es el segundo de la serie que se inició con el Espacio Natural de Sierra Nevada (Consejería de Medio Ambiente, junta de Andalucía, 2007), y se presenta como una amplia guía en formato "libro-disco" que aúna la proximidad de un texto amenizado con gráficos y fotografías, con una potente herramienta informática que facilita diversos análisis cartográficos, recorridos virtuales a pié, en vehículo o simulando navegación aérea, sobre todo el ámbito territorial de Doñana.

ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio va a depender de la escala de presentación aunque se define como el espacio natural de Doñana y su entorno más inmediato abarcando a fundamentalmente a los municipios adscritos al Parque.





Figura 7. Delimitación de la zona de estudio

METODOLOGÍA

La aplicación, basada en los sistemas de información geográficos se presenta como una herramienta cartográfica de fácil manejo con una interface intuitiva con un gran potencial, que divide las funcionalidades principales en grupos de herramientas, pantalla de visualización, croquis de situación, gestor de capas de información y selección del modo de visualización 2D, 2.5D y 3D.



Figura 2. Pantalla inicial



Figura 3. Pantalla inicial mostrando los diferentes paneles y funcionalidades

Las capas por defecto incluidas en el gestor de capas, abarcan una importante cantidad de información relativa al Espacio Natural Doñana, y se muestran en la interface en tres niveles diferentes de escalas según unos rangos predefinidos:

- Escala General 1:500.000 → 1:300.000
- Escala de Semi detalle 1:299.999 → 1:65.000
- Escala de Detalle 1:64.999 → 1:5.000

La información integrada en la aplicación bien sea con topología de puntos, líneas o polígonos, define perfectamente el espacio natural y comprende las siguientes capas precargadas por defecto:

Visitas y Equipamientos de Uso público. Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía (2008b)		
	Área de Acampada	^
	Aula de la Naturaleza	&
	Área Recreativa	!
	Centro de Visitantes	W
	Lugar de Interés	\$
	Mirador	:
	Observatorio	H I
	Punto de Información	6
	Ecomuseo	
	Jardín Botánico	[
	Senderos	+ T
	Historia y tradiciones	1
	Fotografías panorámicas	(iii)

Reserva Natural Concertada. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía (1998a)

Corredor verde Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía (1998a)

Mapa guía EN Doñana: Consejería de Obras Públicas y Transporte, Instituto Cartográfico de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente (2005)

Mapa de Ecosistemas EGMASA (2008)

Núcleos de población: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía (1998b)

Vías de comunicación Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía (1998c)

Hidrografía: Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía (2008a)

Cortafuegos Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía (1998c)

Límites de Espacios Naturales Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía (1998a)

Límites administrativos Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía (2004):

Bases cartográficas de referencia

Instituto Cartográfico de Andalucía, Consejería de Ortofoto color de 1 m de resolución. Vuelo Vivienda y Ordenación del Territorio. Junta de fotogramétrico de 2007 Andalucía. (2004)

Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía Orto imagen LANDSAT año 2007. Resolución (2007a) de 30 m

Capas calculadas del Modelo Digital del Terreno (MDT) Curvas de nivel

Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio; Mapa de pe Consejería de Agricultura y Pesca; Consejería de Medio Sombreado Ambiente. Junta de Andalucía (2001-02)

Mapa de pendientes Sombreado Mapa Hipsométrico

Estas capas de información que se presentan en la pantalla en función de su activación y de la escala de visualización, están vinculadas con las diferentes bases de datos incluidas y ofrecen numerosas reseñas complementarias bien sean alfanuméricas y/o gráficas, consiguiéndose un complemento perfecto basado en las tecnologías de los sistemas de información geográficos. Así por ejemplo, se puede pulsar el icono "i" (mostrar la información asociada al elemento), y al picar sobre el elegido abre una pantalla que muestra la información contenida en la base de datos y multitud de imágenes, dibujos, fotografías ordinarias o panorámicas asociadas a el.

En modo de edición, se pueden digitalizar elementos puntuales, polilíneas o poligonales, que llegan a formar parte de los elementos integrados en la aplicación por defecto, pudiéndose realizar tantas operaciones con ellas como con las precargadas.

Además de las funcionalidades más comunes de cualquier visor, como por ejemplo hacer zoom, situarse en modo desplazamiento, modo cursor, solicitar información, búsqueda, etc, ofrece la posibilidad de diversos cálculos cartográficos de superficies o pendientes entre otras, además de poder cambiar las vistas a modo 3D (tres dimensiones) o 2.5D (vista oblicua), incluso la opción de programar vuelos virtuales siguiendo recorridos definidos por el usuario. En estos vuelos puede configurar distintos parámetros para conseguir una simulación acorde con nuestras necesidades.



Figura 4. Vistas 2D

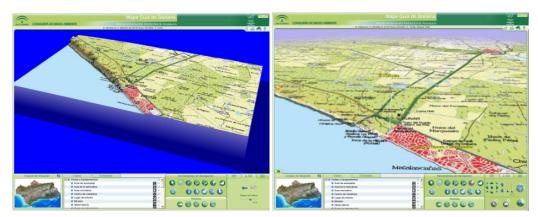


Figura 5. Vistas 2.5D y 3D

Complementariamente se añaden una serie de documentos accesibles desde el icono de "Documentos" muy interesantes para que el usuario conozca de primera mano, como ha evolucionado el Espacio Natural desde la antigüedad hasta ahora, cuáles son sus planes presentes y futuros y que normas básicas se han de conocer para realizar una visita sostenible en Doñana.

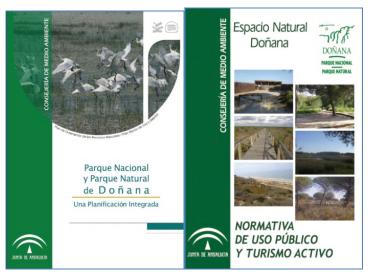


Figura 5. Portadas de las publicaciones con enlace directo en la aplicación: Plan de Ordenación de los Recursos Naturales/Plan rector (Consejería de Medio Ambiente, 2005) y el folleto sobre Normativa de uso público del espacio natural de Doñana

Además en el DVD se incluyen numerosos documentos en pdf relacionados con Doñana como son la memoria anual de Actividades y resultados del 2008 (Consejería de Medio Ambiente, 2009) y sus anexos.

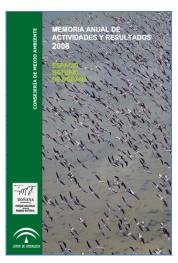


Figura 6. Portada del documento incluido en el DVD: Memoria anual de actividades y resultados 2008 (Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía (2009)

En el Mapa Guía Digital, debido a la gran importancia que adquiere en el Espacio Natural de Doñana, se dedica un apartado completo a la avifauna con una adaptación digital de la GUIA de CAMPO de las AVES de DOÑANA, (Ceballos et al., 2005)

A la memória de Moncho Coronado

GUÍA DE CAMPO DE LAS

AVES

DE

DOÑANA

Coordinador: Beltran de Ceballos Vazquez Ilustraciones: Antonio Ojea Gallegos Textos: Juan Martín Bermúdez Díseño: Maximiliano Pflüger Domínguez Edita: Fundación Doñana 21



Figura 3. Detalle de la publicación de la guía de campo de las de aves de Doñana

Es una herramienta muy intuitiva y de fácil manejo a la que se accede a través del icono correspondiente incluido en la pestaña de herramientas de navegación. Se presenta inicialmente como una pantalla en la que se han desarrollado dos métodos de búsqueda: uno sencillo mediante el cual al introducir un nombre científico o vernáculo, se van mostrando las diferentes especies coincidentes. En el método de búsqueda avanzado además de incluir el sencillo, permite ir filtrando por diferentes características inherentes a la diversa avifauna existente, como son los

diferentes ambientes en los que habitan, la presencia y nidificación en determinadas épocas del año o su facilidad de avistamiento. Se han definido ocho ambientes, tres niveles de avistamiento y la posibilidad de seleccionar los meses en los que queremos definir la búsqueda en función de la presencia o nidificación.



Figura 4. Aplicación de tres filtros: Observación, presencia y nidificación y vista en conjunto



Figura 5. Resultado de la aplicación de los filtros y vista general del visor

Siguiendo el esquema de la guía se definen ocho ambientes diferentes que permiten, junto a los filtros anteriormente descritos, conseguir búsquedas ajustadas a las necesidades.

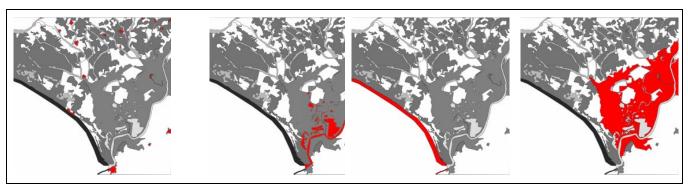


Figura 6: Ambiente Urbano Ambiente Lacustre Ambiente Litoral Ambiente Marisma

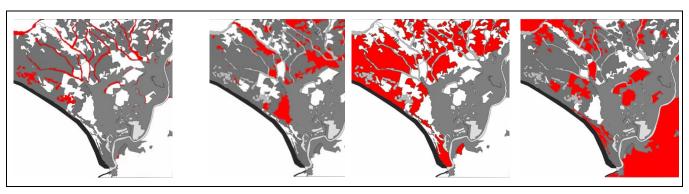


Figura 7: Ambiente Ribereño

Ambiente Montebajo

Ambiente Arbóreo

Ambiente Estepario

Entre sus funcionalidades incluye un manual de ayuda, una copia en formato pdf de la Guía de Aves (Ceballos et al., 2005) fuente del desarrollo de la aplicación, así como posibilidad de impresión de las fichas de la especie seleccionada.

RESULTADOS

Finalmente se obtiene una publicación de un libro de 80 páginas en un formato de fácil manejo, que incluye la aplicación en un DVD con 4,34 GB de información en la que se incluyen más de 2.000 archivos fotográficos, la guía de campo de las aves de Doñana en formato PDF, videos, y otros documentos complementarios.



BIBLIOGRAFÍA

Ceballos et al. (2005): Guía de Campo de las Aves de Doñana

Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía

- (1998a): Límites históricos de Espacios Naturales Protegidos en Andalucía a escala 1:10.000.
- (1998b): Límites de núcleos urbanos de Andalucía a escala 1:50.000, año 1998.
- (1998c): Vías de comunicación a escala de semidetalle. Red de carreteras, caminos, cortafuegos y ferrocarriles a escala 1:50.000.
- (2005): Plan de Ordenación de los Recursos Naturales/Plan rector.
- (2007a): Mosaico de ortoimágenes Landsat TM de Andalucía. Resolución de 30 m.
- (2007b): Mapa Guía Digital de Espacios Naturales. Sierra Nevada, Parque Nacional y Parque Natural

- (2008a): Red hidrográfica procedente del Mapa Topográfico de Andalucía 1:10.000 y adaptada para su integración en la base de datos de Información General de Aguas Superficiales.
- (2008b): Equipamientos y senderos de uso público a escala de detalle.
- (2009): Memoria anual de actividades y resultados 2008
- Consejería de Obras Públicas y Transporte, Instituto Cartográfico de Andalucía, Consejería de Medio Ambiente (2005): Mapa guía del espacio natural Doñana. Escala 1:75.000.
- Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio; Consejería de Agricultura y Pesca; Consejería de Medio Ambiente.

 Junta de Andalucía (2001-02): Vuelo Fotogramétrico de Andalucía, BN Escala 1:20.000 Producción Ortofoto Andalucía 0,5 m. Modelo Digital de Elevaciones.
- Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía (2004): Límites administrativos de referencia de Andalucía a escala 1:100.000.
- EGMASA (2008): Mapa de ecosistemas del mapa guía digital de Doñana. Generado a partir del Mapa de usos y coberturas vegetales del suelo de Andalucía (2003), escala 1:25.000. y de la Cartografía y evaluación de la vegetación de la masa forestal de Andalucía a escala de detalle 1:10.000, (1996-2006). Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía
- Instituto Cartográfico de Andalucía, Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio. Junta de Andalucía. (2004): Vuelo Fotogramétrico de Andalucía, COLOR Escala 1:60.000. Producción Ortofoto Andalucía 1m. Ortofoto 1m (RGB)

Buzzi Marcos, J., García-Meléndez, E., Mínguez, A. y Pérez Gallego, N. (2010): Cartografía geomorfológica y de procesos activos en la cuenca media-alta del Río Eria mediante técnicas de SIG (provincia de León, España). En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.213-1.220. ISBN: 978-84-472-1294-1

CARTOGRAFÍA GEOMORFOLÓGICA Y DE PROCESOS ACTIVOS EN LA CUENCA MEDIA-ALTA DEL RÍO ERIA MEDIANTE TÉCNICAS DE SIG (PROVINCIA DE LEÓN, ESPAÑA)

Buzzi Marcos, J.1; García-Meléndez, E.2; Mínguez, A.3 y Pérez Gallego, N.2

- (1) Instituto Geológico y Minero de España. Área de Investigación en Cambio Global. C/ La Calera, 1. 28670 Tres Cantos (Madrid). j.buzzi@igme.es
- (2) Área de Geodinámica Externa, Facultad de CC. Ambientales. Campus de Vegazana s/n, Universidad de León, 24071, León. egarm@unileon.es, npgallego@gmail.com.
- (3) Instituto Geológico y Minero de España. Área de Investigación en Cambio Global. Parque Científico, Av. Real, 1. 24006, León. a.minguez@igme.es

RESUMEN

El objetivo es la elaboración de la cartografía geomorfológica y de procesos geológicos activos de un tramo del curso medio de la cuenca del río Eria, en el sector suroccidental de la provincia de León utilizando técnicas de SIG.

El trabajo se ha basado en la fotointerpretación de fotos aéreas en visión estereoscópica, estudio bibliográfico y aplicación de técnicas de SIG para el análisis de modelos digitales de terreno y mapas derivados (pendientes, alturas...) y para la representación cartográfica.

Como resultado se distinguen tres dominios de relieve caracterizados por diferentes procesos geológicos: dominio de los relieves sobre sustrato paleozoico, dominio de los relieves de origen fluvial y dominio de las formas de origen antrópico. En el primero tienen gran relevancia las formas del relieve relacionadas con la estructura geológica hercínica, en donde aparecen procesos activos ligados a procesos gravitacionales, originando formas del relieve como canchales, coluviones, depósitos de piedemonte y. Debido a lo escarpado de este dominio, apenas existen infraestructuras humanas, por lo que la interferencia de los procesos activos con las mismas es baja. En el segundo dominio aparecen formas del relieve originadas por procesos activos relacionados con el encajamiento de la red fluvial y de sedimentación, pudiendo afectar a infraestructuras humanas. En el tercero aparecen actuaciones susceptibles de interferir con los procesos activos naturales, provocando efectos adversos para la población.

La información cartográfica obtenida supone la base para un análisis de susceptibilidad espacial de los distintos peligros de origen geológico, útil para la planificación territorial.

Palabras Clave: Riesgos naturales, cartografía, fotointerpretación, SIG, Geomorfología.

ABSTRACT

The aim of this work is to represent by means of GIS techniques the geomorphological and active geological processes map of the middle course of the Eria river, located in the southwestern León province, Spain. This study is based on aerial photointerpretation, bibliographic analysis of previous works, and on the application of GIS techniques. These techniques were used for the representation of the mapping units, and for analyzing a DTM and derived maps (slop, aspect, etc.), creating a spatial and attribute database.

Three main relief domains were differentiated based on the predominant active geological processes: the domain of landforms developed on the Palaeozoic metamorphic rocks, the domain of fluvial landforms, and the domain of anthropogenic landforms. The first one is mainly related to active gravitational processes, but because of the low human occupation, the interaction with human infrastructures is almost negligible. The second one is mainly related to incision and sedimentation of the drainage network, interacting with some human infrastructures developed on the floodplains, alluvial fans and close to the river side. The third one is formed by human elements affecting and modifying at different levels the strength of the active geological processes.

The resulting map act as a basis for further spatial susceptibility for geological hazards analysis, which is useful for land use planning.

Key Words: Natural hazards, mapping, photointerpretation, GIS, Geomorphology.

INTRODUCCIÓN

La zona estudiada corresponde al cuadrante suroriental de la Hoja 230 (Castrocontrigo) del Mapa Topografico Nacional, en el suroeste de la provincia de León (Fig. 1). Aparecen relieves apalachianos con una cota máxima de 1.508 m y con sus líneas de cumbres dispuestas en dirección WNW-ESE. Estos relieves aparecen disectados por una red de drenaje formada por un río principal (río Eria), que discurre durante la mayor parte de su recorrido paralelamente a los mismos, y numerosos arroyos, entre los que destaca el arroyo de Serranos. El clima de la zona es de tipo continental, con una temperatura media anual de 11,1 °C y precipitaciones medias anuales de 625 mm. Debido a sus características litológicas, estructurales y geomorfológicas, en esta zona aparecen diferentes procesos geológicos activos, capaces de provocar daños y pérdidas en los bienes de la población aquí presente.

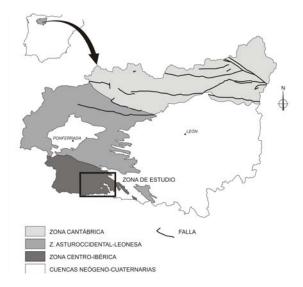


Figura 1. Localización de la zona de estudio.

En este trabajo se describen las diferentes formas del relieve y los procesos geológicos activos presentes en la zona de estudio con la finalidad de realizar una cartografía geomorfológica, determinando la influencia que tienen estos procesos sobre las formas del relieve y la población mediante el uso de técnicas de teledetección y SIG.

Esta zona se encuentra enmarcada en el tránsito de dos importantes unidades geológicas: el Sinclinal de Truchas, perteneciente a la Zona Centro-Ibérica del Macizo Hespérico, donde aparecen las principales elevaciones y las pendientes más escarpadas, y la Cuenca neógeno-cuaternaria del Duero, que forma las zonas más bajas y de pendientes más suaves. Las diferencias litológicas y estructurales existentes entre estas dos unidades se traducen en la presencia de relieves muy diferenciados entre si por su configuración geomorfológica y por los procesos geológicos activos que operan en ellos.

En la zona perteneciente al Sinclinal de Truchas aparecen rocas siliciclásticas paleozoicas, como areniscas, pizarras y cuarcitas, que dan lugar a los relieves más abruptos. En la zona perteneciente a la Cuenca del Duero los

materiales que aparecen son sedimentos fluviales neógenos y cuaternarios poco consolidados, como arenas, conglomerados y arcillas, y aparecen en las zonas de menor altura y pendiente.

MÉTODO

Para la elaboración de este trabajo se recopiló diversa información, bibliografía de la zona de estudio y otras zonas con el mismo contexto, cartografía temática, observaciones y descripciones de campo y fotografías aéreas en visión estereoscópica y ortofotos con el fin de realizar una cartografía geomorfológica y de procesos activos basada en las normas propuestas por Martín-Serrano, et al. (2004). Esta cartografía se basó en la identificación de unidades en las fotografías aéreas, que fueron plasmadas posteriormente en un mapa en papel, digitalizado posteriormente. Esta digitalización se realizó en ArcGIS con el fin de realizar posteriormente diferentes análisis de la información mediante técnicas de SIG con la finalidad de analizar la susceptibilidad de las diferentes infraestructuras ante la actuación de procesos geodinámicos activos (Fig. 2).

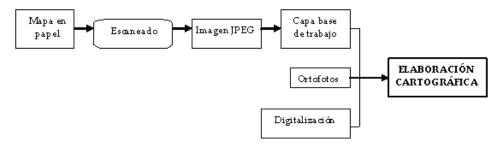


Figura 2. Proceso de elaboración de la cartografía.

RESULTADOS

El análisis de la información recopilada y la cartografía elaborada permitió dividir la zona de estudio en tres dominios del relieve (Buzzi, 2008) diferenciados entre sí en virtud de las formas del relieve y de los procesos geodinámicos activos que operan en cada uno de ellos (Fig. 3).

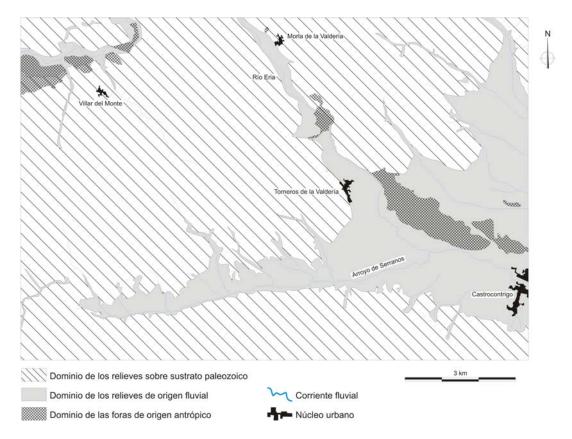


Figura 3: Dominios del relieve identificados en la zona de estudio.

Estos dominios son el dominio de los relieves sobre sustrato paleozoico, formado por morfologías íntimamente ligadas a las rocas del basamento hercínico y a su configuración tectónica, y que abarca la mayor parte de la zona de estudio; el dominio de los relieves de origen fluvial, que engloba las formas del relieve y los procesos activos ligados a la dinámica de las corrientes acuosas, encauzadas o no, y que abarca el ámbito de influencia de los principales cursos fluviales en el tercio oriental de la zona estudiada; y el dominio de las formas de origen antrópico, en el que se encuentran los elementos del relieve natural que han sido modificados por las actividades humanas llevadas a cabo desde la época romana.

Dominio de los relieves sobre sustrato paleozoico

Las formas del relieve que aparecen en este dominio son de tipo estructural, gravitacional y poligénico. También aparecen diversos tipos de procesos activos, como los movimientos de ladera, la erosión fluvial y posibles restos de glaciarismo.

Las <u>formas estructurales</u> observadas son crestas, resaltes de capas subverticales y monoclinales, fallas y valles de fractura. Las crestas y resaltes coinciden con afloramientos de rocas paleozoicas más resistentes y consolidadas (cuarcitas y areniscas), aparecen en los puntos más elevados del relieve y están afectadas por diversas familias de diaclasas. Sus dimensiones son muy variables: 2-10 m de potencia y 3-20 m de altura para las crestas y 0,5-2 m de altura y 0,5-2 m de potencia para los resaltes de capas subverticales y monoclinales. Las fallas que se han identificado son de dos tipos: unas más pequeñas (menos de 2 km de longitud observable), de fácil identificación mediante fotografía aérea y que aparecen afectando a las crestas y resaltes; y fallas de mayor extensión (más de 5 km de longitud observable), menos evidentes, pero deducidas a partir de alineaciones en las formas del relieve, por ejemplo controlando la disposición de la red de drenaje.

Las <u>formas gravitacionales</u> más extendidas por la zona de estudio son los canchales, con y sin vegetación (Fig. 4), coluviones (Fig. 5) y vertientes regularizadas, regularizadas y disectadas, y con bloques (Fig. 6). Los canchales se localizan al pie de los principales afloramientos rocosos, y están formados por clastos heterométricos de cuarcita,

angulosos y poco o nada seleccionados. Se ha utilizado la presencia o ausencia de vegetación como indicador de la movilización interna de los clastos, estableciéndose que en los canchales sin vegetación la movilización y acumulación de clastos es activa y en los canchales con vegetación esta actividad ya ha cesado. Los coluviones están compuestos por sedimentos poco consolidados, con clastos heterométricos y subangulosos flotando en una matriz arenoso-limosa. Respecto a las vertientes, se han reconocido vertientes regularizadas, caracterizadas por la uniformidad de sus rasgos geométricos; regularizadas y disectadas, en las que han actuado procesos de incisión o erosión de los materiales superficiales que las recubren, con el consiguiente afloramiento puntual del sustrato; y vertientes de bloques, similares a las vertientes regularizadas pero en las que aparecen bloques dispersos, procedentes de afloramientos rocosos y movilizados por procesos de gravedad, periglaciarismo o una combinación de ambos.

Las <u>formas poligénicas</u> que aparecen en este dominio están representadas por los depósitos de piedemonte y glacis (Fig. 4) y las superficies de erosión (Fig. 7). Los depósitos de piedemonte están compuestos por clastos poco seleccionados, matriz-soportados, subangulosos y de esfericidad baja. Presentan cierto orden interno (sucesiones de materiales gruesos y finos), correspondientes al arrastre de materiales por agentes que funcionan con energía variable. Su pendiente oscila entre el 5 y 7%. Los glacis presentan una pendiente media del 3,5%. Según la clasificación de Pedraza (1996) los glacis que aparecen en esta zona son de tipo mixto, con una delgada cobertera (se estima 1 m de potencia máxima) apoyada sobre el sustrato rocoso. Las superficies de erosión aparecen dispuestas en cuatro niveles: S1, entre 1600 y 1500 m; S2, entre 1500 y 1400 m; S3, entre 1400 y 1200 m y S4, entre 1200 y 1150 m.

Respecto a los procesos activos, dentro de los movimientos de ladera se incluyen las caídas y desprendimiento de bloques, que aparecen asociados a las crestas y resaltes de rocas duras y deslizamientos.

La erosión fluvial presente en este dominio está causada fundamentalmente por corrientes no encauzadas, que erosionan los materiales poco consolidados (de tipo coluvionar, principalmente), formando surcos, regueros y cárcavas cuya profundidad está condicionada por la presencia o no de un sustrato rocoso. Las cárcavas no son exclusivas de este dominio, sino que también aparecen en los otros dos.

Dominio de los relieves de origen fluvial

Dentro de este dominio las formas del relieve que aparecen son fondos de valle, llanuras de inundación, terrazas, escarpes, barras fluviales, abanicos aluviales y procesos de erosión lateral del cauce.

Los <u>fondos de valle</u> más desarrollados aparecen a lo largo del arroyo de Serranos y en sus principales afluentes, así como en los cauces de los arroyos que drenan las vertientes orientales de los relieves que están en contacto con la Cuenca del Duero.

Las <u>llanuras de inundación</u> no se desarrollan uniformemente a lo largo de todo el curso del río Eria, sino que tienen mayor extensión en las zonas cubiertas por sedimentos miocenos, que no están confinadas por los relieves paleozoicos.

Las <u>terrazas fluviales</u> aparecen formadas por materiales clastosoportados, heterométricos y bien redondeados, y aparecen dispuestas en cinco niveles.

Los escarpes fluviales desarrollados por encajamiento de la red de drenaje llegan a alcanzar los 10 m de desnivel. Las barras fluviales se forman por la acumulación de materiales gruesos, redondeados y poco seleccionados ligadas a la propia dinámica del río, y aparecen en el fondo o los laterales del mismo. La erosión lateral del cauce aparece en zonas de meandros, principalmente en las proximidades de Torneros de la Valdería, afectando a los sedimentos miocenos.

Uno de los procesos activos más significativos en este dominio es el desarrollo de abanicos aluviales; se han contabilizado 29 abanicos, con superficies que oscilan entre 0,01 y 0,5 km². Aparecen en la zona de descarga de corrientes de agua torrenciales, y están formados por materiales de muy escasa madurez textural.

Dominio de las formas de origen antrópico

En este dominio aparecen los elementos del relieve que han sido modificados por actividades antrópicas, y entre ellas destacan las actuaciones sobre la red de drenaje y sobre las formas del relieve mencionadas anteriormente por parte de las vías de comunicación, conducciones de agua, cortafuegos y la minería romana.

Las principales <u>actuaciones sobre la red de drenaje</u> son las defensas de los cauces, la presencia de una minicentral hidroeléctrica y una presa hidráulica. Estos elementos implican modificaciones en el régimen hidráulico del río, que en el caso de las defensas del cauce suponen una disminución del rozamiento entre el agua y el lecho, lo que se traduce en una mayor capacidad erosiva por parte del agua.

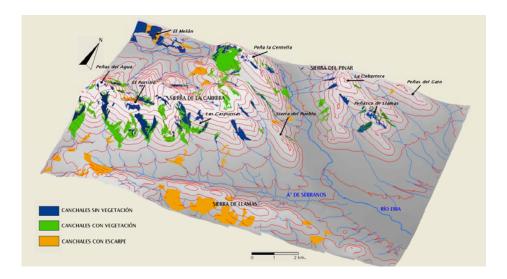


Figura 4. Distribución de los diferentes tipos de canchal en la zona de estudio.

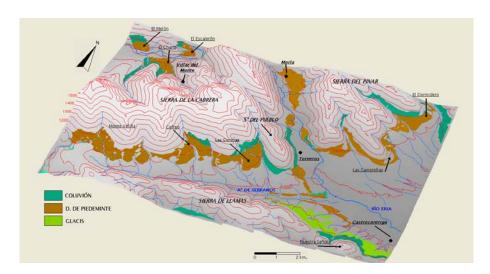


Figura 5. Distribución de coluviones, depósitos de piedemonte y glacis en la zona de estudio.

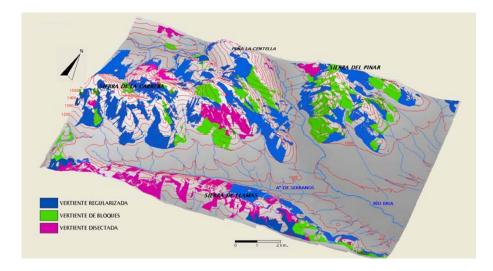


Figura 6. Distribución de las diferentes vertientes en la zona de estudio.

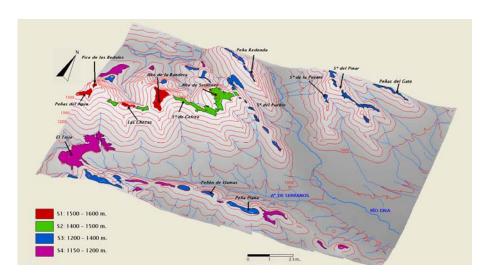


Figura 7. Distribución de las diferentes superficies de erosión en la zona de estudio.

CONCLUSIONES

La elaboración de una cartografía geomorfológica y de procesos activos mediante técnicas de SIG en la zona de estudio constituye la base geológica para la realización de estudios de peligrosidad y riesgos en un SIG, permitiendo su análisis con otras capas de información de la base de datos espacial, como son infraestructuras, pendientes, etc.

La base de datos espacial que constituye la cartografía presentada en este trabajo permite también analizar separadamente cada uno de los dominios de formas del relieve diferenciados, así como los distintos elementos geomorfológicos asociados a cada uno de ellos, facilitando el análisis espacial sobre su distribución preferente a lo largo de la zona de estudio, facilitando el estudio de sus relaciones con otras variables del medio físico como son las pendientes, orientaciones de las mismas, etc.

AGRADECIMIENTOS

Trabajo financiado por el Proyecto LEO45A08 de la Junta de Castilla y León.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Buzzi Marcos, J. (2008): Estudio geomorfológico y cartografía de procesos geodinámicos activos en la cuenca mediaalta del río Eria (provincia de León, España). Trabajo para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados, inédito. Universidad de León, León, 227 pp.
- Martín-Serrano, Á.; Salazar, Á.; Nozal, F.; Suárez, Á. (2004): *Mapa geomorfológico de España a escala 1:50.000. Guía para su elaboración*. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid (España).
- Matas, J.; Velando, F.; Martínez, F.J.; Quintero, I.; Marocs, A.; Pérez Estaún, A. (1982): *Mapa geológico de España* 1:50000 (*Hoja 230, Castrocontrigo*). Instituto Geológico y Minero de España. Madrid (España).
- Pedraza, J. (1996): Geomorfología, principios, métodos y aplicaciones. Rueda, Madrid, 414 pp.
- Pérez García, L.C. (1977): Los sedimentos auríferos del NO de la Cuenca del Duero (provincia de León) y su prospección. Tesis Doctoral, inédita. Universidad de Oviedo, Oviedo, 399 pp.
- Vargas, I.; Pol, C.; Corrochano, Á.; Carballeira, J.; Corrales, I.; Flor, G.; Manjón, M.; Díaz García, F.; Fernández Ruiz, J.; Pérez Estaún, A. (1984): *Mapa geológico de España 1:50000 (Hoja 231, La Bañeza)*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid (España).

Cifuentes Sánchez, V.J. y González Rojas, D. (2010): Infraestructura de Datos Espaciales de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.221-1.235. ISBN: 978-84-472-1294-1

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL GUADALQUIVIR

Víctor Juan Cifuentes Sánchez¹, David González Rojas².

(1) Oficina de Planificación Hidrológica. Confederación Hidrográfica del Guadalquivir Avda. República Argentina, nº 43 Acc., 1ª planta, 41071 - Sevilla (España) vjcifuentes@chguadalquivir.es

(2) Estudio Pereda 4, S.L. Asistencia a Confederación Hidrográfica del Guadalquivir C/Pereda nº4, 29017 – Málaga (España) dgonzalez@pereda4.com

RESUMEN

La CHG tiene entre sus competencias la planificación hidrológica de los recursos hídricos que discurren por la demarcación del Guadalquivir, la realización de obras de interés general, así como la gestión del Domino Público Hidráulico fuera de la Comunidad autónoma de Andalucía. Esto precisa una ingente cantidad de datos relativos al agua y al territorio, que son representados sobre cartografía digital.

La CHG ha trabajado en la construcción de una Infraestructura de Datos Espaciales que, además de aglutinar información cartográfica y alfanumérica de calidad contrastada, ofrece servicios remotos de acceso a los datos geoespaciales.

Asimismo, de cara a la implementación de las especificaciones de la Directiva Infraestructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE) y de su ley de transposición al ámbito nacional, se ha prestado atención a las recomendaciones del Grupo de Trabajo de la Infraestructura de Datos Espaciales de España (GT-IDEE). Igualmente, para la implementación de la Directiva Marco del Agua (DMA), se han seguido las guías técnicas desarrolladas por los Grupos de Sistemas de Información del Agua y Reporting.

El fin último de la IDE-CHG es facilitar el conocimiento de la compleja realidad geográfica de la cuenca y potenciar las relaciones con los usuarios a través de una mayor presencia en la web.

Palabras clave: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Directiva Marco del Agua, Infraestructuras de Datos Espaciales, interoperabilidad, Open Geospatial Consortium.

ABSTRACT

The CHG have among its responsibilities, the hydrological planning of water resources, which flow through the demarcation of the Guadalquivir, the execution of works of general interest as well as the management of Hydraulic Public Domain outside the Autonomous Community of Andalusia. This requires an enormous amount of data related to water and territory, which are represented on digital cartography.

The CHG has worked in the construction of a Spatial Data Infrastructure that, in addition to bringing together cartographic and alphanumeric proven quality information, provides remote access to geospatial data.

Also, with a view to implementing the requirements of Directive Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE) and its law of nationwide transposition, CHG has paid attention to the recommendations of the Working Group on Spatial Data Infrastructure of Spain (GT-IDEE). Similarly, for the implementation of the Water Framework Directive (WFD), they have followed the technical guidelines developed by the groups of Water Information Systems and Reporting.

The final goal of the IDE-CHG is to facilitate the understanding of the complex geographic reality of the watershed and enhance relationships with users through a greater presence on the web.

Keywords: Guadalquivir River Basin Authority, the Water Framework Directive, Spatial Data Infrastructure, interoperability, Open Geospatial Consortium.

1. INTRODUCCIÓN

La Directiva INSPIRE obliga a las administraciones públicas, por un lado, a asegurar la creación y actuación de metadatos, cuyos contenidos mínimos han de ser conformes a la recomendación del Consejo Superior Geográfico; y por otro, a establecer, gestionar y proveer de acceso a una red de servicios que permita:

- Localizar sus datos geográficos.
- Visualizar sus datos geográficos.
- Descargar sus datos geográficos.
- Transformar sus datos geográficos.

En este sentido, la IDE-CHG, a través de su Geoportal, aporta los servicios descritos a continuación.



Figura 1. Visión general del Geoportal

2. VISOR CARTOGRÁFICO

El cliente de visualización de la IDE-CHG permite la superposición y personalización de las diversas capas de información almacenadas en la base de datos del organismo, ofreciendo a los usuarios una visión integradora del territorio de la cuenca. Además, brinda la posibilidad de consultar datos geográficos ubicados en servidores externos, que se encuentran en diversos formatos y poseen diferentes sistemas de coordenadas, siempre que éstos cumplan las especificaciones del OGC relativas a Servicios Web de Mapas (WMS).

En términos generales, el visor permite ejecutar las siguientes operaciones:

- Realizar funciones básicas de visualización (acercar, alejar, desplazar, etc.).
- Consultar la información de las capas y de las tablas alfanuméricas relacionadas.
- Medir distancias y superficies sobre el mapa.
- Modificar el orden de visualización de los datos.
- Personalizar las propiedades visuales de las capas (color, grosor, transparencia, etiquetado, etc.) y generar composiciones temáticas.
- Imprimir la zona visualizada.
- Exportar al formato propio de Google Earth (.kmz).
- Realizar consultas alfanuméricas empleando operadores booleanos.
- Realizar búsquedas por coordenadas.
- Consultar las series históricas de las redes de control del organismo (datos no contrastados, pueden contener errores).
- Descargar ficheros de metadatos (NEM ISO 19115) y capas (.shp).

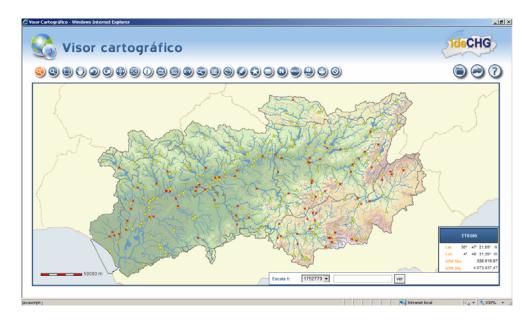


Figura 2. Visor cartográfico

3. BUSCADOR DE METADATOS

El cliente de búsqueda de metadatos permite la exploración de la información residente en la base de datos del organismo, mediante búsquedas directas (por cadenas de caracteres) o búsquedas por categorías (exploración en un árbol temático).

La búsqueda directa proporciona al usuario la opción de realizar búsquedas empleando filtros alfanuméricos (palabras clave, categorías y escalas) y/o temporales, en función de la fecha de creación de los datos. Por su parte, la búsqueda por categorías ordena los metadatos de la información en función de los datasets o apartados temáticos creados en la base de datos.

En ambos casos, se ofrecen varias opciones al usuario: por un lado, es posible localizar las capas en el visor cartográfico; por otro lado, es posible consultar los metadatos de la información (NEM - ISO 19115); y finalmente, es posible descargar los ficheros (.shp) asociados a la información de interés, si ésta dispone de aquéllos.



Figura 3. Buscador de metadatos

4. BUSCADOR DE TOPÓNIMOS

El cliente de búsqueda de topónimos ofrece la posibilidad de localizar espacialmente entidades hidrológicas a través de una consulta parametrizable sobre los topónimos. Para tal efecto, el usuario puede realizar búsquedas de:

- Topónimos que se denominen exactamente de una manera o contengan parte de un nombre.
- Topónimos que se encuentren en un municipio concreto.
- Topónimos pertenecientes a una tipología.
- Topónimos localizados dentro de unas coordenadas específicas, etc.

Asimismo, el usuario tiene la opción de visualizar la entidad o topónimo de interés en el visor cartográfico. Atendiendo a la clasificación diseñada, los topónimos sobre los que se pueden realizar las búsquedas aparecen agrupados en:

- Aforo.
- Agua de baño.
- Corriente fluvial.

- Embalse.
- Estación de red de explotación SAIH.
- Estación calidad aguas superficiales (red ICA).
- Lago/laguna.
- Manantial.
- Masa de agua subterránea.
- Masa de agua superficial tipo costera.
- Masa de agua superficial tipo lago.
- Masa de agua superficial tipo río.
- Masa de agua superficial tipo transición.
- Piezómetro/sondeo.

El método de representación sobre el mapa de las búsquedas se realiza atendiendo a las recomendaciones del Modelo de Nomenclátor de España (MNE), de tal forma que las corrientes fluviales, por ejemplo, se representan mediante un punto, el de la desembocadura; mientras que las entidades poligonales, como las unidades hidrogeológicas, se representan mediante el mínimo rectángulo envolvente o bounding box.



Figura 4. Buscador de topónimos

5. SERVICIOS OGC

Los servicios OGC consisten en un conjunto de tecnologías que facilitan la disponibilidad y el acceso a la información espacial de la demarcación, haciendo uso de un conjunto de estándares y especificaciones, que permiten que las aplicaciones operen bajo condiciones conocidas.

La Confederación Hidrográfica del Guadalquivir pone a disposición del ciudadano los siguientes geoservicios:

5.1. WEB MAP SERVICE (WMS)

El servicio WMS permite, mediante el intercambio de peticiones y respuestas XML, publicar mapas a la carta a partir de datos georreferenciados, sin que se acceda a los datos en sí mismos, sólo a una representación gráfica de ellos. Estos mapas pueden contener información de varias capas raster y/o vectoriales, superpuestas en un determinado orden modificable.

A través de este servicio, el organismo ofrece las siguientes capas cartográficas:

- Ámbito de cuenca.
- Ámbito de demarcación.
- CCAA.
- Comarcas.
- Municipios.
- Provincias.
- EENNPP.
- LIC.
- RAMSAR.
- ZEPA.
- Zonas de baño.
- · Zonas sensibles.
- Zonas vulnerables.
- Masas de agua subterránea.
- Masas de agua superficiales costera.
- Masas de agua superficiales lago.
- Masas de agua superficiales río.
- Masas de agua superficiales transición.
- Cuencas de masas de agua.
- Embalses.
- Humedales.
- Red hidrográfica.
- EDARS.
- Presas.
- Aforos.
- Red de calidad de aguas subterráneas.
- Red de calidad de aguas superficiales.
- Red de explotación SAIH.
- Manantiales.
- Piezómetros.
- SAICA.

Serie de imágenes NDVI (sensor MODIS).

La URL de acceso al servicio WMS es: http://hellboy/ogc/wms?

5.2. WEB FEATURE SERVICE (WFS)

El servicio de entidades ofrece acceso de lectura a datos vectoriales utilizando GML como protocolo subyacente para realizar consultas espaciales, recuperar los datos y manipular la geometría.

A través de este servicio, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir pone a disposición de los ciudadanos las siguientes capas cartográficas:

- Ámbito de cuenca.
- Ámbito de demarcación.
- Masas de agua subterránea.
- Masas de agua superficiales costera.
- Masas de agua superficiales lago.
- Masas de agua superficiales río.
- Masas de agua superficiales transición.
- Cuencas de masas de agua.
- · Embalses.
- · Red hidrográfica.
- EDARS.
- Presas.

La URL de acceso al servicio WFS es: http://hellboy/ogc/wfs?

5.3. WEB COVERAGE SERVICE (WCS)

El servicio de coberturas proporciona información raster con su semántica original. Es decir, permite el acceso no sólo a la imagen en sí (tal y como hace el servicio WMS), sino también a los valores o propiedades de la misma (por ejemplo, a los valores de altitud de un modelo digital de elevaciones).

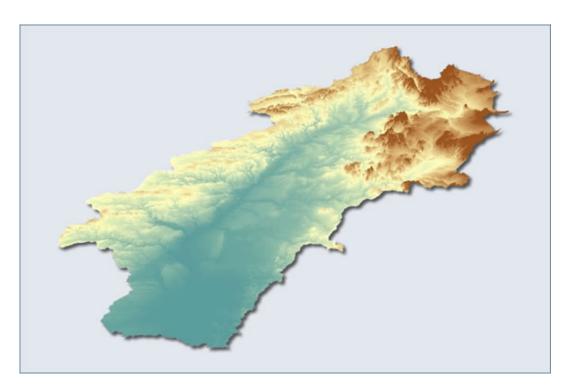


Figura 5. Modelo de elevaciones de la cuenca del Guadalquivir

A través de este servicio, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir pone a disposición de los ciudadanos la siguiente información:

- Modelo Digital del Terreno (25x25).
- Serie de imágenes NDVI (sensor MODIS).

La URL de acceso al servicio WCS es: http://hellboy/ogc/wcs?

5.4. CATALOG WEB SERVICES (CSW):

El servicio de catálogo define una interfaz común para la recuperación, captura y consulta de metadatos referentes a datos, servicios y recursos geográficos.

La URL de acceso al servicio CSW es: http://hellboy/ogc/csw?

6. DESCARGAS

El cliente de descarga permite disponer de la información cartográfica de uso común de la CHG en diversos formatos (.shp, .kmz, .jpg, .pdf, etc.).

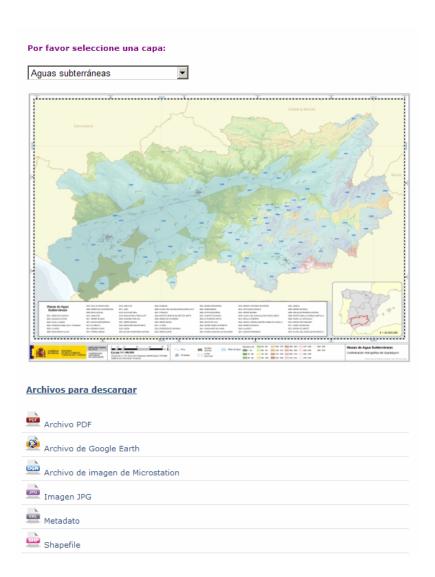


Figura 6. Zona de descarga

7. TELEDETECCIÓN

En el organismo de cuenca se están llevando acabo diversos trabajos de teledetección que permiten tener una completa visión del estado medioambiental de la demarcación, analizando imágenes tomadas por sensores de baja resolución (MODIS) y alta media resolución (LANDSAT-5 TM y LANDSAT-7 ETM+, IRS AWiFS). Información relativa a estos trabajos puede consultarse en la sección del Geoportal diseñada para tal fin. Asimismo, parte de estas imágenes son servidas mediante WMS y WCS.

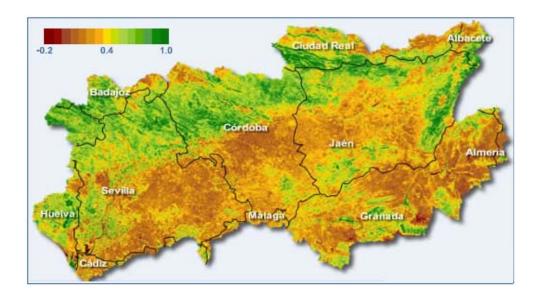


Figura 7. Imagen NDVI de la cuenca

8. ESTADO HIDROLÓGICO

El apartado "Estado hidrológico" pone a disposición del ciudadano información relativa al carácter del año hidrológico en curso.

8.1. APORTACIÓN A EMBALSES

Semanalmente se calcula para cada embalse la aportación recibida desde el comienzo del año hidrológico (1 de octubre, que en hidrología es denominado "día juliano 1") y se compara con la aportación media de los últimos 30 años en dicha fecha (aportación esperada).

Este trabajo nos permite conocer el tipo de año hidrológico que ha experimentado cada embalse: muy seco, seco, normal, húmedo o muy húmedo.

Por ejemplo, como se muestra en la siguiente gráfica, el embalse de Guadalmena, localizado en la provincia de Jaén y cuya cuenca se extiende por la provincia de Albacete, había recogido un total de 145,96 hm3 desde el 1 de octubre (día juliano 1) de 2008 hasta el 1 de agosto de 2009 (día juliano 304). La media para esa fecha en los últimos 30 años fue de 87,7 hm3, luego la aportación recibida a fecha 1 de agosto supera en un 66% a la aportación esperada. Se trata de un año húmedo para la cuenca aportadora de dicho embalse.

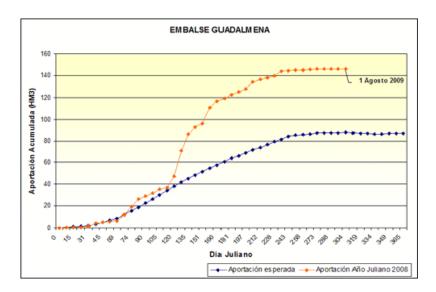


Gráfico 1. Aportación embalse Guadalmena

Sin embargo, en el embalse del Pintado, situado entre las provincias de Sevilla y Badajoz, la entrada total de agua a día 1 de agosto es de 39,4 hm3 mientras que la media para esa fecha en los últimos 30 años fue de 115,8 hm3. En dicho embalse sólo ha entrado un 34% de la aportación esperada, por lo que se deduce que en esa zona de la cuenca el año ha sido seco. Esto se puede observar en la siguiente figura.

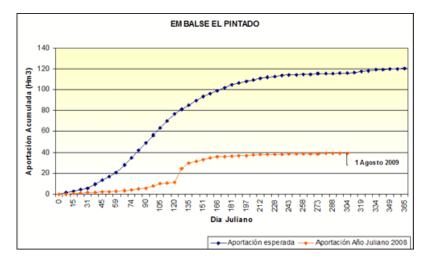


Gráfico 2. Aportación embalse El Pintado

Para evaluar el estado del conjunto de la cuenca repetiremos dicha operación con los 37 principales embalses de cabecera, incluyendo, dadas las dimensiones de sus cuencas, los embalses de Iznájar, Negratín y Jándula, cuyas aportaciones medias históricas han sido recalculadas para descontar el efecto de las presas situadas aguas arriba. Estas presas recogen la escorrentía de 23.546 km2, un 41% del territorio total, por lo que su hidrología es representativa de la del conjunto de la cuenca del Guadalquivir.

En este caso, tomando como referencia la misma fecha que en los ejemplos anteriores, los embalses que drenaban dicha superficie habían recogido un total de 2.296 hm3, frente a una media de 2.279 en el periodo 1979-2008, lo que representa un incremento del 3%.Por lo tanto, para el conjunto de la cuenca se ha tratado de un año normal, aunque esta situación no es homogénea.

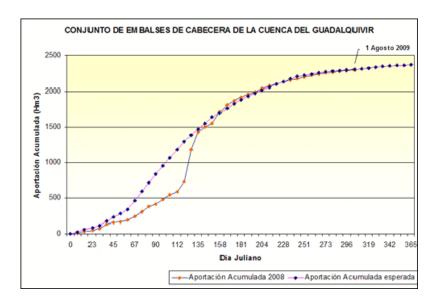


Gráfico 3. Aportación embalses de cabecera

Para calcular el carácter del año hidrológico en curso respecto a la media, se aplica la siguiente expresión:

$$EH_{dian} = \left(\frac{A_{dian}}{AH_{dian}}\right) \cdot 100$$

Donde,

EHdía n es el indicador del estado hidrológico el día n del año hidrológico para en curso, aportación acumulada día la en el n del año hidrológico curso, AHdía n es la aportación acumulada media en el día n para el periodo de los últimos 30 años.

Se han empleado los siguientes umbrales para la clasificación de los años:

Clasificación del Año HidrológicoEHdía n

Tabla 1. Aportación embalse El Pintado

En la siguiente imagen se muestra el estado hidrológico para el día 30 de junio de 2010 en relación con la media histórica en el periodo 1979-2008.



Figura 8. Imagen de estado hidrológico a finales de junio del año hidrológico 2009/10.

8.2. PLUVIOMETRÍA

Mensualmente se realiza un informe pluviométrico que tiene como objetivo aportar información de la precipitación registrada en la demarcación hidrográfica del Guadalquivir y poner a disposición del ciudadano información sobre el carácter del año hidrológico en curso. En estos informes se llevan a cabo trabajos de tratamiento y validación de datos, se realizan interpolaciones tipo kriging para la estimación de la distribución areal de las precipitaciones y se desarrollan operaciones de algebra de mapas para caracterización de la precipitación.



Figura 9. Portada del informe pluviométrico del mes de junio de 2010.

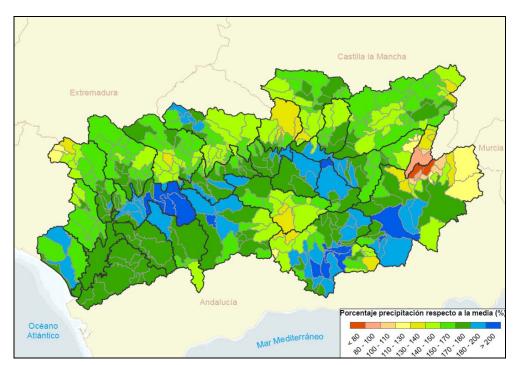


Figura 10. Precipitación acumulada a 30 de junio de 2010 con respecto a la media

CONCLUSIONES

En definitiva, la IDE-CHG ofrece a los ciudadanos los servicios necesarios para visualizar y descubrir información geográfica producida por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, a la vez que permite integrar los servicios publicados por otras instituciones.

Estos servicios geográficos irán creciendo a medida que el organismo genere nueva información, que será ofrecida a través del Geoportal. Asimismo, cabe destacar que, con la finalidad de lograr la mayor interoperabilidad semántica posible, la interfaz de la IDE-CHG se presenta en español e inglés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Consejo Superior Geográfico, Modelo de Nomenclátor de España v1.2. Accedido el 8 de Junio de 2010 en http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/MNEv1_2.pdf
- Consejo Superior Geográfico, Núcleo Español de Metadatos (NEM v1.0). Accedido el 10 de Junio de 2010 en http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/NEM.pdf
- Consejo Superior Geográfico, Recomendaciones para la creación y configuración de servicios de mapas. Accedido el 8 de Junio de 2010 en http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/RecomendacionServicioMapas.pdf
- Open Geospatial Consortium, Inc. Web Feature Service (WFS) Implementation Specification. Accedido 6 de Junio de 2010 en https://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8339
- Open Geospatial Consortium, Inc. Web Map Service (WMS) Implementation Specification. Accedido el 8 de Junio de 2010 en http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=5316
- Open Geospatial Consortium, Inc. Catalogue Service Implementation Specification (2.0.1). Accedido el 10 de Junio de 2010 en http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=5929&version=2

Díaz-Delgado, R., Pesquer, L., Prat, E., Bustamante, J., Masó, J. y Pons, X. (2010): Generación automática de cartografía de seguimiento del Parque Nacional de Doñana. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.236-1.250. ISBN: 978-84-472-1294-1

GENERACIÓN AUTOMÁTICA DE CARTOGRAFÍA DE SEGUIMIENTO DEL PARQUE NACIONAL DE DOÑANA

Ricardo Díaz-Delgado^{1,2}, Lluís Pesquer³ Ester Prat³, Javier Bustamante¹, Joan Masó³ y Xavier Pons^{3,4}

- (1) Laboratorio de SIG y Teledetección. Estación Biológica de Doñana-CSIC. Avda. Américo Vespucio s/n. Sevilla. 41092. rdiaz@ebd.csic.es.
- (2) Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales. ICTS de la Reserva Biológica de Doñana. Estación Biológica de Doñana-CSIC. Avda. Américo Vespucio s/n. Sevilla. 41092.
- (3)Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), Edificio C, Universidad. Autónoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona). I.pesquer@creaf.uab.es.
- (4) Departamento de Geografía. Edificio B, Universidad Autónoma de Barcelona 08193 Bellaterra (Barcelona) xavier.pons@uab.es.

RESUMEN

El Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales del Parque Nacional de Doñana adquiere sistemáticamente, a través de protocolos metodológicos estandarizados, información sobre más de 100 indicadores de diferentes procesos ecológicos y el estado de multitud de especies de flora y fauna. Esta información está disponible a través de la página web en forma de datos tabulares y gráficos de tendencias. La interpretación de dicha información requiere un análisis detallado con el objetivo de ofrecer valores de referencia para la toma de decisiones en la gestión de este espacio natural. El propósito de este trabajo es contribuir a la mejora de la difusión pública de la abundante información recogida por dicho programa de seguimiento, aumentando su accesibilidad y calidad. Para ello, la metodología desarrollada implementa métodos de interpolación espacial y cartografía predictiva de parámetros ecológicos, a partir de los datos tabulares georeferenciados de distribución, abundancia, estructura poblacional y densidades de diferentes especies terrestres y acuáticas, así como de determinados parámetros biofísicos y sus correspondientes metodologías de validación, para la generación de mapas continuos de distribución y abundancia de especies del Parque. La metodología incluye la automatización del proceso completo hasta su publicación final como mapas en un servidor de cartografía en Internet siguiendo estándares del Open Geospatial Consortium, el cual dispone también de un servicio de invocación de procesos remotos WPS (Web Processing Service), para la posterior generación de nueva cartografía por parte de los usuarios.

Palabras Clave: Automatización, Cartografía de flora y fauna, Interpolación, WPS, Doñana.

ABSTRACT

The Doñana Monitoring Team is acquiring systematically, through standardized methodological protocols, information on more than 100 indicators from different ecological processes and the status of many species of flora and fauna. This information is available through the website in the form of tabular data and trend charts. The interpretation of such information requires detailed analysis in order to provide benchmarks for decision making in the management of this natural area. The purpose of this paper is to contribute to improve public access of the vast information gathered by the monitoring program, increasing its accessibility and quality. For this, the methodology implements spatial interpolation methods and predictive mapping of ecological parameters stored as geo-referenced tabular data. Such information on distribution, abundance, population structure and densities of different terrestrial and aquatic species, biophysical parameters as well as their corresponding validation methodologies is used for the

generation of continuous maps of distribution and abundance of species in the park. The methodology includes the automation of the entire process to the final publication as maps in a web map server on the Internet using Open Geospatial Consortium standards, which also offers a service for invoking remote processes WPS (Web Processing Service), for subsequent generation of new mapping by users.

Key Words: Automation, Flora and Fauna mapping, Interpolation, WPS, Doñana.

INTRODUCCIÓN

Desde el año 2002, el Equipo de Seguimiento de Procesos Naturales (ESPN) de la Estación Biológica de Doñana (EBD) ha puesto en marcha el Programa de Seguimiento Ecológico a Largo Plazo del Parque Nacional de Doñana mediante el que se adquiere, sistemáticamente a través de protocolos metodológicos, información útil sobre más de 100 indicadores de diferentes procesos ecológicos y el estado de multitud de especies de flora y fauna tanto catalogadas como características de Doñana (Bravo, 2010; Díaz-Delgado, 2010). La implementación de este exitoso programa ha ido asociada al desarrollo de procedimientos semiautomáticos de adquisición, transferencia y almacenamiento de la información en bases de datos consultables. Los protocolos metodológicos no sólo proporcionan las guías de procedimiento para obtener la información en campo si no que además permiten aplicar un primer filtro de calidad a los datos a través de su herramienta de adquisición basada en agendas electrónicas (PDA o smartphone).

La EBD, a través del Equipo de Seguimiento de Procesos y recursos Naturales (ESPN) en el Espacio Natural de Doñana, recoge así de manera sistemática datos georeferenciados sobre distribución, abundancia, estructura poblacional y densidades de diferentes especies terrestres y acuáticas (hasta 400 ssp) existentes en este espacio protegido, además de otros parámetros biofísicos, disponiendo por tanto de unas bases de datos con extensas series temporales en formato tabular con la referencia espacial de los puntos, parcelas y transectos de muestreo.

La extensa toma de datos realizada al aplicar los 87 protocolos de seguimiento requiere de una metodología fiable, segura, asequible, fácil de manejar y que permita de la forma más rápida el almacenamiento digital y la transferencia de los datos a la base de datos general de seguimiento ecológico a largo plazo. Ante este reto, desde el año 2005, el ESPN ha adoptado para los seguimientos no automatizados el empleo generalizado de agendas electrónicas (PDA o smartphone) dotadas con GPS como la herramienta tecnológica capaz de cumplir con los exigidos. Estas agendas incorporan un software libre denominado (http://www.cybertracker.co.za/) que permite la toma y almacenamiento de datos por secuencias y empleando iconos que permiten reducir el texto y hacen más intuitiva la labor de adquisición de datos. Este software reduce de forma importante los errores en la toma de datos, resultando un primer filtro de calidad al requerir estrictamente formatos de campo o iconos inequívocos mediante una secuencia de menús estructurados. En paralelo se almacena sistemáticamente el recorrido del operario y la localización de los puntos de muestreo, y la propia configuración de las agendas junto con la red de acceso inalámbrico permite el envío inmediato de la información recabada (Figura 1).

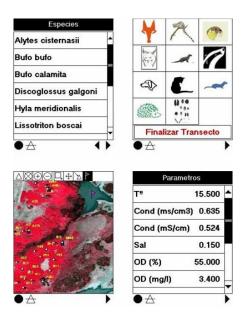


Figura 1. Aspecto de 4 pantallas de una secuencia de Cybertracker para diferentes protocolos de seguimiento (de izquierda a derecha y de arriba abajo: anfibios, mamíferos, alcornocal de la Pajarera y limnología).

Esta información pasa inmediatamente a estar disponible para los usuarios finales, a través del portal de seguimiento habilitado: http://icts.ebd.csic.es. El formato de los datos que puede ser consultado es tabular, y en algunos casos gráfico. Este tipo de información es de utilidad para usuarios con interés en los datos puramente numéricos, ya sean investigadores o gestores, pero para otros colectivos de usuarios como planificadores o público en general resulta mucho más intuitiva una representación visual de la información. No sólo estamos hablando aquí de mostrar la misma información tabular como elementos individualizados sobre el territorio (puntos, parcelas, transectos, etc.) sino de la generación de mapas continuos de la distribución espacial de parámetros obtenidos de los mismos datos numéricos de las tablas por los más precisos procedimientos de interpolación. En este caso, la consulta resulta más amena y rápida, a la vez que más comprensible al mostrar las ubicaciones y distribuciones dentro del territorio del Parque

El objeto del proyecto es hacer disponible la consulta de mapas interpolados, obtenidos a partir del desarrollo e implantación de los métodos de interpolación que resultan más adecuados y precisos para la generación rápida y automática de mapas de distribución y abundancia de la especie representada, e inmediatamente son incorporados al navegador web para su consulta a través del portal del Servidor de Cartografía Digital de Seguimiento del Parque Nacional de Doñana (http://mercurio.ebd.csic.es/seguimiento/). Este proceso facilita y agiliza la disponibilidad de los datos recogidos en todo el Parque para el público interesado, ya sean gestores del Parque, investigadores, etc. que pueden disponer, no sólo de los datos brutos recogidos en campo, sino de información elaborada y de fácil consulta y comprensión en poco tiempo.

En el marco del proyecto se han seleccionado las especies y lugares de muestreo más representativos para con ellas determinar la metodología más apropiada y los mecanismos de automatización que garanticen, una vez efectuada su validación, una posterior implantación a nivel de todos los datos y especies muestreadas y actualmente disponibles en el Parque, así como su exportación a otros parques o estaciones de seguimiento de flora y fauna. Se trata, pues, de una prueba piloto, a nivel de algunas especies y variables, de la metodología a desarrollar y a aplicar posteriormente de manera más extensa.

La cartografía generada tiene, además, el valor añadido de poder combinarse con cartografía actualmente disponible o futura de variables topoclimáticas, de vegetación o de hábitats del Parque, para extraer información valiosa a nivel de comportamiento y preferencias de las especies. Los mapas de distribución y abundancia de las especies pueden ser cruzados fácilmente mediante herramientas SIG con información sobre el entorno para sacar conclusiones sobre las variables explicativas de estas distribuciones. Asimismo, el estudio en profundidad de las diferentes especies permitirá generar mapas mejor aproximados de biodiversidad del Parque. Todo ello contribuirá a aumentar la cantidad y, sobre todo, la calidad de la información disponible sobre el Parque y su biodiversidad,

facilitando la comprensión y el conocimiento del medio natural de una de las zonas de mayor valor ecológico de España y que, en último extremo, puede ayudar a la toma de decisiones sobre la gestión y conservación del propio parque.

El uso de protocolos OGC estandarizados (como los servidores de mapas WMS) y metadatos ISO permite la integración de este conjunto de datos en las emergentes Infraestructuras de Datos Espaciales, tanto a nivel regional (IDEA) como a nivel nacional (IDEE). Esta integración garantiza la difusión de los mapas al resto de la comunidad de usuarios de la infraestructura y la garantía de combinación y interoperabilidad con el resto de datos disponibles, facilitando también el cumplimiento de la directiva INSPIRE para la creación de la Infraestructuras de Datos Espaciales de Europa, que en su anexo III recoge la necesidad de generación mapas de "distribución geográfica de las especies animales y vegetales"

El principal objetivo del presente trabajo es probar y poner a punto una metodología de interpolación espacial rápida y robusta, a partir de los datos georeferenciados de seguimiento, para generar automáticamente cartografías de distribución y abundancia de especies, y de otros parámetros biofísicos que puedan ser relacionados con otras variables espaciales (climáticas, tipo de vegetación, elevación, etc). De esta forma se habilita no sólo la visualización rápida de la distribución y abundancia de las especies objeto de seguimiento, sino que además se permite contrastar las relaciones existentes entre tales especies y las condiciones del medio en el que habitan. Además permite testar la calidad de los datos en cuanto a su coherencia espacial. El objetivo subsiguiente consiste en integrar los mapas de abundancia o presencia de especies así generados en el Servidor de Cartografía Digital de Seguimiento del Parque Nacional de Doñana (http://mercurio.ebd.csic.es/seguimiento/), donde se recoge toda la cartografía digital de seguimiento originada por el ESPN, cumpliendo con los estándares internacionales del OGC y la ISO, y sirviendo de plataforma de difusión pública. Por último, como objetivo adicional se propone adaptar el nuevo portal de seguimiento de Doñana para vincular los datos alfanuméricos con la visualización de las cartografías digitales generadas y publicadas en el Servidor de Cartografía Digital de Seguimiento del Parque Nacional de Doñana. Cualquier usuario podrá visualizar gráficos de tendencias junto con tablas de datos y podrá vincular rápidamente a la capa interpolada sobre la que se efectúa la consulta a través del Servidor Web de Mapas.

METODOLOGÍA

En este apartado se describen el conjunto de métodos aplicados a las distintas variables con el doble objetivo de generar una representación continua como alternativa a los datos originales tabulares y un ensayo de modelo espacial predictivo. En el marco del proyecto sobre el que se ha realizado el estudio es fundamental la automatización de toda la cadena de procesos, desde la descarga de datos hasta la publicación final de los mapas en un entorno web. Es por ello que el automatismo de los procesos constituye el núcleo esencial del proyecto, centrándose éste en menor medida en la evaluación de la calidad de las distintas metodologías de interpolación y representación, aunque las representaciones espaciales han intentado mejorarse mediante modelos predictivos y siempre se efectúan cálculos de validación, escogiéndose la representación espacial con menor error calculado. En este sentido, se ha ensayado con una selección reducida, pero representativa, de variables y de posibles técnicas y se han elaborado propuestas automatizadas para la toma de decisiones.

El proceso general se puede estructurar en tres partes:

- La descarga, depuración y agrupación de datos.
- La generación de los mapas continuos y/o modelos predictivos.
- La publicación y distribución de resultados en un entorno web.

Las distintas partes del proceso tienen elementos comunes y diferenciados según la tipología de variables procesadas. Estas tipologías son:

- · Variables meteorológicas.
- Abundancia de fauna acuática.
- Presencia/ausencia de vegetación acuática.

Temporalmente, todos los datos corresponden a ciclos hidrológicos anuales (del 1 de septiembre a 31 de agosto) y geográficamente, el ámbito de estudio comprende la zona de marismas y la zona de lagunas del Parque Nacional de Doñana (Figura 2). El sistema de referencia horizontal de trabajo de todas las capas cartográficas usado

ha sido UTM con huso 29N y datum ED50 El software de trabajo ha sido el SIG MiraMon (Pons, 2000), sobre el que se ha desarrollado alguna solución específica a medida en el contexto del proyecto.

Dadas las características espaciales de la zona de estudio y el número y distribución de las estaciones se ha considerado, siguiendo los criterios de Hengl (2006) que la resolución espacial de los mapas generados sea de 150 m.

Descarga, depuración y agrupación de datos

a) Variables meteorológicas

Para la interpolación de datos meteorológicos se han utilizado dos tipos de fuentes distintas, lo cual ha permitido disponer de más datos que utilizando solamente los recogidos por las estaciones automáticas del propio Parque y, de esta manera, generar mapas interpolados de mayor calidad y precisión:

- Estaciones meteorológicas automáticas de la ICTS: http://icts.ebd.csic.es/IniciarAction.do
- Estaciones agro-meteorológicas del IFAPA:

http://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/ria/servlet/FrontController

Para la descarga de datos desde las estaciones automáticas del ICTS se accede al servlet (Java Servlet Technology) <u>GeneradorDatosXMLGeneralServlet</u>, obteniendo variables como dirección del viento, granizo, humedad relativa, precipitación, presión y temperatura del aire, tensión de vapor, velocidad del viento, evaporación, etc. identificadas por equipo y estación, con una frecuencia cada 10 minutos y correspondientes al intervalo entre dos fechas (periodo máximo una semana). La Figura 3 muestra un ejemplo de extracción de datos como respuesta en formato XML (Gutiérrez 2003).

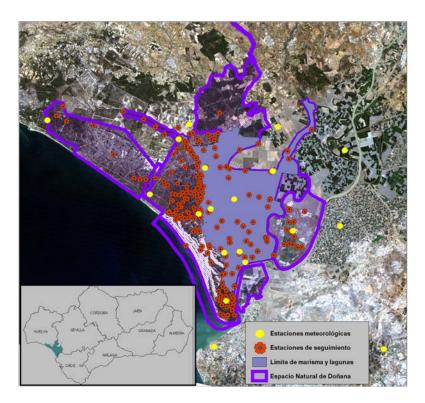


Figura 2. Mapa de situación de la zona de estudio y localización de las estaciones de muestreo.

Figura 3. Ejemplo de descarga ICTS:

Los datos que suministran las estaciones agro-meteorológicas del IFAPA son accesibles también por servlet, pero en cambio su respuesta no sigue un formato estandarizado como el XML anterior, sino un formato propio de texto que posteriormente debe interpretarse de forma adecuada. En cambio, las extracciones de este servlet pueden ser mucho más masivas, sin las restricciones temporales del servlet ICTS.

Las estaciones del IFAPA cubren toda la región de Andalucía; naturalmente se han seleccionado para este estudio únicamente las que circundan el ámbito del Parque (Tabla 1).

Provincia	Id Estación	Estación	Activa
Cádiz	1	Basurta-Jerez de la Frontera	S
Cádiz	101	IFAPA Centro de Chipiona	S
Huelva	4	Moguer	S
Huelva	10	Almonte	S
Sevilla	3	Lebrija I	S
Sevilla	5	Aznalcázar	S
Sevilla	20	Isla Mayor	S

Tabla 1. Estaciones del IFAPA seleccionadas por proximidad al Parque.

Una vez descargados los datos, diversos procedimientos de gestión (ej.: filtrado de datos válidos, fusión de datos desde las dos fuentes) y sumarización (ej.: cálculos de promedios por ciclo anual) de bases de datos se encadenan en un proceso BATCH (Microsoft, 2010) (Figura 4) con el fin de obtener un único valor adecuado para cada estación.

Figura 4. BATCH para la obtención de variables meteorológicas para un ciclo anual

b) Abundancia de fauna acuática:

Igual que para el caso de los datos meteorológicos, los datos de seguimiento de las especies pueden consultarse a través de la aplicación de la ICTS y, por lo tanto, pueden ser interrogadas vía servlet. En este caso se accede a un servidor diferente al de descarga de datos procedentes de equipos automáticos: GeneradorDatosSeguimientoXMLServlet. Las variables a introducir en las consultas son: identificador de seguimiento (obligatorio), identificador de lugar y variable (p.ej.taxones) e intervalo de fechas que delimitan la consulta.

Seguimiento	Nombre
1	Anfibios
7	Calidad de agua
20	Invertebrados acuáticos
27	Peces
32	Reptiles
34	Vegetación acuática

Tabla 2. Tipos de seguimiento para la fauna acuática.

Figura 5. Ejemplo de descarga ICTS para el Procambarus Clarki

En el actual trabajo, el principal caso de estudio de abundancia de fauna acuática ha sido el cangrejo americano (*Procambarus Clarkii*). La Figura 5 muestra el resultado en formato XML de una consulta sobre esta especie. De la misma forma que para las estaciones (proceso automático BATCH), posteriormente estos datos deben ser depurados de errores, realizando además cálculos estadísticos por ciclo anual hasta conseguir los datos preparados para los métodos de generación de mapas y modelos continuos.

c) Presencia/ausencia de vegetación acuática:

Por lo que respecta a la vegetación acuática, los datos sobre abundancia relativa son descargados de la misma aplicación de seguimiento que las de los cangrejos: <u>GeneradorDatosSeguimientoXMLServlet</u>. Así, pues, siguen la misma estructura, en este caso con un idSeguimiento=34, correspondiente a la vegetación acuática (ver Tabla 2). En este caso, los taxones, identificados mediante el parámetro idVar, corresponden a las distintas especies de vegetación acuática presentes en los muestreos. Dado que se muestrean más de 80 especies distintas, se decidió acotar a 6 las especies estudiadas en el proyecto para generar los mapas interpolados de su distribución. De esta manera, se optó por las 3 especies más presentes (*Scirpus sp, Ranunculus sp y Callitriche sp*) y las 3 especies menos presentes (*Sparganium erectum, Lythrum salicaria y Hidrocaris morsus-ranae*), para poder comparar las distribuciones correspondientes. Un ejemplo de sintaxis de consulta es:

 $\underline{http://icts.reserva.ebd.csic.es/GeneradorDatosSeguimientoXMLServlet?idSeguimiento=34\&idVar=152\&fechalnicio=010120090000\&fechaFin=311220092359$

RESULTADOS

Generación de mapas continuos y/o modelos predictivos

Se han ensayado distintas metodologías que abordan el proceso de generar una representación continua de una variable cuantitativa a partir de valores observables en localizaciones puntuales de dicha variable (Lloyd, 2006). El objetivo principal ha sido abordar la forma particular de automatización de los distintos métodos y no la búsqueda del método ni de las posibles variables auxiliares que conduzcan a un mapa de mayor calidad predictiva.

Los métodos ensayados son:

· Interpolación espacial aplicada a:

Variables meteorológicas

Abundancia de fauna acuática

Regresión multivariante + interpolación espacial de residuos aplicado a:

Variables meteorológicas

Abundancia de fauna acuática

• Regresión logística aplicada a:

Presencia/ausencia de vegetación acuática.

a) Interpolación espacial

Dos son los métodos implementados de interpolación espacial: Inverso ponderado de la distancia (IDW) (Bartier y Keller, 1996) y funciones regularizadas splines (Mitasova y Mitas, 1993). Estos métodos no consideran ninguna información adicional que no sea los valores observados y su distribución espacial. Ambos métodos permiten regular su comportamiento en base a la determinación de algún parámetro (exponente según Ecuación 1 para IDW y tensión y desviación para splines según Ecuación 2). Para determinar un valor adecuado de estos parámetros, se realiza el proceso de interpolación repetidamente dentro de un rango amplio de valores posibles. Para cada interpolación en particular se calcula un mismo parámetro de calidad y se comparan entre ellos. En este estudio se ha calculado un RMS (root mean square) a partir del método de validación cruzada (Burrough y McDonnell, 1998), procedimiento apropiado cuando no hay abundancia de datos observables, ya que no necesita reservar un subconjunto de datos para la validación. La Tabla 3 muestra una comparativa entre una selección representativa de estas ejecuciones:

$$z(x,y) = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{z_i}{r_i^{\beta}}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{r_i^{\beta}}} \rightarrow r_i = \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}$$

$$z(x,y) = T(x,y) + \sum_{i=1}^{n} \lambda_i \cdot R(r_i)$$

$$\Rightarrow R(r_i) = -\left\{ \ln\left[\frac{\varphi \cdot r_i}{2}\right] + E_1 \cdot \left[\frac{\varphi \cdot r_i}{2}\right] + C_E \right\}$$

Ecuación 1. IDW, \square es el parámetro clave exponente para el método s*plines*.

Ecuación 2. $\Box\Box\Box$ y T(x,y) son los parámetros clave tensión y desviación

TENSION	RMS	TENSION	RMS
100	3.16447	375	3.030395
125	3.133973	400	3.025946
150	3.112054	425	3.021885
175	3.095318	450	3.018157
200	3.081975	475	3.014718
225	3.070995	500	3.01153
250	3.061742	50	3.299918
25	3.569252	525	3.008563
275	3.053797	550	3.005792
300	3.04687	575	3.003195
325	3.040756	600	3.000754
350	3.035302	75	3.211771

Tabla 3. Comparativa de los distintos valores de RMS para las distintas ejecuciones de splines en el caso de la temperatura máxima.

La Figura 6 muestra un ejemplo seleccionado de los mapas generados automáticamente para la representación continua obtenidos mediante interpolación espacial.

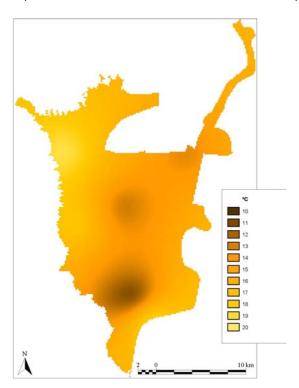


Figura 6. Interpolación (splines tensión=100 y desviación=100) de temperatura del aire (2008-2009).

b) Regresión multivariante + interpolación espacial de residuos

La concatenación de estos dos procesos en único módulo (*Regmult* del software MiraMon) (Pesquer, 2007) permite combinar las aportaciones de las variables auxiliares mediante una regresión multilineal y posteriormente modelizar la dependencia espacial de las anomalías (residuos) no explicadas por dichas variables auxiliares.

$$Y = a_0 + \sum_{j=1}^{N} a_j \cdot x_j$$

Ecuación 3. Expresión de la regresión multivariante: Y variable dependiente, X_j, a_j coeficientes a determinar.

A la regresión multivariante se le introducen todas las variables independientes candidatas y el propio método determina cuáles son significativas y cuáles no aportan ninguna información. El resultado es una superfície calculada al determinar los parámetros a,j de la Ecuación 3, de la cual se extraen las diferencias entre los valores observados y calculados de la variable dependiente que configuran los residuos o anomalías. Estos residuos son posteriormente interpolados espacialmente según uno de los métodos del apartado a) anterior. De nuevo la validación cruzada permite obtener un parámetro de calidad del modelo.

La Tabla 4 muestra las variables independientes introducidas en la regresión para el caso de estudio del cangrejo americano (*Procambarus clarkii*), las finalmente seleccionadas como significativas con su coeficiente normalizado y la Figura 7 muestra el mapa resultado global de la regresión + interpolación de residuos.

Variable independiente	Seleccionada	Coeficiente
Hidroperiodo	No	1
Presencia/ausencia de vegetación acuática	Sí	0.294351
Temperatura máxima del ciclo	Sí	0.402779

Tabla 4. Variables auxiliares para la regresión multivariante de Procambarus clarkii para el ciclo 2007-2008.

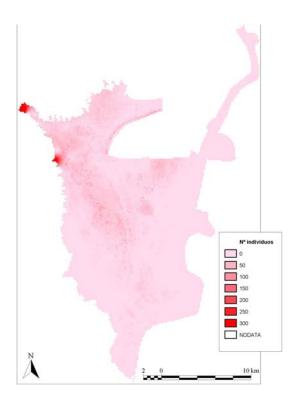


Figura 7. Regresión múltiple con interpolación de residuos para el caso del cangrejo americano (Procambarus clarkii) en el ciclo 2007-2008.

Las variables auxiliares incorporadas al modelo constituyen un ejemplo ilustrativo de la variedad de información posible de manejar en un entorno de Sistemas de Información Geográfica: productos derivados de imágenes satelitales (NDVI, turbidez), estaciones meteorológicas (hidroperiodo), variables topográficas (radiación solar potencial), etc. Nuevamente constituyen un ensayo para la obtención automática de estos cálculos derivados de fuentes diversas.

c) Regresión logística

La regresión logística (Kleinbaun, 1994) es el método seleccionado para la generación de mapas de presencia/ausencia de vegetación acuática añadiendo variables auxiliares a los datos observables. De forma análoga a la regresión multivariante, se proponen una serie de variables auxiliares de las que el método descarta aquellas que no son suficientemente significativas y se ajustan los parámetros de la combinación de funciones exponenciales que se ilustra en la Ecuación 4. La característica propia de la regresión logística constituye la modelización de la probabilidad (0 a 1) de presencia en zonas problema, teniendo en cuenta únicamente las variables auxiliares, pero no analiza ni usa ningún patrón de distribución espacial.

$$P(Y = 1) = \frac{e^{Z}}{1 + e^{Z}} = \frac{1}{1 + e^{-Z}}$$
$$Z = a_0 + \sum_{j=1}^{N} a_j \cdot X_j$$

Ecuación 4. Expresión de la regresión logística como probabilidad de presencia de la variable dependiente Y en función de las variables auxiliares X_i.

La Tabla 5 constituye un caso de estudio de la especie acuática Scirpus sp y la Figura 8 el correspondiente mapa de probabilidad de presencia.

Variable independiente	Seleccionada	Coeficiente
Hidroperiodo	No	-
Máximo NDVI del ciclo	No	-
Turbidez (Bustamante, 2009)	Sí	-0.001101
Conectividad zonas inundadas (Díaz-Delgado, 2006 y 2010; Gardiner, 2007)	Sí	0.000505
Media del NDVI del ciclo	Sí	-4.841668
Media de las temperaturas máximas del ciclo	Sí	1.327192

Tabla 5. Variables auxiliares para la regresión logística de Scirpus sp en el ciclo 2007-2008.

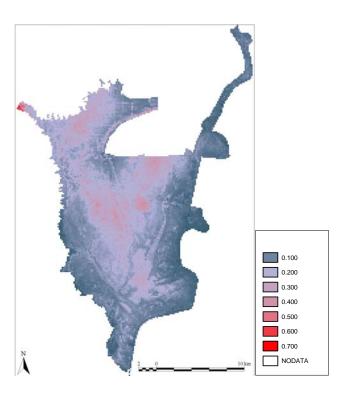


Figura 8. Mapa de probabilidad de presencia de Scirpus sp para el ciclo 2007-2008.

Publicación y distribución de resultados

La distribución de los mapas continuos de las distintas variables estudiadas en un entorno web constituye un paso imprescindible para la máxima difusión posible de la cartografía generada. A la vez, el uso de protocolos OGC (Open Geospatial Consortium, 2008) estandarizados (como los servidores de mapas WMS) permite la integración de los datos generados en las emergentes Infraestructuras de Datos Espaciales y su interoperabilidad con el resto de datos disponibles.

La integración de los mapas en el servidor ya existente de la Estación Biológica de Doñana: http://mercurio.ebd.csic.es/seguimiento/ constituye el último paso del proceso que en el entorno del proyecto también debe automatizarse. La herramienta *CreaMMS* (Masó, 2005) del software MiraMon permite preparar las capas que posteriormente serán servidas y accesibles a cualquier cliente OGC. La Figura 9 muestra el mapa de la Figura 8 en su forma distribuida en el portal web de la Estación.

Adicionalmente, para los mapas generados con la metodología que se propone en este trabajo se ha desarrollado un servicio interoperable WPS (Schut, 2007) de combinación analítica de capas. Este servicio permite al usuario demandar los procesos habilitados por el servidor (p.ej. cruce entre los mapas generados en dos ciclos consecutivos para analizar su evolución) según sus preferencias (Michaelis, 2009).

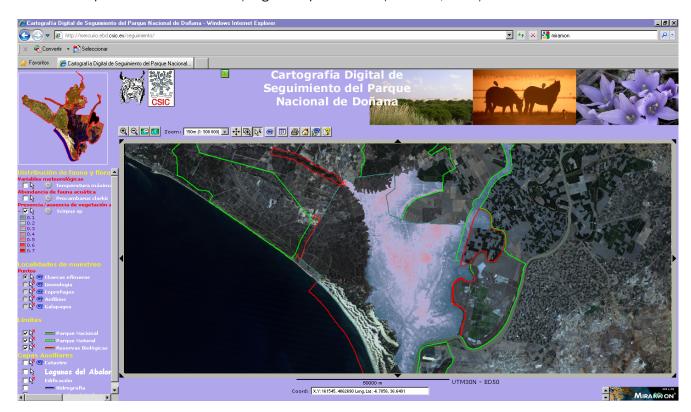


Figura 9. Aspecto del Servidor de Cartografía Digital de Seguimiento del Parque Nacional de Doñana, donde son publicados los mapas generados en el proyecto, en el apartado de Distribución de fauna y flora.

CONCLUSIONES

Los resultados preliminares de la implementación de una metodología automática de cartografía de variables ecológicas y biofísicas ponen de manifiesto el elevado interés de este ejercicio desde varias perspectivas. Desde el punto de vista de la difusión de los datos, facilita la interpretación de los datos recabados sistemáticamente mediante el programa de seguimiento ecológico a largo plazo del Parque Nacional de Doñana. La representación espacial de la abundancia, la presencia o la ausencia de determinadas especies permite de un solo vistazo comparar la distribución entre diferentes ciclos hidrológicos evidenciando cambios y tendencias asociadas a determinadas localidades permitiendo establecer la relación con los diferentes eventos ocurridos. Además, el empleo de servicios WPS incrementa las posibilidades de acceso del portal web de datos de la ICTS-Doñana permitiendo representar gráficos temporales de tendencias poblacionales por ejemplo con las cartografías correspondientes seleccionadas por el usuario, adentrándose claramente en el desarrollo Web 2.0.

Desde el punto de vista analítico, permite explorar las relaciones existentes entre variables incluyendo el contexto espacial y por ende determinar los factores críticos en la distribución y abundancia de determinadas especies. Es en este sentido, en el que se está efectuando el mayor esfuerzo con objeto de identificar la metodología más adecuada, en función de su validación, para ser sistemáticamente implementada bajo petición, en tiempo casi real (recordemos que los datos se adquieren en campo y el mismo día se actualizan en la base de datos central en el caso de seguimientos manuales y en la misma hora de adquisición en el caso de sensores automáticos) y trasladados al servidor de mapas completamente estándar. El empleo de variables prototipo en función de su frecuencia de adquisición y método (localidad, parcela o transecto) ha permitido valorar la adecuación de la metodología empleada al amplio abanico de información disponible.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación de este trabajo a través del proyecto "Procedimiento automático de adquisición, interpolación y generación de mapas de abundancia y distribución de fauna y flora. Aplicación al sistema de cartografía de biodiversidad del Parque Nacional de Doñana" por parte de la Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio de la Junta de Andalucía y del Instituto de Cartografía de Andalucía, mediante las ayudas a la investigación en materia de información geográfica. Además los autores agradecen especialmente al Ministerio de Ciencia e Innovación la financiación continuada a la ICTS de la Reserva Científica de Doñana mediante sus programas de accesos y mantenimiento, además de a través de su proyecto ACI-Promociona "La ICTS-RCD en la hoja de ruta ESFRI". También queremos expresar nuestro agradecimiento al constante apoyo de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, comprometida plenamente con las actividades de seguimiento ecológico a largo plazo en Doñana. La Confederación Hidrográfica del Guadalquivir apoyó económicamente el programa de seguimiento a través del Proyecto de restauración "Doñana 2005".

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bartier, P. M., Keller, C. P., 1996. Multivariate interpolation to incorporate thematic surface data using inverse distance weighting (IDW). Computers & Geosciences, 22, (7), 795-799 pp.
- Bravo, M.A. (2010): Monitoring aquatic ecosystems at Doñana Natural Space. En: C. Hurford, M. Schneider e I. Cowx, (Ed.), Conservation Monitoring in Freshwater Habitats: A Practical Guide and Case Studies. Springer, Dordrecht, pp. 339-355.
- Burrough, P.A, McDonnell, R.A. (1998) Principles of Geographical Information Systems, Oxford University Press, 333 pp.
- Bustamante, J., Pacios, F., Díaz-Delgado R.and Aragonés, D. (2009). Predictive models of turbidity and water depth in the Doñana marshes using Landsat TM and ETM+ images. Journal of Environmental Management. 90:2219-2225
- Díaz-Delgado, R., Bustamante, J., Aragonés, D. and Pacios, F. (2006). Determining water body characteristics of Doñana shallow marshes through remote sensing. In Proceedings of the 2006 IEEE International Geoscience & Remote Sensing Symposium & 27th Canadian Symposium on Remote Sensing (IGARSS2006), organised by the Geoscience and Remote Sensing Society. Denver, Colorado, EE.UU., 31 julio-4 agosto 2006. ISBN: 0-7803-9510-7 . Pag: 3662-3664. DOI.10.1109/IGARSS.2006.938
- Díaz-Delgado, R. (2010): An Integrated monitoring programme for Doñana Natural Space: The set-up and implementation. En: C. Hurford, M. Schneider e I. Cowx, (Ed.), Conservation Monitoring in Freshwater Habitats: A Practical Guide and Case Studies. Springer, Dordrecht, pp. 375-386.
- Díaz-Delgado, R., Aragonés, D., Ameztoy, I. and Bustamante, J. (2010). Monitoring Marsh Dynamics Through Remote Sensing. In: Conservation Monitoring in Freshwater Habitats: A Practical Guide and Case Studies. Hurford, Clive; Schneider, Michael; Cowx, Ian (Eds.) Pp. 325-337. Springer. DOI.10.1007/978-1-4020-9278-7. Dordrecht.
- Gardiner, N., and Díaz-Delgado R. (2007). Trends in Selected Biomes, Habitats and Ecosystems: Inland Waters. In Sourcebook on Remote Sensing and Biodiversity Indicators. Strand, H., Höft, R., Strittholt, J., Miles, L., Horning, N., Fosnight, E., eds. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Technical Series no. 32, 201 pages. Pp. 83-102. ISBN: 92-9225-072-8
- Gutiérrez Martínez, J. M., Palacios, F. and Gutiérrez de Mesa, J.A. (2003). El estándard XML y sus tecnologías asociadas. Danysoft (ed.) ISBN: 84-932720-1-9 pp 506.
- Hengl, T. (2006). Finding the right pixel size Computers & Geosciences 32 1283-1298
- Java Servlet Technology: http://java.sun.com/products/servlet/
- Kleinbaun, D.G. (1994). Logistic regression. New York, Springer-Verlag
- Lloyd, C. D. (2006). Local Models for Spatial Analysis. CRC Press, Belfast. 244 pp.

- Masó J., Pons. X. (2005). Adding functionalities to WMS-WCS Clients: Download And Animation, International Cartographic Conference, A Coruña, 9-16.
- Michaelis CD y Ames DP (2009) Evaluation and Implementation of the OGC Web Processing Service for Use in Client-Side GIS. *Geoinformatica*, 13: 109-120 [DOI 10.1007/s10707-008-0048-1].
- Microsoft Corporation (2010) Using BATCH files [en línea]. http://www.microsoft.com/resources/documentation/windows/xp/all/proddocs/en-us/batch.mspx?mfr=true [Consulta: 10.07.2010]
- Mitasova, H., Mitas, L. (1993). Interpolation by Regularized Spline with Tension. Mathematical Geology, 25 (6) 641-655 pp.
- Open Geospatial Consortium (2008): OGC Reference Model, Open Geospatial Consortium Inc. Date: 2008-11-11 Reference number: OGC 08-062r4 Version: 2.0
- Pesquer, L., Masó J., Pons X. (2007) Integración S.I.G. de regresión multivariante, interpolación de residuos y validación para la generación de rásters continuos de variables meteorológicas Revista de Teledetección.ISSN: 1133-0953. 28: 69-76
- Pons, X., (2000). MiraMon. Geographical Information System and Remote Sensing Software. Center for Ecological Research and Forestry Applications, CREAF, ISBN: 84-931323-4-9 In Internet: http://www.creaf.uab.es/MiraMon
- Schut P. (2007). OGC Web Processing Service (WPS), Version 1.0.0, OGC 05-007r7: http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=24151 [Consulta 20 Marzo 2010].

Fernández, T., Delgado, J., Cardenal, F.J., Jiménez, J., el Hamdouni, R., Irigaray, C. y Chacón, J. (2010): Análisis de riesgos naturales a partir de Infraestructuras de Datos Espaciales. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.251-1.267. ISBN: 978-84-472-1294-1

ANÁLISIS DE RIESGOS NATURALES A PARTIR DE INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES

Tomás Fernández¹, Jorge Delgado¹, F. Javier Cardenal¹, Jorge Jiménez², Rachid el Hamdouni², Clemente Irigaray² y José Chacón²

- (1) Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodésica y Fotogrametría. Escuela Politécnica Superior de Jaén. Campus de las Lagunillas s/n, Edificio A-3. Universidad de Jaén. 23071 Jaén. tfernan@ujaen.es, jdelgado@ujaen.es, jcardena@ujaen.es.
- (2) Departamento de Ingeniería Civil. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Campus de Fuentenueva, s/n. Universidad de Granada. 18071 Granada. jp@ugr.es, clemente@ugr.es, jchacon@ugr.es

RESUMEN

El análisis de riesgos naturales se basa en la superposición de capas de información de distinta procedencia que dan lugar a mapas o modelos de distinto nivel (susceptibilidad, peligrosidad, exposición, vulnerabilidad o riesgo), dependiendo de los datos utilizados o disponibles. Así, los análisis de riesgos naturales experimentaron un importante desarrollo con la aparición y la generalización del uso de los Sistemas de Información Geográfica. Por ello, las Infraestructuras de Datos Espaciales como ampliación del concepto de SIG suponen un nuevo empujón en el análisis de riesgos en varios sentidos, como la propia disponibilidad de los datos en la red, la generación de capas de información ambiental por el impulso de directivas como INSPIRE o las IDE nacionales y la presencia de metadatos que permiten informar a su vez de la calidad de los datos de partida y garantizar la fiabilidad de los análisis. En este trabajo se discuten estas cuestiones y se examina la posibilidad de hacer mapas de riesgo a partir de los datos existentes en las distintas IDE y bases de datos disponibles en la red (IDE-E, Catastro, IDE-CCAA, IGME, REDIAM, AEM, INE, etc.). La conclusión preliminar es que en España existen una buena variedad y calidad de datos básicos y temáticos relacionados con los riesgos naturales; sin embargo, la mayor parte de los mismos se encuentra en servicios WMS, haciéndose necesario una mayor disponibilidad de datos en servicios WFS y WCS para abordar con garantías estos análisis.

Palabras Clave: análisis, riesgos naturales, infraestructuras de datos espaciales, información geográfica.

ABSTRACT

Natural hazard and risks analyses are based in the overlapping of geographical information layers to produce different level maps (susceptibility, hazard, elements at risk, vulnerability and risk), depending on the used or available data. In this way, natural hazard analyses had got a great development with the rise and use of Geographical Information Systems. Because of it, Spatial Data Infrastructures, as an extended concept of GIS, are a new step in natural hazard analyses in various ways, such as the availability of web data, the production of environmental information layers by means of INSPIRE initiative and national IDEs and the presence of metadata, to inform of data quality and analysis reliability. In this work, we discuss these questions and we study the possibility to make natural risk maps from SDI and web databases (Spanish SDI, Cadastral, Regional Governments, Geological Institute, Andalousian Environmental Network, Meteorological Agency and Statistical Institute SDI). The first conclusion is the variety and quality of basic and thematic data related to natural hazards in Spain; however, most of

them are in web map services (WMS, being necessary to have data in web files and web cobertures services (WFS and WCS) to make the analysis with a great guarantee.

Key Words: analysis, natural hazards, spatial data infrastructures, geographical information.

INTRODUCCION

Los riesgos naturales constituyen un hecho a tener en cuenta de forma creciente en el mundo globalizado, ya que, según datos aproximados, en el siglo XX se estima un número superior a los 4,5 millones de víctimas y 200 millones de afectados por los riesgos naturales (Ayala y Olcina, 2002) y unas pérdidas económicas incalculables (tan sólo en España en un periodo de 30 años se prevén unas pérdidas de entre 30 y 50 mil millones de euros).

Por riesgo natural se entiende, de forma general, la posibilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita pueda verse afectado por un fenómeno natural de rango extraordinario (Olcina y Ayala, 2002). Según esta definición, para que se pueda hablar de riesgo es necesario no sólo que se produzca un proceso potencialmente dañino –un peligro- por su intensidad o severidad, sino que además haya algún elemento humano o material que esté amenazado por dicho proceso.

De forma técnica el riesgo natural se define como el daño o pérdida esperable a consecuencia de la acción de un peligro sobre un bien a preservar, sea la vida humana, los bienes económicos o el entorno natural. A partir de esta definición se desprende que el riesgo se puede y debe evaluar y, además, que se puede hacer de forma cuantitativa, a partir de la evaluación de sus componentes. Esta evaluación parte de la fórmula general del riesgo (Varnes, 1984), adoptada por la UNDRO (United Nations Disaster Relief Organization):

R=Pi*Fi*Vi

donde R es el riesgo, P la peligrosidad, E la exposición y V la vulnerabilidad. La expresión de la fórmula del riesgo es una sumatoria o integral, según la cual aparece otro concepto, el de riesgo específico, como el asociado a un riesgo y bien determinado (Pi * Ei * Vi), frente al riesgo total como la sumatoria de todos los riesgos específicos.

El análisis de riesgos naturales se basa en la superposición de capas de información de distinta procedencia que dan lugar a mapas o modelos de distinto nivel (susceptibilidad, peligrosidad, exposición, vulnerabilidad o riesgo), dependiendo de la información utilizada o disponible. En este sentido, su análisis y modelización se lleva a cabo hoy día de forma necesaria mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica y por extensión de Infraestructuras de Datos Espaciales, que permiten que la información necesaria para estos estudios esté disponible de una forma fiable en la red.

EL ANÁLISIS Y GESTIÓN DE RIESGOS NATURALES

El riesgo se ha de evaluar en distintos aspectos (Olcina y Ayala, 2002; Ministerio Vivienda Perú, 2007): en primer lugar hay que considerar el riesgo humano o social (Moral y Pita, 2002), que se estima en términos de vidas humanas perdidas, aunque también se han de tener en cuenta los damnificados física (heridos) y psicológicamente; en segundo lugar, se ha de cuantificar en términos económicos como el total de las pérdidas económicas esperadas debidas a los peligros o amenazas (González, 1988; Ayala et al., 2004); y, en tercer lugar, hay que evaluar el riesgo ambiental, es decir, el impacto sobre el entorno natural. Aunque es deseable realizar estimaciones cuantitativas, también es posible hacer caracterizaciones cualitativas del riesgo.

El análisis y la estimación del riesgo, así como sus diferentes niveles y factores tiene, además del interés científico intrínseco, la evidente finalidad de evitar o al menos mitigar los daños producidos por los procesos de riesgo, lo que se conoce como gestión del riesgo (Ayala, 2002). La prevención que supone disponerse o prepararse con anticipación ante un hecho, en este caso se define como el conjunto de acciones para mitigar o eliminar el riesgo y preparación para la acción post-desastre. Implica una cierta predicción –definición del lugar, el momento y la magnitud y tipo de proceso que se va a desarrollar- y previsión –anticipar las consecuencias que conllevará el proceso y, en consecuencia, las actuaciones a realizar (García, 1988).

El primer nivel del riesgos, la peligrosidad, se define como la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno potencialmente generador de riesgo, con una severidad dada, en un lugar y periodo de tiempo determinados. Para establecer de forma precisa la probabilidad hay que manejar algunos conceptos como la severidad (Olcina y Ayala, 2002) o intensidad del fenómeno (que es inversamente proporcional a la probabilidad), el periodo de retorno (número de años considerados para la evaluación) o la probabilidad anual (inversamente proporcional al periodo de

retorno) de excedencia (superación de una intensidad dada). Un concepto importante, aunque de menor nivel, es el de susceptibilidad o probabilidad espacial del territorio (Brabb, 1984), que muchas veces es todo lo que se puede determinar en relación con los datos disponibles.

La exposición es el conjunto de bienes (humanos y materiales) a preservar que pueden ser dañados por la acción de un peligro, por lo que también se conocen como elementos en riesgo. Incluye no sólo el hecho de la propia exposición de los bienes por su ubicación espacio-temporal, sino la valoración de los mismos en los distintos términos considerados, no sólo económica, sino también social y ambiental.

La vulnerabilidad es el grado de pérdidas esperado de un determinado bien expuesto por la acción de un peligro de una determinada intensidad. Depende, por lo tanto, de la severidad, pero también de las medidas de protección que se hayan tomado.

La gestión del riesgo implica la materialización de una serie de medidas mitigadoras que se dividen en dos grandes grupos, las estructurales y las no estructurales, y que actúan sobre los distintos componentes del riesgo (Ayala, 2000; 2002). Las medidas destinadas a reducir la peligrosidad son siempre pre-proceso, y en general de carácter estructural y bastante limitadas. Sin embargo, el simple conocimiento de la peligrosidad o, en su defecto, la susceptibilidad del terreno a un determinado proceso, puede ser suficiente para implementar medidas que disminuyan las otras componentes del riesgo, esto es, la vulnerabilidad y la exposición. Las destinadas a la minoración de la exposición se basan generalmente en la planificación y ordenación territorial (a su vez retroalimentada por la peligrosidad y la vulnerabilidad), en la Protección Civil (evitación temporal de la exposición en el momento del desastre), así como en medidas estructurales (obras de contención, encauzamientos de ríos, etc.). Por su parte, la valoración de la exposición es de gran utilidad a la hora de sensibilizar a la sociedad y los cargos políticos, así como de establecer una adecuada política de seguros. Finalmente, la reducción de la vulnerabilidad es generalmente pre-proceso y de carácter estructural (ejecución de proyectos ajustados a la norma sismorresistente), aunque en algunos casos relacionados con las personas pueden ser no estructurales (educativos) e incluso postproceso (planes de evacuación, Protección Civil, etc.); son interesantes, asimismo, las que pretenden mejorar la resiliencia o capacidad de un sistema de adaptarse a un amenaza, haciéndose menos vulnerable, algo, que por desgracia es bastante difícil en países no desarrollados (EIRD, 2005).

Por todo lo anterior, la cartografía de riesgos naturales se considera una de las herramientas más eficaces para la mitigación del riesgo, puesto que pone en evidencia con gran claridad las zonas donde se localizan determinados elementos en riesgo amenazados por algún peligro, sirviendo de base al resto de medidas, como la ordenación del territorio, la gestión del post-desastre o incluso la colocación de medidas estructurales. En este sentido, y aunque se trata de medidas pre-desastre, no estructural y principalmente anti-exposición, también actúan de forma indirecta en la reducción de la vulnerabilidad e incluso la propia peligrosidad en el pre y en el post-desastre. Dentro de las cartografías de riesgo hay varios niveles, cada uno de los cuales es importante en su prevención, aunque la evaluación final del riesgo de acuerdo a la ecuación general es la que proporciona la información más integrada y completa y, en consecuencia, es a lo que se debe apuntar.

En la figura 1 se muestran las distintas cartografías de riesgo aplicadas a los movimientos de ladera (Chacón et al, 1992).

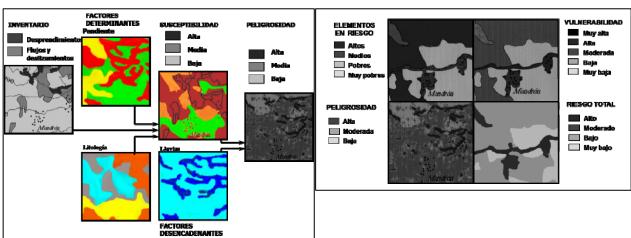


Figura 1. Flujo de trabajo en el análisis de riesgos naturales (tomada de Chacón et al., 1992).

En los análisis de riesgos, la mayor parte de la investigación ha sido dirigida hasta ahora hacia el factor peligrosidad en relación con los distintos tipos de riesgos (geológicos, climáticos, biológicos, tecnológicos, etc.), la cual ha sido llevada a cabo por especialistas de distintas ramas del conocimiento. En cuanto a la vulnerabilidad, hay también estudios muy centrados, no obstante, en determinados tipos de fenómenos como el sísmico, y bienes como las edificaciones y otras estructuras. En el caso de la exposición y su valoración, el número de estudios es menor y se limitan en la mayor parte de los casos a definiciones teóricas, estudios globales o aproximaciones cualitativas, sobre todo de la estimación económica (González, 1988).

Como se indicó previamente, el análisis de riesgos naturales se basa en la superposición de capas de información de distinta procedencia que dan lugar a mapas o modelos de distinto nivel (susceptibilidad, peligrosidad, exposición, vulnerabilidad o riesgo). Los mapas de susceptibilidad o probabilidad espacial se obtienen a partir del análisis de los factores determinantes (MDT, geología, suelos, vegetación, hidrografía, clima, etc.), junto con el inventario de los fenómenos previos. Con datos sobre la frecuencia de los eventos pasados o de sus factores activadores, se puede determinar la peligrosidad o probabilidad espacio-temporal. A este respecto, la información es amplia, multiescalar y de calidad. La exposición al riesgo se obtiene mediante el inventario de elementos (personas y bienes materiales) que pueden ser afectados por un proceso de riesgo, recogidos en mapas generales (infraestructuras, construcciones, edificaciones, comunicaciones) o temáticos (población, actividad económica, etc.). En términos cuantitativos, la valoración de los elementos en riesgo se puede obtener a partir de fuentes de información de gran disponibilidad, como el catastro y la valoración inmobiliaria, o de menor disponibilidad como las tasaciones, agencias aseguradoras, etc. La vulnerabilidad, definida como el grado de afectación de un determinado elemento en riesgo ante la ocurrencia de un fenómeno de una determinada magnitud, se estima a partir la evaluación realizada por profesionales de la ingeniería, la salud u otros, siendo la información más escasa, aunque hay ejemplos notables como la norma sismorresistente. Por último, la determinación del riesgo como producto de la peligrosidad por la exposición y la vulnerabilidad, también responde a operaciones de superposición de distintas capas de información.

Así, los análisis de riesgos naturales experimentaron un importante auge con la aparición y la generalización en el uso de los SIG (Laín, 1999), y la extensión de esta herramienta a la red, las IDE. Esto es lo que se examina en este trabajo, a partir de las distintas IDE y bases de datos disponibles en la red (IDE-E, Catastro, IDE-CCAA, IGME, REDIAM, AEM, INE, etc.).

RIESGOS NATURALES, SIG, IDE Y SERVICIOS

Hasta el presente la cartografía de riesgos naturales, la cartografía medioambiental y, en general, la cartografía temática se ha ido desarrollando a base de iniciativas aisladas y en muchos casos, salvo excepciones como la cartografía geológica, la de cultivos y aprovechamientos o los datos de tipo climático y socioeconómico, respondiendo a trabajos particulares (investigación, proyectos, etc.).

La aparición de los SIG en los años 60, pero sobre todo, su utilización extensiva a partir de los años 80 y 90, supuso un fuerte empujón a la cartografía temática y medioambiental, ya que proporcionó herramientas para el análisis y modelización de los datos que anteriormente estaban bastante limitadas. La estructuración de los datos en capas y su interacción en los SIG realmente supusieron una auténtica revolución en las capacidades y posibilidades de este tipo de cartografías.

No obstante, es el surgimiento de las Infraestructuras de Datos Espaciales (IDE), prácticamente con el nuevo siglo, la que enfatiza de forma concluyente la importancia de los datos y cartografías medioambientales y las pone en relación con las cartografías básicas o generales. Iniciativas como la INSPIRE a nivel europeo, la IDE-E e IDEAGE a nivel nacional o las distintas IDE a nivel autonómico o local ponen de manifiesto la importancia de la IG en la sociedad actual y establecen las políticas, tecnologías y normas para poner en marcha las IDE, que están integrando de una forma coherente la información geográfica de distinta temática. Dentro de esta información y de las cartografías que surgen a partir de ella, la de riesgos naturales es de gran relevancia.

De esta manera, las IDE suponen un nuevo empujón en el análisis de riesgos en varios sentidos, como la propia disponibilidad de los datos en la red, el impulso que suponen directivas como INSPIRE o las IDE nacionales a nuevos conjuntos de información como los riesgos naturales y la presencia de metadatos que permiten informar a su vez de la calidad de los datos de partida, y por lo tanto, de la fiabilidad de los análisis.

Capa Atlas virtual de aves terrestres de españa	Escala	Tipo WMS/WFS	Origen	Ministerio
Sistema Información plantas de España (anthos)		WMA	CSIC	
Mapa de edades de España Mapa de litologias de España Mapa de movimientos del terreno de España Mapa de permeabilidades de España Mapa del karst de España Mapa geológico de España	1:1M 1:1M 1:1M 1:1M/1:200K 1:1M 1:1M/1:200K/1:50 K	WMS WMS WMS WMS WMS	IGME	Ciencia e Innovación
Mapa hidrogeológico de España Mapa neotectónico de España Mapa previsor de riesgo expansividad arcillas Proyecto one geology-geological map of Spain	1:1M/1:200K 1:1M 1:1M 1:1M	WMS WMS WMS		Fannamía v
Catastro Divisiones administrativas de España Base Cartográfica Numérica (BCN) Base Cartográfica Cartociudad	1:25K 1:1M	WMS/WFS WMS/WMS WMS/WMS WMS/WMS /WFS/WPS	Catastro	Economía y Hacienda
Demografía (Atlas Nacional de España) Histórico del MTN50 Hojas cartográficas Landsat7 y Spot	1:50K	WMS WMS WMS WMS	IGN	Fomento
Mapa ocupación del suelo (Corine LandCover) Mapa de suelos de España Mapa topográfico nacional (MTN) Norma de construcción sismorresistente Plan Nacional Ortofotografía Aérea (PNOA) Relieve España MDT de la Península e Islas Baleares (UTM30) MDT Península, Baleares y Canarias (Ion/lat)	1:1M 1:25K/1:50K	WMS WMS WMS WMS WMS WMS WMS WCS	IGIV	romente
Estaciones de servicio España		WMS	Subsecretar .	Ind., Energ. Comercio
Partidos judiciales de España IDE Duero Geología CHD Puntos de agua CHD Confederación Hidrográfica Guadalquivir		WMS WMS/WFS WMS/WFS WMS/WFS/ WCS	Rel.Admon. Confeder. Hidrográf. Duero Conf.Hidro. Guadalquiv	Justicia Medio Ambiente Rural y Marino
Confederación Hidrográfica Guadiana Confederación Hidrográfica Segura Comarcas agrarias Comarcas veterinarias		WMS WMS WMS WMS	CH.Guadian CH. Segura	
Mapa de cultivos (1980/90 y 2000/09) Regadíos Plan de choque SIG Parcelas Agrícolas (SIGPAC) SIG Oleícola SIG Datos Agrarios (SIMA		WMS WMS WMS WMS Visor Visor	Dirección General de Servicios	
Espacios naturales protegidos (península)		WMS	Medio Nat.	

Mapa forestal de España (MFE50) (península)	WMS	Pol.Forestal	
Cruz roja - red territorial y centros costeros	WMS	Pol.Discapa	
	WIVIS	С	
Sistema de información urbana (SIU)	WMS	Urbanismo y	
	WWG	Pol.del	Vivienda
		suelo	

Tabla 1. Capas de información a nivel nacional (IDE-E, IDEAGE).

Capa Callejero Digital de Andalucía		Tipo WMS	Origen ICA	Andalucía
Mapa Topográfico Litoral (Raster) (varios años)	1:5K	WMS	ICA	Andalacia
Mapa Topográfico Andalucía (Raster) (varios)	1:10K/1:100K/1:40 0K	WMS	ICA	
Mapa Topográfico Andalucía (Vector) (varios)	1:10K/1:100K/1:40 0K	WMS	ICA	
Mosaico de ortoimágenes SPOT (varios años)		WMS	ICA	
Mosaico de ortoimágenes Landsat (varios años)		WMS	ICA	
Ortoimagen QuickBird (varios lugares)		WMS	ICA	
Ortofotografía Digital Color RGB (varios años)		WMS	ICA	
Ortofotografía Digital Color CIR (varios años)		WMS	ICA	
Ortofotografía Digital Pancromática (varios)		WMS	ICA	
Mapa de cuencas hidrográficas		WMS	ICA	
Mapa de Andalucía 1:50.000 1940-1944	4.401//4.4001/	WMS	ICA	
Modelos Digitales del Terreno de Andalucía	1:10K/1:100K	WMS	ICA	
Espacios Productivos		WMS	ICA	
Mapa Geológico		WMS	REDIAM	
Mapa de Edad Geológica		WMS	REDIAM	
Mapa Litológico de Andalucía		WMS	REDIAM	
Mapa Geomorfológico		WMS	REDIAM	
Mapa de Suelos REDIAM		WMS	REDIAM	
Mapa de Capacidad de Uso del Suelo		WMS	REDIAM	
Mapa de Series de Vegetación		WMS WMS	REDIAM	
Mapa de Biodiversidad		WMS	REDIAM REDIAM	
Mapa de Vegetación Natural Mapa Hidroclimático		WMS	REDIAM	
Mapa de Paisajes		WMS	REDIAM	
Mapa de Faisajes Mapa de Humedales: Zonas Húmedas		WMS	REDIAM	
Mapas Guía de Parques y Parajes Naturales		WMS	REDIAM	
Mapas de Carreteras		WMS	REDIAM	
Usos y coberturas vegetales (varios años)	1:25K	WMS	REDIAM	
CORINE Land Cover (varios años)	1.201	WMS	REDIAM	
Inventario de árboles y arboledas singulares		WMS	REDIAM	
Mapa de Equipamientos de Uso Público		WMS	REDIAM	
Inventario de Vías Pecuarias de Andalucía.		WMS	REDIAM	
Mapa de los Montes Públicos		WMS	REDIAM	
Zonas ZEPIM, Reservas Biosfera, Geoparques.		WMS	REDIAM	
Patrimonio de la Humanidad de Andalucía.		WMS	REDIAM	
Espacios Naturales Protegidos		WMS	REDIAM	
Cartografia de Vegetación asociada a		WMS	REDIAM	
humedales Mapa de calidad de riberas		WMS	REDIAM	
Mapa de Masas de Agua Superf. y				
mapa ao masas ao Agua Superi. y		WMS	REDIAM	

Subterráneas Mapa de Permeabilidad de Andalucía		WMS	REDIAM	
Mapa de Vulnerabilidad de los Acuíferos		WMS	REDIAM	
Mapa de lugares de interés hidrogeológico		WMS	REDIAM	
Mapa de humedales RAMSAR e IHA		WMS	REDIAM	
Coberturas geográficas vectoriales		WMS		Gobierno
Ortoimágenes		WMS	SITAR	Aragón
Mapa Topográfico rasterizado		WMS		Aragon
Callejero Digital		WMS		
Distribuidor de Ortofotos	1:2K	WMS		
Límites de Espacios Naturales Protegidos		WMS	IDECAN	Canarias
Fincas Registrales		WMS	IDECAN	Cariarias
Lugares de Importancia Comunitaria (LIC)		WMS		
Mapa de Cultivos		WMS		

Tabla 2. Capas de información a nivel autonómico.

Capa Mapa de Ocupación de Suelo de Canarias Mapa de Vegetación		Tipo WMS WMS	Origen		
Mapa Geológico Mapa Topográfico a escala Ordenación Espacios Naturales Protegidos Planeamiento urbanístico	1:1K/1:5K	WMS WMS WMS WMS	IDECAN	Canarias	
Mapa Topográfico Mapa Topográfico	1:5K 1:25K	WMS WMS	IDEE-Cantabria	Cantabria	
PNOA, Ortofoto Espacios naturales Usos del Suelo, Corine	10/50 cm	WMS WMS WMS	IDE Castilla-La Mancha	Castilla Mancha	La
Cartografía 1:10.000 Corine Land Cover Espacios Naturales	1:10K/1:50K	WMS WMS WMS	SIT Castilla y León	Castilla	у
Mapa regional Orotofoto, PNOA (varios años) Mapa 1:25.000	1:25K/1:50K	WMS WMS WMS	Inst.Tecn.Agrario	León Cataluña	
Atlas climático digital Banco de datos de biodiversidad Depto. Medio Ambiente y Vivienda Vegetación Municipios Hidrografía	1.23N/ 1.30N	WMS WMS WMS WMS WMS	Un.Autonoma B	Catalula	
Embalses Equipamientos Meteorológicos		WMS WMS	Medio Ambiente y Vivienda		
Calidad de aguas superficiales/subterráneas		WMS	(SIMA)		
Depuradoras Gestores de residuos de la construcción Actividades extractivas Usos del suelo		WMS WMS WMS WMS			
Departamento de Obras Públicas Imagen Landsat Inventario forestal Límites administrativos		WMS WMS WMS WMS	Obras Publicas ICC		
Ortofotos Servicio de Aludes	1:5K/1:10K/1:25K	WMS WMS	ICC/UAB ICC		

Servidor CREAF (Inv.Ecol. y Aplic.Forestal)		WMS/WCS	CREAF/UAB	
Mallas cartográficas.	1:0,5K/1:1K/1:5K/ 1:10K/1:25K/1:50K	WMS/WFS		
Hidrografía		WMS		
Orografía		WMS		
Cobertura tierra: mapas básicos, ortofotos		WMS		
Nombres geográficos		WMS		
Unidades administrativas		WMS		
Direcciones postales		WMS		
Agricultura y ganadería		WMS	IDENA/SITNA	Navarra
Medio Ambiente: lugares protegidos, ruidos		WMS		
Biota: biodiversidad y ecología		WMS		
Infraestructuras y dotaciones		WMS		
Población y cultura		WMS		
Turismo		WMS		
Transportes y comunicaciones		WMS		
Salud		WMS		
Seguridad y asistencia		WMS		

Tabla 2. Capas de información a nivel autonómico (Continuación)

Capa Servidor ICV: MDT Servidor ICV: Ortofotos (varias épocas) Playas Humedales Lics Espacios protegidos Biodiversidad Reservas de fauna		Tipo WMS WMS WMS WMS WMS WMS WMS WMS	Origen ICV/IDV	
Corredor de infraestructuras Riesgo de inundaciones (PATRICOVA) P.O.R.N. (espacios naturales) P.R.U.G. (espacios naturales) Cartografía de Residuos Cartografía Temática Producción de materiales forestales Montes gestionados y ordenación forestal Senderos e instalaciones recreativas Mapa base Orto 2007-2010 Orto 2005-2006		WMS	Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda	Comunidad Valenciana
Corine_Reclasificado Geología Áreas protegidas		WMS WMS WMS	IDE-Extremadura	Extremadura
Cartografía básica Ortofotos (varias épocas) Bioatlas Fotografía aérea, Ortofoto, Satélite Geociencia		WMS/WFS WMS WMS WMS	SITGA/IDEG	Galicia
Hidrología Límites Modelos digitales del terreno Ortofoto Relieve Mapa Topográfico	1:1K/1:5K	WMS WMS WMS WMS WMS	IDEIB	Islas Baleares

Topográfico Ortofoto e Infrarrojo Medio físico (geología, hidrografía, clima) Cubierta terrestre (Corine, veg., bosques, Calidad ambiental Gestión del territorio Poblaciones y transportes Servicios e instalaciones Unidades administrativas Municipios (IDE municipales)	1:5K/1:25K/1:50K	WMS/WFS WMS/WFS WMS/WFS WMS/WFS WMS/WFS WMS/WFS WMS/WFS WMS/WFS	IDE Rioja	La Rioja	
Cartografía básica Ortofotos		WMS WMS	Dpto.MedioAmb. Planif. Agr.Pesca	País Vasco)
Cartografía básica Ortofotos Ortofotos y Ortoimágenes (varias épocas)	1:5K/1:10K	WMS WMS WMS	SITPA	Principado Asturias	de
Cartografía básica Bienes culturales Deslindes de costas Medio ambiente Red de escorrentia y cauces Deslindes DPH	1:5K	WMS WMS WMS WMS WMS WMS	SIT Murcia	Región Murcia	de

Tabla 2. Capas de información a nivel autonómico (Continuación)

En España, el RD 1545/2007, de 23 de noviembre, por el que se regula el Sistema Cartográfico, establece que la Infraestructura Nacional de Información Geográfica tendrá entre sus contenidos información geográfica de referencia y datos temáticos fundamentales, dentro de los cuales se incluirán los datos relativos a los riesgos naturales y tecnológicos. La muy reciente Ley 14/2010, de 5 de julio, sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España ratifica la inclusión de las zonas de riesgos naturales y antrópicos como una de las capas integrantes de los datos temáticos fundamentales. A nivel andaluz, el propio Plan Cartográfico de Andalucía (2008), propone la recopilación de datos temáticos de distinta índole, entre los que se incluyen las zonas de riesgo natural, y la elaboración de cartografías temáticas como las de riesgos naturales.

Las IDE se cimenta sobre cuatro pilares básicos que son el marco institucional, los estándares a los que deberá ajustarse la información geográfica, la tecnología y la política de datos que se ha de seguir. A partir de estos pilares, se deriva la necesidad de desarrollar lo que se conocen como las componentes de las IDE: los datos (la información geográfica), los metadatos (información sobre los datos) y los servicios, que representan la gran novedad respecto a la cartografía tradicional, ya que ahora el énfasis debe estar más en los servicios que se ofrecen que en los datos. Los datos pueden ser utilizados de distinta forma, dependiendo de los servicios aplicados.

La más básica es su visualización en las propias herramientas disponibles en los sitios web donde están alojadas; sin, embargo con este sistema no es posible hacer ningún tipo de análisis -salvo el visual- de los datos o a través de globos virtuales como Google Earth. Otro sistema parecido a esta sería la visualización de los datos en Sistemas de Información Geográfica que incorporen la posibilidad de conectarse a servidores WMS (web map services). Hay numerosos software, tanto de carácter libre (GvSIG, Kosmo, etc.), como comercial (ArcGIS a través del módulo ArcIMS) que permiten trabajar de esta manera. En este caso, las posibilidades de análisis de los datos son también muy limitadas, llegando como mucho a la realización de consultas básicas; sin embargo, el disponer de los datos en un SIG ofrece algunas alternativas como la digitalización en pantalla de los datos.

Desde luego, los métodos más interesantes son aquellos que permitan la gestión y análisis de los datos sin muchas restricciones, por ejemplo mediante operaciones de superposición de capas o análisis de vecindad, indispensables para los estudios de riesgos. En este sentido es necesario disponer de sistemas de descarga de datos o, sobre todo, de servicios WFS (web file services) o WCS (web coberture service). Las IDE suele proveer distintas formas de descarga de datos sobre la base de que la información pública deber ser abierta a los usuarios y, ya que estos y sus necesidades son diversos, la forma de descargarlos también lo ha de ser, desde la descarga de datos en formatos pdf o imágenes (JPEG, TIFF, etc.), hasta la descarga de datos en formatos vectoriales (SHP, DXF, DWG, etc.). Desde nuestro punto de vista, se hace necesaria la descarga de datos en formatos con los que sea

posible trabajar, tanto en el modelo vectorial como en raster. Desde el momento de la descarga, la forma de trabajo se convierte en la metodología ya clásica seguida en de los SIG.

Sin embargo, mucho más interesante y en consonancia con el espíritu de las IDE es la utilización de servicios WFS o WCS para datos vectoriales y raster, respectivamente. En este caso, la conexión desde un SIG con estos servicios alojados en sitios web determinados permite trabajar con estas capas de información prácticamente de la misma manera –es decir, con nulas o pocas restricciones- que las capas que están almacenadas físicamente en la memoria del ordenador.

De todo ello se deduce la necesidad de disponer de IDE con servicios web, preferentemente WFS o WMS, o al menos de servicios de descarga de datos, para realizar análisis de riesgos. Esto es lo que se examina en este trabajo., a partir de las distintas IDE y bases de datos disponibles en la red (IDE-E, Catastro, IDE-CCAA, IGME, REDIAM, AEM, INE, etc.).

CAPAS DE INFORMACIÓN DISPONIBLES

En las tablas 1 y 2 se presentan las capas disponibles en las IDE a nivel nacional y autonómico para la realización de cartografías de riesgos. La mayor parte de ellas están como WMS, por lo que la operabilidad va a ser limitada, aunque a nivel nacional se ofrece un buen número de capas como WFS y WCS. Por lo que respecto a la naturaleza de las capas, en todos los niveles y regiones del territorio se dispone de capas de cartografía básica, así como de ortofotografías y ortoimágenes, siendo la cartografía temática más variable, desde la exhaustividad a nivel nacional y en algunas autonomías, hasta una mayor escasez en otras.

En los siguientes apartados se analiza la información existente para elaborar cartografías de riesgo a nivel de planificación nacional y regional. No se ha entrado en los niveles provinciales y locales, aunque hay que señalar la gran abundancia de datos en algunas provincias y municipios, que permitiría abordar análisis de riesgos a nivel más detallado.

Susceptibilidad y peligrosidad

La susceptibilidad es el nivel más sencillo dentro de las componentes del riesgo y expresa como se ha dicho anteriormente la probabilidad espacial; concretamente, según Brabb (1984), que la define en el ámbito de los movimientos de ladera, la susceptibilidad es la probabilidad o posibilidad de que suceda un fenómeno de riesgo en una zona específica y en un futuro no determinado en función de la correlación de los factores condicionantes del proceso con la distribución de los eventos pasados.

La simple cartografía de susceptibilidad o incluso de la distribución de los eventos previos o los factores condicionantes o determinantes de un fenómeno, es una herramienta muy eficaz de planificación, puesto que muestran a los planificadores y tomadores de decisiones la ubicación de las zonas en las que ha ocurrido o puede ocurrir (de acuerdo al principio del actualismo) un proceso potencialmente dañino. Es, por lo tanto, un instrumento básico para la ordenación del territorio, como medida pre-desastre y anti-exposición, ya que puede evitar o al menos reducir la ubicación de elementos en riesgo en una zona determinada del territorio.

La susceptibilidad del terreno es muchas veces una de las pocas cosas que se puede modelar en función de los datos existentes, ya que, en general, resulta bastante factible el disponer de evidencias de eventos pasados y de cartografías de los factores condicionantes (geología, clima, biología, hidrografía, etc.). Por el contrario, contar con información temporal no siempre es fácil, especialmente en procesos muy extendidos pero de un bajo impacto individual.

Las técnicas geomáticas son aplicables a todos los niveles y escalas desde el inventario de eventos (topografía clásica y GPS, escáner-laser terrestre, fotogrametría, lidar aerotransportado, teledetección óptica y radar) hasta el uso de Sistemas de Información Geográfica (Chacón e Irigaray, 1999) para la modelización de la susceptibilidad por combinación de mapas de inventario y factores determinantes. En la figura 1 se presenta el flujo de una metodología de susceptibilidad a los movimientos de ladera, con varias fases (Chacón et al., 1992):

- Inventario de fenómenos o procesos.
- Inventario y cartografías de factores
- Análisis de factores determinantes (correlación cruzada entre factores y fenómenos)

- Modelado de la susceptibilidad, por métodos probabilistas, deterministas o basados en la experiencia.
- Validación de los modelos obtenidos por correlación cruzada con muestras distintas a las del análisis.

Las Infraestructuras de Datos Espaciales, como extensión del concepto de SIG a la red y las consecuencias que esto trae en cuanto a disponibilidad de datos, fiabilidad de los mismos e impulso a la compartición y transferencia de la información geográfica, son un aspecto a tener muy en cuenta hoy día en estos análisis. Por último, no se han de olvidar ni infravalorar las técnicas de representación cartográfica (convencionales o más sofisticadas como los modelos realistas en 3D y animaciones) que desempeñan un papel fundamental a la hora de concienciar a la sociedad, planificadores y tomadores de decisiones.

En este sentido, las capas de información necesarias para elaborar mapas de susceptibilidad y peligrosidad son los propios inventarios de fenómenos y en segundo lugar los mapas de factores, en ambos casos, preferentemente con carácter multitemporal que es lo que permitirá la determinación de la peligrosidad.

En la tabla 3 se observa los siguientes tipos de datos útiles para el análisis de susceptibilidad y peligrosidad en los principales fenómenos: riesgo sísmico (más otros fenómenos ligados a la geodinámica interna como los volcanes y tsunamis), movimientos de ladera y otros fenómenos superficiales, erosión y desertificación, inundaciones e intensas precipitaciones, fenómenos climáticos (olas de frío, calor, heladas, precipitaciones, etc.), incendios, riesgos biológicos (plagas y epidemias), riesgos tecnológicos, e impacto ambiental (que aunque no es desde el punto de vista estricto un riesgo, se ha considerado de interés incluirlo aquí).

MDT	Sísmico	M.Lad.	Eros.	Inund.	Climat.	Incend.	Biolog.	Tecnol.	Impact.
MDT	M/C	M/C	M/C	M/C		M/C			M/C
Ortofotos/Imágenes	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Geología/Litología	М	M	M	M		M			M
Geotecnia	M	M	M	M					
Suelos	M	M	M	M		M	M		M
Hidrografía/Hidrología		M	M	M					М
Hidrogeología	М	M	М	M					М
Sismicidad	М								
Parámetros climáticos		M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F
Vegetación		M	M	M	M	M	M		M
Cultivos		M	M	M		M	М		M
Forestal		M	M	M		M	М		M
Usos del suelo/Corine	M	M	M	M		M	М	M	M
Biodiversidad							M		М
Fauna							М		M
Espacios naturales			M			M	М	M	M
Humedales							М		М
Equipamientos natur.			М			М			М
Residuos						M		M	M
Instalac. Indus-Energ.						M		M	M
Cartografía básica *		M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F
Cartograna basica		171/1	141/1	171/1	171/1	171/1	171/1	141/1	141/1

M, F y C: Capas disponible como WMS, WFS y WCS. * Comprende población, comunicaciones, construcciones

Tabla 3. Capas de información útiles para la susceptibilidad/peligrosidad a distintos fenómenos de riesgo.

A partir de la tabla se observa que hay bastante información disponible en las IDE para la elaboración de mapas de susceptibilidad o zonificación de áreas expuestas a fenómeno. La mayor dificultad estriba en que la mayor parte de los datos están solo disponibles de momento como WMS en las IDE, y tan solo la cartografía básica, los MDT, y en algunos casos las imágenes y otras capas están como WFS o WCS. No obstante, en muchos casos es posible a través de tarifas o de solicitud gratuita de datos para investigación científica la descarga de datos vectoriales, aunque esta forma de trabajar no se encuentre del todo dentro del espíritu IDE.

Los fenómenos de tipo geológico y mixtos (sísmico, movimientos de ladera, erosión e inundaciones) están bastante bien cubiertos ya que la información geológica es bastante extensa y fiable, a lo que se añaden los MDT,

información básica, cobertura vegetal, suelos, y sobre todo las ortofotografías e imágenes de distintas escalas y épocas. En algunos casos, se dispone incluso de cartografías específicas de inventario como la de movimientos de ladera, sismicidad e incluso de susceptibilidad como la de expansividad de arcillas.

Sobre los fenómenos climáticos también hay capas cartográficas disponibles en las IDE (mapas climáticos, hidroclimáticos, mapas de la sequía, de las heladas, etc.), aunque en este caso la información más exhaustiva es la que se encuentra en forma no cartográfica (aunque georreferenciada) en la Agencia Española de Meteorología y en bases de datos ambientales de las distintas CCAA, además de los catálogos de imágenes de satélite.

Los incendios son otro fenómeno que por su relevancia está muy documentado, y para ello hay numerosa información tanto de carácter climático como de la vegetación (coberturas de vegetación, series de vegetación, estado de la vegetación, usos del suelo, cultivos, información forestal, Corine LandCover), además de los catálogos de ortofotografías y ortoimágenes. En este caso, hay IDE de organismos especializados que incorporan cartografías de riesgo (susceptibilidad y peligrosidad).

Finalmente, para los fenómenos biológicos y tecnológicos, así como para el análisis del impacto de los fenómenos sobre los propios elementos del medio natural, se cuenta con información en este caso de distinta extensión y profundidad dependiendo de la región estudiada. Así, para los primeros, se dispone de capas de información sobre vegetación, fauna, biodiversidad, espacios naturales, así como orotofotos e imágenes; para los segundos hay información sobre residuos, instalaciones industriales y energéticas, población e imágenes; para los estudios de impacto, igualmente se dispone de todas las capas de información comentadas en todos los casos anteriores.

Por su parte, la peligrosidad -como se indicó antes- supone la determinación de la probabilidad espaciotemporal, es decir, la probabilidad de que se produzca un fenómeno de una severidad determinada no sólo en el espacio, sino en un tiempo dado, llamado periodo de retorno. La determinación de la peligrosidad se hace bastante acuciante en la sociedad de hoy en día donde prima la actualidad en los medios de comunicación y en la actuación política. Por lo tanto, de cara a una concienciación social y a una llamada de atención a los políticos y tomadores de decisiones, se hace necesario no sólo mostrar donde se pueden producir los fenómenos sino cuándo y con qué frecuencia. Se ha de evitar, no obstante, que la mitigación de peligros con un periodo de retorno elevado sea postergada, especialmente los de alta intensidad.

Para la determinación de la peligrosidad es necesario datar con la mayor exactitud la fecha de ocurrencia o al menos disponer de un cierto conocimiento sobre la frecuencia con que se producen los procesos, o de sus factores activadores o desencadenantes (por ejemplo el conocimiento de la frecuencia de eventos lluviosos por encima de una intensidad determinada puede llevar a conocer la frecuencia de activación de movimientos de ladera). Las técnicas de datación pueden basarse en registros históricos –sólo disponibles para eventos catastróficos, observaciones de campo (morfología del terreno, indicios geológicos, etc.), isótopos radiactivos, o, de forma más limitada en el tiempo, fotografía (aérea y terrestre) histórica e imágenes de satélite. A partir de estos estudios es posible determinar el periodo de retorno de un evento de una determinada intensidad y en consecuencia la probabilidad anual o en una serie de años (Olcina y Ayala, 2002). En este sentido, resulta bastante útil contar con escalas cuantitativas para medir la intensidad, como en el caso del riesgo sísmico (Mercalli o MKS).

Puesto que la peligrosidad tiene una distribución espacial, se puede expresar cartográficamente en mapas de peligrosidad anual o de peligrosidad en distintos periodos de retorno (por ejemplo, 30 años). Nuevamente, las técnicas geomáticas son absolutamente cruciales (Jorge, 2002), desde la fase de inventario al análisis y presentación de los resultados.

En las IDE, la información al respecto se basa en los registros históricos como los de sismicidad (varios siglos) o de parámetros climáticos (último siglo), así como las series históricas de cartografías como la 1:50K del IGN, que proporciona datos de gran validez. De gran interés son las series de fotografía aérea (ortofotos) que al- gunos casos están disponibles en las IDE desde el vuelo americano de 1956, aunque la mayor parte de las imágenes sean de la última década. Lo mismo sucede con las imágenes de satélite, con un buen registro, aunque solo disponibles en los últimos 20 años en la mayoría de los casos.

Exposición de los elementos en riesgo

La exposición presenta dos vertientes, la primera derivada de la propia localización de elementos en riesgo en zonas de alta susceptibilidad o peligrosidad; la segunda, de la valoración de estos elementos (Varnes, 1978). Una

completa localización y valoración de los elementos en riesgo es realmente importante a la hora de la concienciación, pues se ponen de manifiesto y se cuantifican los elementos que afectados por un peligro.

La exposición de los elementos en riesgo a las zonas de peligrosidad es bastante sencilla de determinar con técnicas cartográficas y SIG, a partir de los cruces entre las distintas capas de información. Los elementos en riesgo están presentes en las cartografías generales (vías de comunicación, población, construcciones, edificaciones, elementos culturales, usos del suelo, etc.) y temáticas (cultivos y aprovechamientos, inventario forestal, minería, lugares de interés turístico, histórico o ecológico, población, etc.). En este sentido, la cartografía catastral y las cartografías agrarias y ambientales contienen información de interés.

La valoración de los elementos es el segundo paso para determinar esta componente del riesgo (Olcina y Ayala, 2002); por un lado está la valoración social, que se determina de forma directa como el número de personas expuestas al riesgo; por otro lado, está la valoración ambiental, la cual es posible estimar a partir de inventarios y cartografías ambientales (vegetación, fauna, geología y geomorfología, hidrología, etc.); y, por último, englobando –no obviando- a las anteriores se encuentra la valoración económica, que se puede estimar a partir de distintas fuentes. Así, la valoración agraria –realizada por el Ministerio de Agricultura- se ocupa de los cultivos y aprovechamientos; los datos de construcción de obras civiles de distintas administraciones, permiten valorar estos elementos; los estudios de mercado inmobiliario, del suelo y las edificaciones; y los datos de compañías aseguradoras, de la estimación de los daños en bienes personales y de las propias personas.

Es en esta línea, donde la cartografía catastral y la valoración correspondiente pueden constituirse en una herramienta de primer orden para la estimación cuantitativa de los elementos en riesgo y, en consecuencia, del propio riesgo. La valoración catastral, tanto rústica como urbana, presenta un gran detalle, lo que permite su empleo en escalas grandes (mapas de riesgos en núcleos urbanos y municipios), aunque también en escalas más reducidas y zonas más amplias, mediante generalización. Además, abarca un gran número de elementos del territorio (todos los bienes inmuebles públicos y privados, rústicos y urbanos), aun cuando no alcanza con igual detalle a otros elementos como las obras civiles, que, no obstante, aparecen registrados en el Catastro. Otra limitación importante es la ausencia de la valoración de los bienes muebles privados o los equipamientos públicos, que igualmente hay que deducir de otras fuentes.

No obstante, en la mayor parte de los casos de cartografías de riesgo, no se requiere un inventario tan detallado como el catastro y la valoración se debe plantear a partir de datos más generales como por ejemplo las de los mapas de cultivos y aprovechamientos junto a estadísticas como las de Instituto Nacional de Estadística, en el caso de rústica, o a datos del ministerio de vivienda y del propio INE en el caso de urbana.

Capas	Sísmico	M.Lad.	Eros.	Inund.	Climat.	Incend.	Biolog.	Tecnol.	Impact.
Ortofotos/Imágenes	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Vegetación	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Cultivos	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Datos agrarios	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F
SIGPAC, SIGA	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Forestal	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Usos del suelo/Corine	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Espacios naturales	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Equipamientos nat.	M	M	M	M		M			
Instalac. Indus-Energ.	M	M	M	M		M			
Cartografía básica	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F
Datos de población	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	
Catastro	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F

M, F y C: Capas disponible como WMS, WFS y WCS, respectivamente.

Tabla 4. Capas de información útiles para exposición de elementos en riesgo.

En las IDE, la información es más reducida que la de factores, pero también es abundante y variada. Los datos sobre la población –que resulta afectada prácticamente por todos los tipos de fenómenos de riesgo- se encuentran en las capas disponibles cartografía general combinada con datos estadísticos del INE e instituto regionales (tabla

4); los datos catastrales junto con los de registro de la propiedad, censos y padrones, también proporcionan datos a escalas más detalladas. Por su parte, los datos de bienes inmuebles urbanos (no afectados por todos los riesgos) se pueden extraer de las mismas fuentes que antes, mientras que los de bienes inmuebles rústicos pueden obtenerse desde capas de información sobre vegetación, cultivos y forestales, combinados con estadísticas agrarias, o, con carácter más detallado, a partir del catastro de rústica. La ventaja es que en este caso buena parte de la información está en servicios WFS o son estadísticas descargables de otros servicios web.

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es el grado de pérdidas esperables por un fenómeno de una determinada intensidad o severidad (Varnes, 1978). Su determinación es necesaria para matizar a los factores anteriores, ya que un peligro puede afectar de distinta manera –e incluso no afectar- a los elementos en riesgo.

La vulnerabilidad ha de ser valorada por especialistas en las construcciones o explotaciones (ingenieros y arquitectos), pero también pueden intervenir especialistas del campo de la salud, el patrimonio, etc. En este sentido es quizá el factor del análisis de riesgos que presenta mayores carencias, ya que no se dispone de estudios ni de datos fiables o extendidos, con la notable excepción de la norma sismorresistente (Martín, 2002). La forma de incorporar los datos de vulnerabilidad es a través de una capa de información cuantitativa en una escala 0-1 para cada tipo de fenómeno e intensidad del mismo.

Capas	Sísmico	M.Lad.	Eros.	Inund.	Climat.	Incend.	Biolog.	Tecnol.	Impact.
Ortofotos/Imágenes	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Suelos		M	M	M		M	M	M	M
Hidrografía/Hidrología		M	M	M		M	M	M	M
Hidrogeología	M	M	M	M		M	M	M	M
Norma Sismorresist.	M								
Vegetación		M	M	M	M	M	M	M	M
Cultivos		M	M	M	M	M	M	M	M
Datos agrarios		M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F
Forestal		M	M	M	M	M	M	M	M
Usos del suelo/Corine	M	M	M	M		M	M	M	M
Biodiversidad	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Fauna	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Espacios naturales	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Humedales	M	M	M	M	M	M	M	M	M
Equipamientos natur.	M	M	M	M		M			M
Instalac. Indus-Energ.	M	M	M	M		M		M	M
Cartografia general	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F
Datos de población	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F	M/F

M, F y C: Capas disponible como WMS, WFS y WCS, respectivamente.

Tabla 5. Capas de información útiles para vulnerabilidad de los elementos en riesgo.

En las IDE, la información disponible permite la estimación por parte de expertos la vulnerabilidad de los distintos elementos en riesgo afectados por los procesos o fenómenos de riesgo. En algún caso, hay información de especial interés como la norma sismorresistente que permite estimar la vulnerabilidad de las edificaciones y construcciones a los eventos sísmicos de una determinada intensidad (tabla 5). La mayor parte de la información está en servicios WMS, salvo las capas de información básica en WFS, y los datos de población y agrarios en bases de datos georreferenciables.

Riesgo

El riesgo se define como la sumatoria de los productos de la peligrosidad, exposición-valoración y vulnerabilidad calculados para cada uno de los elementos en riesgo, afectados por un peligro en una zona determinada. Si en la

zona intervienen más de un proceso de riesgo o peligro, se sumaran a su vez los resultados obtenidos para el riesgo unitario en cada uno de ellos.

La obtención del riesgo a partir de sus factores es un caso típico de superposición de capas, que se lleva a cabo en Sistemas de Información Geográfica, una vez que se han modelado previamente dichos factores. La forma de proceder es determinar la peligrosidad media para cada uno de los elementos en riesgo y, a continuación, multiplicar por la vulnerabilidad y la valoración de la exposición al riesgo. De esta manera, se obtienen los riesgos específicos, que sumados dan lugar al riesgo total. En la se incluyen los datos de riesgo específico.

CONCLUSIONES

El análisis de riesgos naturales se basa en la superposición de capas de información de distinta procedencia que dan lugar a mapas o modelos de distinto nivel. Hasta ahora esta superposición se venía haciendo en entonr SIG, con datos almacenados físicamente en la memoria de un ordenador. La aparición de las IDE, prácticamente en la última década, ha supuesto un cambio de paradigma en la Cartografía, cobrando gran importancia el concepto de información compartida, para lo cual es necesario el establecimiento de políticas y acuerdos institucionales y el desarrollo de tecnologías y estándares que faciliten el intercambio de datos; al mismo tiempo, el énfasis ha pasado de los datos a los servicios que proporcionan las IDE.

Existen ya, en este sentido, acuerdos y políticas a nivel mundial y europeo (INSPIRE), siendo España uno de los países donde se ha alcanzado un notable desarrollo de las IDE, tanto a nivel nacional (IDE-E e IDEAGE), como a nivel autonómico y local, lo que permite disponer de datos suficientes para abordar estudios como los de riesgos naturales, en los que se precisa de información abundante, diversa y con ciertas garantías de calidad, que vienen asegurados por otra de las componentes nucleares de las IDE, los metadatos. En España se dispone de una gran cantidad de capas de información disponible, relativas a cartografía básica, modelos digitales del terreno, imágenes de satélite y ortofotografías y diferentes informaciones temáticas.

Sin embargo, la mayor parte de la información se encuentra actualmente disponible a través de los servicios más básicos que son los WMS (servidores de mapas) que permiten principalmente la visualización y consultas sencillas de la información. Sería necesario, pues, que la información estuviera disponible mayoritariamente en servicios WFS (servidores de archivos) y WCS (servidores de coberturas), para que fuera posible trabajar sin restricciones con la información pública en análisis como los de riesgos naturales, sin necesidad de descargarla en los ordenadores, de solicitarla con fines de investigación a las instituciones o en algunos casos de adquirirla a través de tasas. No obstante, el propio acceso a la información, aunque sea a través de servicios WMS, ya se puede considerar bastante positiva.

Otra de las líneas a seguir hacia el futuro es la disponibilidad de información actualizada e histórica que permita abordar estos estudios con perspectiva temporal, además de la espacial. Un último paso evidente en relación con estos estudios en el espíritu de las IDE, es la publicación de los resultados de los análisis en la red y su inclusión en las IDE, como capas de información en permanente actualización y revisión.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo está siendo financiado mediante el proyecto CGL2005-03332 del Plan Nacional de I+D+I, el proyecto de excelencia P06-RNM-02125 de la Junta de Andalucía y los Grupos TEP-213 y RNM 221 del Plan Andaluz de Investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcázar, M. (2007). Catastro inmobiliario. Servicio de Publicaciones Caja Rural de Jaén. 535 p.
- Ayala, F.J. (1988). Introducción a los riesgos geológicos. En: Riesgos geológicos, Ayala, Duran y Peinado, eds., 3-20, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, España.
- Ayala, F.J. (2000). La ordenación del territorio en la prevención de catástrofes naturales y tecnológicas. Bases para un procedimiento técnico-administrativo de evaluación de riesgos. Boletín AEG, 30, 37-49.
- Ayala, F.J. (2002). Introducción al análisis y gestión de riesgos. En: Riesgos naturales, Ayala y Olcina eds., 133-144, Ariel, Barcelona, España.
- Ayala, F.J.; Olcina, J. y Vilaplana, J.M. (2004). Impacto social y económico de los riesgos naturales en España en 1990/2000. Inforiesgos, Gob. España. http://www.inforiesgos.es/ficheros_comunes/documentos/04.pdf.
- Chacón, J.; Irigaray, C.y Fernández, T. (1992). Metodología para la cartografía regional de movimientos de ladera y riesgos asociados mediante un Sistema de Información Geográfica. III Simposio Nacional sobre taludes y laderas inestables. Vol. I, 121-133. La Coruña, 1992.
- Chacón, J. e Irigaray, C. (1999). Previsión espacial de movimientos de ladera y riegos asociados mediante SIG. En: Los sistemas de Información Geográfica en los Riesgos Naturales y en el Medio Ambiente, Laín, L. (ed.), 113-123, Instituto Geológico y Minero de España. Madrid.
- Directorio de servicios de la IDEE. http://www.idee.es/CatalogoServicios/CatServ/directorio_servicios.html
- EIRD, Estrategia Internacional para Reducción de Catástrofes (2005). Marco de Acción de Hyogo para 2005-2005: Aumento de la Resiliencia de las Naciones y Comunidades ante los desastres. Conferencia Mundial sobre la Reducción de Desastres, Kobe, Hyogo, Japón.
- García, A. (1988). Prevención de terremotos y diseño antisísmico. En: Riesgos geológicos, Ayala, Duran y Peinado, eds.,109-114, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, España
- González de Vallejo, L. (1988). La importancia socioeconómica de los riesgos geológicos en España. En: Riesgos geológicos, Ayala, Duran y Peinado, eds., 21-36, Inst. Geol.y Minero de España, Madrid, España.
- González, J.L. (2009). Situación actual de los riesgos naturales en la planificación del territorio. En: Mapas de riesgos naturales en la ordenación territorial y urbanística, J.L. González, ed., 13-24, llustre Colegio Oficial de Geólogos, Madrid, España.
- Infraestructura de datos de Andalucía, IDE-A. http://www.ideandalucia.es/
- Infraestructura de datos de España, IDE-E. http://www.idee.es/show.do?to=pideep_pidee.ES
- Jorge, J. (2002). Teledetección y riesgos naturales. En: Riesgos naturales, Ayala y Olcina eds., 195-209, Ariel, Barcelona, España.

- Laín, L. (1999), ed. Los sistemas de Información Geográfica en los Riesgos Naturales y en el Medio Ambiente. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid. 227pp.
- Martín, A.J. (2002). Elementos de vulnerabilidad sísmica y norma sismorresistente. En: Riesgos naturales, Ayala y Olcina eds., 329-338, Ariel, Barcelona, España.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2007). Guía Metodológica para el Ordenamiento Territorial y Gestión de Riesgos para Municipios y Regiones, 134 p. Lima, Perú.
- Olcina y Ayala (2002). Riesgos naturales. Conceptos generales y clasificación. En: Riesgos naturales, Ayala y Olcina eds., 41-70, Ariel, Barcelona, España.
- Olcina, J. (2002). Riesgos naturales y ordenación territorial. En: Riesgos naturales, Ayala y Olcina eds., 1235-1305, Ariel, Barcelona, España.

Red de Información Ambiental de Andalucía, REDIAM. http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/web/rediam/

Iglesias Campos, A. y Meiner, A. (2010): Hacia un Sistema de Información Geográfica integrado para las costas y los mares de Europa. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.268-1.282. ISBN: 978-84-472-1294-1

HACIA UN SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA INTEGRADO PARA LAS COSTAS Y LOS MARES DE EUROPA

Alejandro Iglesias Campos¹ y Andrus Meiner²

- (1) Agencia Europea de Medio Ambiente / ETCLUSI Junta de Andalucía, Facultat de Ciències, Edifici C5, 4ª, E.08193 Bellaterra, España. alejandro.iglesias.ext@juntadeandalucia.es
- (2) Agencia Europea de Medio Ambiente, Kogens Nytorv, 6, DK 1050 Copenhague, Dinamarca. andrus.meiner@eea.europa.eu

RESUMEN

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA), en colaboración con la Comisión Europea y los Estados miembros de la Unión Europea se encuentra involucrada en un ambicioso proceso de integración de las diferentes bases de datos e información ambienta, con el fin de crear una herramienta capaz de gestionar la puesta en marcha y la aplicación de las diferentes políticas europeas que afectan a los medios costero y marino en Europa.

El desarrollo de todas aquellas políticas que afectan a este ámbito, entre otras la Directiva INSPIRE, la implantación de SEIS y las Recomendaciones para la Gestión Integrada de las Zonas Costeras (GIZC), requieren un mayor conocimiento y seguimiento de la información ambiental y de aspectos socio-económicos para la creación de análisis integrados que aporten respuestas integradas y sostenibles a las necesidades que se planteen. El seguimiento de la información ambiental precisa dotarse de desarrollos tecnológicos y sistemas de información eficaces, algunos buenos ejemplos ya están en funcionamiento a nivel europeo, como la Red Europea de Datos de Observación Marina en Europa (EMODNET) o el Sistema de Información de las Aguas Europeas (WISE).

Palabras Clave: Medio costero, medio marino, información ambiental, SIG,,GIZC.

ABSTRACT

The European Environment Agency (EEA) in collaboration with the European Commission and the Member States of the European Union is involved in an ambitious process of integrating the existing databases on environmental information, in order to create a tool capable to manage the different European policies implementation and application affecting the coastal and marine environment in Europe.

The policy development affecting this environmental context, amongst other initiatives the Directive INSPIRE, the implementation of SEIS and the Recommendations on Integrated Coastal Zone Management (ICZM), require a higher knowledge and monitoring initiatives for the environmental information, as well as the socio-economic aspects which support the integrated analysis for integrated and sustainable responses to concrete needs. The environmental information monitoring requires efficient technological solutions and information systems, some of them are already operative at European level, such as the European Marine Observation and Data Network (EMODNET) and the Water Information System for Europe (WISE).

Key words: Coastal areas, marine environment, environmental information, GIS, ICZM.

1. INTRODUCCIÓN

La Agencia Europea de Medio Ambiente (AEMA) promueve la producción de información relevante para el desarrollo de políticas ambientales, con una alta variedad de usuarios desarrollando evaluaciones regionales en temáticas específicas como la gestión integrada del medio costero y marino. Este requerimiento incrementa la demanda de análisis espacial y territorial atendiendo a las necesidades de los diferentes usuarios, apoyando el desarrollo de las políticas en este ámbito, así como al desarrollo tanto de las Recomendaciones para la Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC) como de la Directiva Marco de la Estrategia Marina (DMEM).

En este sentido, la Estrategia Multianual de la AEMA (2009-2013) refleja el estado cambiante de nuestro medio ambiente, a lo que la AEMA responde a través de acciones concretas:

La integración de Europa en el contexto global. Queda claro que los asuntos ambientales no entienden de fronteras, el cambio climático y sus impactos han mostrado la relevancia de estos procesos a nivel mundial creando enlaces de efectos entre diferentes escalas. Además, la globalización es un factor importante que requiere un mayor entendimiento en las relaciones con las regiones vecinas y su contexto transfronterizo. Existe una clara necesidad de impulsar estas relaciones, para ello la AEMA ha lanzado el proyecto "Neighbourhood".

Ofrecer una evaluación del medio de forma inmediata. Los actuales desafíos ambientales requieren un mejor uso de la información ambiental existente, con el fin de facilitar el desarrollo de una evaluación en el menor tiempo posible. Aunque éste ha sido siempre uno de los retos de la AEMA, los cambios tecnológicos y la disponibilidad de datos e información ambiental fiables ponen a disposición de los expertos nuevos desafíos que precisan de mejores metodologías para la integración y procesado de esos datos, para compartirlos y para poner toda la información generada a disposición de todos los usuarios y de los ciudadanos en general.

La necesidad de integrar datos de diferentes fuentes. El medio ambiente está relacionado con las actividades humanas, las relaciones entre los diferentes factores y sus impactos requieren un uso apropiado de las diferentes fuentes de datos ambientales y socio-económicos. La evaluación de los datos ambientales a una escala significativa es esencial, así como un análisis multiescalar para entender las relaciones entre lo local y lo global, así como la relevancia del fenómeno socio-ambiental para cada una de las escalas y temáticas.

La necesidad de producir indicadores y cartografía relevante fácil de interpretar para mejorar la comprensión de la realidad y el apoyo político para la toma de decisiones, ofreciendo para ello respuestas adecuadas.

La importancia de las redes y de los contactos con terceras instituciones. Compartir datos (recopilación, harmonización, desarrollo de plataformas de intercambio de datos, etc.) y colaborar en el desarrollo de evaluaciones temáticas es esencial. Las redes entre instituciones y agentes socio-económicos relevantes permiten una mejor promoción de las buenas prácticas y la puesta a disposición de los ciudadanos de productos relevantes a escalas diferentes (global, regiones ecológicas, nacional, etc.), para los diferentes niveles de administración (Supranacional, nacional, regional y local) y para los diferentes tipos de sectores temáticos de trabajo.

2. FUNDAMENTOS PARA EL DESARROLLO DE LA INFORMACIÓN AMBIENTAL COSTERA Y MARÍTIMA EN EL CONTEXTO DE LAS POLÍTICAS EUROPEAS MÁS RELEVANTES.

El contexto de políticas europeas mantiene actualmente a la AEMA en la ardua tarea de revisión del VI Programa de Acción Ambiental y de la Estrategia para el Desarrollo Sostenible de Europa. Esta revisión y evaluación serán clave para la definición de las próximas políticas europeas que afectarán al medio ambiente de todos los europeos.

Desde el punto de vista de los datos ambientales, se espera un incremento de iniciativas hacia sistemas de integración de datos, dando seguimiento a la Directiva INSPIRE (2007/7/CE) para la creación de una infraestructura espacial de datos en Europa y a otras iniciativas como SEIS para la creación de un sistema compartido de información ambiental. Aunque estas políticas puedan tener un horizonte a medio o largo plazo, es de vital importancia comenzar a trabajar en esta línea, siendo necesario el desarrollo de prototipos que pongan de relieve las potencialidades y utilidades que promuevan el proceso.

En Europa hay numerosas iniciativas que han sido desarrolladas con el fin de crear una infraestructura técnica, política y social de apoyo a la interoperabilidad espacial, para compartir y gestionar herramientas e información ambiental. Adoptada como una Directiva europea en Febrero de 2007, INSPIRE sienta las bases y el marco legal para el desarrollo de una infraestructura de datos espaciales (IDE) para todas aquellas políticas y actividades con un impacto ambiental. (Parlamento y Consejo Europeos, 2008)

Actualmente, INSPIRE se basa en infraestructuras ya desarrolladas en cada uno de los Estados miembros, creando una infraestructura de redes y nodos de datos espaciales que están operativos a nivel nacional, regional y sectorial para el uso y acceso compartido a los datos e información ambiental disponible. Las iniciativas de IDE contribuyen a la provisión de estándares, protocolos e interfaces que permiten el acceso compartido y el intercambio de datos espaciales. Estas especificaciones detalladas y los estándares promovidos por INSPIRE ponen en práctica la interoperabilidad entre los servicios y componentes proporcionados por los nodos distribuidos de las IDE.

Por lo que respecta a la información ambiental, SEIS es otra iniciativa Europea que interacciona con INSPIRE y el seguimiento global para el medio ambiente y la seguiridad, entorno al programa GMES (Comisión Europea, 2004). La comunicación SEIS (Comisión Europea, 2008) se configura como una iniciativa de colaboración entre la Comisión Europea, la AEMA y los Estados miembros, cuyo principal objetivo es el establecimiento de un sistema de información integrado y común en Europa que facilite a los Estados miembros y a las instituciones europeas su obligación de informar sobre el estado de las políticas europeas dentro de sus ámbitos de competencia. En este sentido existen planes para actualizar la Directiva sobre Información (91/692/CEE) con el fin de adaptarla a los principios establecidos en SEIS.

El desafío de SEIS es preservar y mejorar la calidad, comparabilidad y disponibilidad de la información ambiental a través de Europa. Con el fin de conseguir sus objetivos, SEIS introduce una serie de principios que aseguran, primero, que la información ambiental esté organizada de la forma más eficiente posible y segundo, que las inversiones en desarrollo de datos y procesos de seguimientos produzcan los mayores beneficios.

Por su parte, GMES es una iniciativa europea para el establecimiento de una red de observación de la Tierra desde Europa. Dando seguimiento a la demanda de las instituciones europeas para obtener información actualizada y detallada del estado del territorio y los cambios que sufren periódicamente, la Comisión Europea y la Agencia Espacial Europea (ESA) promovieron esta iniciativa y otros servicios de seguimiento con la participación de los Estados miembros. GMES debe proporcionar información a gran escala, dando un servicio para respuestas de emergencia y seguimiento del territorio, ofreciendo acceso a los datos generales a través de una estructura de servicios interoperables.

La parte temática de la información ambiental para los medios costero y marítimo viene recogida en las Recomendaciones para la Gestión Integrada de Zonas Costeras (GIZC), adoptadas por el Consejo y Parlamento Europeos en 2002. Las Recomendaciones de la GIZC incluyen una nueva visión de la costa, a través de los enlaces entre la interfaz terrestre y el medio marino, reconociendo la influencia de esta interfaz con las cuencas fluviales y la gestión de las aguas (Parlamento y Consejo Europeos, 2002). La visión integrada que proporciona la GIZC pone de manifiesto el desarrollo de metodologías integradas que relacionen las aguas, el territorio y los ecosistemas. Asimismo, el Protocolo para la GIZC en el Mediterráneo también se refiere a numerosos asuntos transversales que refuerzan la visión integral de las Recomendaciones, tratando la vulnerabilidad y resiliencia del cambio climático, incluyendo los aspectos socio-económicos.

Asimismo, la Directiva Marco para la Estrategia Marina (2008/56/CE) y el desarrollo de la política marítima de la Unión Europea, por ejemplo, la hoja de ruta de la planificación marítima en Europa, dan respuesta a la fuerte demanda de datos y conocimiento relacionados con las zonas costeras y los mares europeos. La planificación del medio marino requiere de cartografía precisa que facilite la toma de decisiones coordinadas entre los diferentes Estados miembros. La necesidad de cartografíar los fondos marinos o identificar la calidad y usos de la columna de agua abordan un enfoque tridimensional que permitan asegurar una evaluación detallada sobre los efectos de esta nueva planificación sobre los ecosistemas, desarrollando indicadores de estado y presiones, que en definitiva apoyen respuestas eficientes para la planificación marina.

El conocimiento y la planificación son necesarias para ofrecer respuestas eficaces y firmes a la Estrategia Temática para la protección y conservación del Medio Ambiente Marino, tanto en el contexto de las políticas de biodiversidad de la Unión, como para dar seguimiento al Marco Comunitario para la cooperación en el campo de los accidentes y contaminación marinas, de forma conjunta a las acciones de mitigación de los efectos de cambio climático en los mares y océanos que bañan las costas europeas.

Cabe destacar la Directiva que establece el marco Comunitario de Acción en el campo de la política de Aguas. La Directiva Marco de Aguas (2000/60/CE) anima a asegurar las funciones ecológicas, cuantitativas y cualitativas de los recursos hídricos en Europa para 2015. La Directiva requiere un análisis de impacto y de desarrollo de un enfoque de gestión integrada a través de los distritos de cuencas de ríos y sus planes de gestión, que incluyen no solo la superficie terrestre, sino que también las aguas subterráneas, costeras, transicionales y marinas. Este enfoque integrado hace de esta política un pilar fundamental para el conocimiento y planificación del medio ambiente costero y marino, como continuidad de la planificación del medio ambiente terrestre. (Parlamento y Consejo Europeos, 2000)

Asimismo la información socio-económica configura otro pilar fundamental para hacer frente a la demanda de información que requiere no solo la planificación, sino una gestión y un seguimiento efectivo de las actividades que se desarrollan en las costas, mares y océanos europeos, en especial las actividades relacionadas con el transporte marítimo, la pesca, el turismo, la energía y aquellas que presentan alguna amenaza debido a los efectos del cambio climático.

3. LA INFORMACIÓN AMBIENTAL EN EUROPA

El desarrollo de la información ambiental en Europa representa uno de los mayores logros de las últimas décadas, todas las instituciones, independientemente de su ámbito de gobierno, producen su propia información y generan conocimiento del medio en el que sus ciudadanos viven. No obstante, hasta los últimos años no ha sido posible generar una herramienta legal que coordine todos los esfuerzos de producción de información ambiental, con el fin de establecer estándares básicos que permitan la comparabilidad y la reutilización de esa información pública para otros fines.

En un territorio basto y diverso como la Unión Europea no es fácil encontrar metodologías comunes para el desarrollo de información, todo lo contrario, nos encontramos con islas de información que a veces hacen imposible analizar de forma integrada y general el medio ambiente en Europa.

En la actualidad son muchas las iniciativas internas de la AEMA y de sus Centros Temáticos Europeos (ETC) que aspiran a desarrollar herramientas y metodologías capaces de ofrecer análisis integrados de los medios terrestre, costero y marino, cuyo punto de partida requiere un amplio conocimiento de la información existente, así como poner en común todas aquellas metodologías que faciliten un análisis integrado.

El desafío principal de este enfoque integral se refleja en los siguientes puntos (Iglesias-Campos, 2009):

Interoperabilidad. Los datos e información ambiental de diferentes fuentes nacionales (mapas topográficos, imágenes satélites y seguimientos de datos in-situ) deberían de ser usados para ofrecer el nivel europeo de información integrada.

Comparabilidad. Datos a nivel europeo derivados de las diferentes fuentes de datos de los Estados miembros, utilizando diferentes metodologías de agregación que hagan posible la comparabilidad entre todos los datos existentes.

Compatibilidad. La generación de nuevas fuentes de datos e información deben asegurar su compatibilidad con los inventarios de datos existentes, asegurando así el seguimiento del estado de cambio a través del tiempo.

Innovación. La creación de datos de referencia para toda la Unión Europea, su inclusión e integración con aquellos datos existentes ofrecerá a la AEMA la posibilidad de incrementar el potencial de los análisis integrados y multisectoriales.

En un breve espacio de tiempo, la AEMA necesita actualizar sus bases de datos ambientales, incluidas las bases de datos costeras y del medio marino, con el fin de atender sus obligaciones de información a los ciudadanos y a los encargados del desarrollo de políticas y toma de decisiones. A largo plazo, los Estados miembros están discutiendo actualmente, en estrecha colaboración con el Grupo de trabajo de INSPIRE, un concepto de modelo de datos que facilite la derivación de programas de datos y cartografía nacionales a metodologías de agregación comunes.

Por lo que respecta a la disponibilidad de la información ambiental en Europa, la principal fuente para todos los usuarios es el Servicio de Datos de la AEMA, poniendo a disposición del público una basta base de datos de referencia e información ambiental sobre el estado y las presiones del medio ambiente en Europa. Este servicio ofrece además de los datos básicos de referencia con sus metadatos, análisis concretos que facilitan la interpretación de la información disponible. Asimismo es posible acceder a todos los informes temáticos producidos por la AEMA, sus ETC y la red de expertos de EIONET en la que se apoya para desempeñar su mandato.

En la actualidad, la información sobre el medio costero y marino disponible es escasa en términos de integración a nivel europeo. La AEMA realizó una recopilación de los datos más relevantes para la publicación "The Changing faces of the European Coasts" en 2006, destacando el desarrollo de indicadores sobre los cambios de usos y coberturas del suelo en la flanja costera, utilizando para ello los cambios de usos proporcionados por CORINE 1990 y 2000. En la actualidad, la creación por parte de la Comisión Europea de la Red Europea de Observación y Datos Marítimos (EMODnet) establece una nueva hoja de ruta para organizar y poner a disposición del público en general, de una plataforma de datos integral que facilitará el trabajo científico y técnico de los encargados de gestionar y planificar el medio costero y marino en Europa. Gestionar toda la información costera y marina en un marco coherente a nivel europeo, es como se ha indicado anteriormente, un primer paso fundamental en la planificación de las nuevas actividades económicas de los mares y el seguimiento de la salud de los ecosistemas.

EMODnet será la herramienta europea que dando seguimiento a las Directivas INSPIRE y de libre acceso a la información ambiental, pondrá a disposición de todos los usuarios toda aquella información del medio marino que anteriormente era inaccesible por diferentes motivos de privacidad o derechos de acceso. Para ello utilizará las más innovadoras herramientas de gestión y visualización de la información ambiental.

Otros órganos de la Comisión Europea han venido desarrollando información detallada del medio costero y marino, así como análisis integrados de la interfase costero-marina. Por su parte, el Servicio de Estadísticas de la Comisión Europea (EUROSTAT), en colaboración con los Estados miembros, ha recopilado numerosos datos socio-económicos que muestran el valor y uso del medio costero y marino en los Estados de la Unión Europea. En la actualidad los diferentes grupos de experto trabajan para intensificar la colaboración con los diferentes Institutos estadísticos nacionales con el fin de aumentar y actualizar las bases de datos disponibles.

Por su parte, el Centro Comunitario de Investigación (JRC) se encuentra desarrollando numerosas actividades de identificación y caracterización de los mares de Europa, utilizando para ello, las más innovadoras metodologías de seguimiento a través de imágenes satélites, ofreciendo información detallada sobre el estado y las presiones que ponen en peligro la seguridad humana y de los ecosistemas marinos en Europa.

4. EJEMPLOS PRÁCTICOS DE INICIATIVAS EUROPEAS

Siguiendo los objetivos de la política marítima de maximizar el uso sostenible de los mares y océanos, a través de la construcción de una base innovadora de conocimiento para una mejora de la calidad de vida en las regiones costeras de Europa, la Comisión Europea promueve el liderazgo de Europa en los asuntos marítimos, incrementando la visibilidad de la Europa Marítima y por tanto del conocimiento de este medio que es de todos los Europeos.

La política marítima marca numerosas iniciativas horizontales que favorecen la gobernanza integrada del medio marítimo, sin embargo esta gobernanza no es posible si no existe un conocimiento previo del medio que se pretende planificar y gestionar.

4.1 MarAtlas

Atendiendo a los objetivos específicos de la Política Marítima Integrada, la Comisión Europea se fijó el reto de crear una herramienta educativa que pusiera de relieve el significado de nuestra herencia marítima común. En este sentido financió el Atlas Europeo de los Mares y Océanos (MarAtlas).

MarAtlas se presenta como una herramienta de comunicación para los agentes socio-económicos y el público en general, mostrando las diferentes dimensiones del mar, y todos aquellos datos e información relevante de las políticas europeas que afectan al medio marino y a las actividades marítimas, incluyendo políticas de pesquerías, iniciativas multisectoriales y otras informaciones relevantes. (Woestyn, 2009).

MarAtlas se concibió como un atlas accesible a través del sitio web de la Comisión Europea, mostrando la información a través de una interfaz accesible y comprensible para todo tipo de usuarios, utilizando para ello mapas temáticos e interactivos, textos y fotografías como se puede apreciar en la Figura 1.



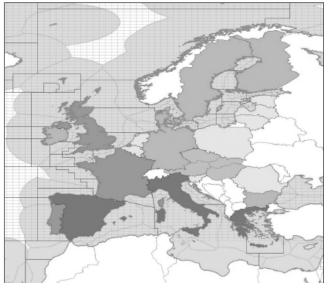


Figura 1. Rutas de transporte marítimo (izquierda) y Número de barcos pesqueros por países (derecha). Fuente: MarAtlas, Comisión Europea.

Como ya se viene recordando a lo largo de este artículo, la política marítima se basa en un enfoque de cuenca marina, incluyendo sus costas y las aguas que vierten en ella. MarAtlas pretende hacer llegar este enfoque integrado a todos los ciudadanos, a través de análisis multi-sectoriales y multi-temáticos disponibles en tres lenguas oficiales de la Unión Europea.

Por lo que se refiere a su contenido temático, MarAtlas se asienta en seis pilares temáticos distribuidos según la siguiente estructura:

Ciencia: Hidrografía, geología, química, biología, suelo marino, etc.

Política y Gobierno: Jurisdicciones, legislación, planificación espacial, acuerdos de colaboración, etc.

Economía: Pesca, energía, transporte, extracciones de recursos, turismo, investigación, etc.

Población: Asentamientos, empleo, demografía, educación, etc.

Medio Ambiente: Areas protegidas, especies protegidas y exóticas, vertidos, contaminación marina, accidentes, etc.

Cultura: Faros, arqueología costera y submarina, museos marítimos, etc.

Los futuros desarrollos de MarAtlas contemplan la inclusión de programas educativos del medio marino y las actividades marítimas, así como un portal de empleo relacionado con las actividades marítimas en la Unión. Por lo que respecta a la integración de datos ambientales, MarAtlas tendrá servicios interoperables con el Sistema de Información Europeo de las Aguas Marinas (WISE-Marine), actualmente en procedo de desarrollo.

4.2 Unidades de seguimiento del medio marino del Centro Comunitario de Investigación – JRC.

Las numerosas políticas europeas sobre el medio ambiente costero y marino se complementan con las estrategias europeas que muestran la importancia de un acceso permanente a la información global para la gestión del medio ambiente y su seguimiento. Claramente la exactitud y la confianza en la información generada son fundamentales para guiar el desarrollo de las políticas e identificar y conocer los diferentes aspectos, proponer soluciones y dar seguimiento a unas medidas correctivas eficaces para la mitigación y adaptación.

El JRC mantiene en funcionamiento el Sistema de Observación Terrestre y Oceánica (SOLO) que contribuye directamente al objetivo de promocionar la investigación y el desarrollo, a través de estándares para la evaluación de los productos existentes, la propuesta de nuevas soluciones que ofrezcan servicios de calidad a la Comisión Europea, así como a otras instituciones internacionales, como la AEMA.

Otras acciones mantienen desarrollos entorno a un Sistema de Información Ambiental del Medio Marino (EMIS) el cual proporciona información científica en línea a través de mapas interactivos georreferenciados, proporcionando al usuario una serie de herramientas que facilitan la búsqueda y análisis de la información. Este sistema actual buscará sinergias con los avances del WISE-Marine que actualmente está en su fase inicial.

Los objetivos específicos del JRC sobre el medio ambiente marino se basan en proporcionar asesoramiento técnico y científico sobre seguimiento ambiental en el desarrollo e implementación de la Estrategia Marina Europea, analizando sinergias potenciales y solapamientos entre políticas europeas relacionadas con el medio costero y marino. (Barale, 2009)

Para ello, el JRC se encarga de actualizar las bases de datos costeras y marinas, incluyendo nuevos productos al sistema de información costero y marino, derivando información de las observaciones de imágines satélites y modelos numéricos, según los requerimientos de identificación del estado y las presiones de los ecosistemas marinos, cuyo ejemplo se muestra en la Figura 2.

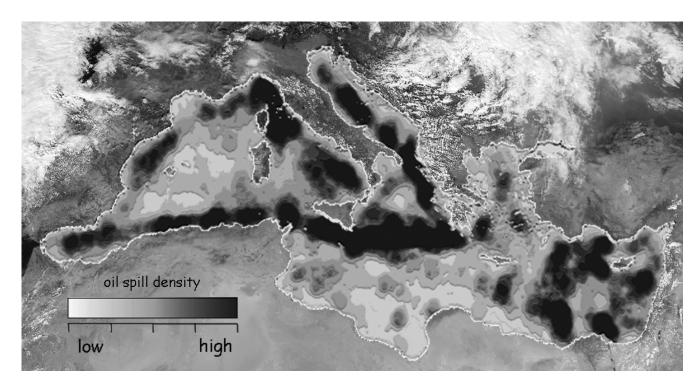


Figura 2. Densidad de vertidos de hidrocarburos en el Mediterráneo. Fuente: JRC, Comisión Europea

4.3 Proyectos del Programa Marco de Investigación Europeo relacionados con las áreas costeras y medio marino.

Numerosos esfuerzos se han realizado para el desarrollo de una gestión integrada de las zonas costeras en los mares Europeos, nuestros mares regionales continúan sufriendo una degradación ambiental severa debido a los usos no planificados. En numerosas zonas marítimas esta situación ha conducido a tendencias insostenibles que han impactado tanto en las actividades económicas, como en la calidad de vida de su población.

Como base para el conocimiento y la gobernanza del medio marino, el Programa Marco de Investigación de la Comisión Europea ha venido invirtiendo importantes recursos en la investigación de las costas y mares europeos, así como de una gestión sostenible de sus medios.

Un ejemplo de esta inversión es el Proyecto PEGASO, el cual pretende unir las capacidades existentes para desarrollar un enfoque común que apoye la implementación de políticas integradas en el medio costero y marino del Mediterráneo y el Mar Negro, a través de las líneas marcadas por el Protocolo de GIZC para el Mediterráneo. (Breton et al, 2009).

PEGASO construirá una plataforma de gobernanza como puente de comunicación entre las instituciones científicas y los agentes socio-económicos, usuarios finales de la plataforma que pretende convertirse en un ejemplo de buenas prácticas de los nuevos modelos de gobernanza sostenible.

Asimismo, los socios del proyecto pretenden desarrollar herramientas de fácil acceso y de alta eficiencia que contribuyan al desarrollo de indicadores, contabilidad ambiental, modelos ambientales y escenarios futuros para una evaluación sostenible del medio costero y marino en el ámbito de estudio. PEGASO comparte los objetivos de la Directiva INSPIRE para el desarrollo de una IDE integrada para el Mediterráneo y el Mar Negro, que organice y estandarice la información espacial de diferentes fuentes, facilitando así la gestión y visualización de toda la información disponible. Esta IDE o Plataforma de GIZC facilitará la publicación de resultados y de metodologías que podrán ser utilizadas para el apoyo a la toma de decisiones por parte de los usuarios finales y los agentes socio-económicos.

En la misma línea de conocimiento, los proyectos relacionados con el levantamiento de información sobre los fondos marinos han proporcionado información muy valiosa en los últimos años. La identificación de los hábitats de los fondos marinos y su rica biodiversidad proporciona un importante recurso de alimentación, contribuye al funcionamiento esencial de los ecosistemas a partir del reciclado de nutrientes y es fuente de valiosos recursos naturales como petróleo, gas y otros derivados. Los fondos marinos son objeto de presiones debido a los nuevos desarrollos y usos del mar, las actividades de recreo marítimo y las defensas costeras.

La Evaluación Estratégica Ambiental (SEA) impulsada por la DMEM, refleja las necesidades comunes de proteger los hábitats marinos, incluyendo la designación de redes de áreas protegidas marítimas y el mantenimiento de la salud ecosistémica, también para las comunidades de los fondos marinos.

Este nuevo tratamiento del medio marino y de sus fondos crea una demanda sustancial de información. Para ello, numerosas iniciativas han creado información a través del uso de tecnologías avanzadas de teledetección en los últimos años, lo que ha llevado a un mejor conocimiento de los fondos marinos. Sin embargo la utilización de diferentes técnicas de identificación y recopilación de datos ha ido avanzando en detrimento de unos estándares internacionales que permitan una posterior comparación de resultados y su utilización en la planificación espacial y la toma de decisiones. (Coltman, 2009).

Buen ejemplo de ello son los proyectos europeos MESH y EUSeabedMap los cuales han cartografiado al detalle información de los ecosistemas y fondos marinos en diferentes zonas de estudio de Europa, utilizando para ello un esquema harmonizado de clasificación de hábitats proporcionado por el sistema EUNIS de la AEMA y las tipologías de hábitats incluidas en la Directiva Europea de Hábitats, produciendo la primera cartografía europea sobre hábitats del fondo del mar, como se puede apreciar en las Figura 3.

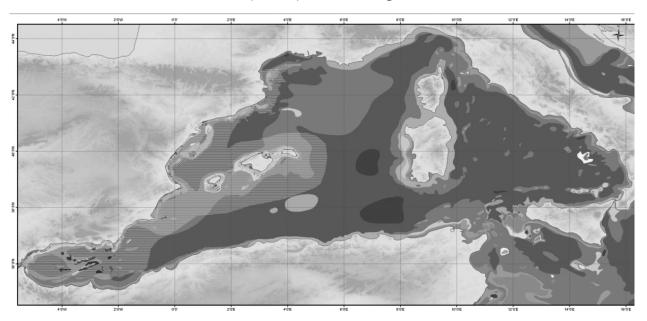


Figura 3. Concentración de sedimentos en el Mediterráneo Occidental. Fuente: EuSeaMap

Los diferentes protocolos de gestión de la información cartográfica contemplan la posibilidad de proporcionar todos los resultados a través de sus diferentes sitios web. Los mapas se muestran utilizando sistemas de información geográfica interactivos que permiten al usuario crear sus propios mapas a partir de la selección de las capas de información disponibles.

La puesta a disposición de los usuarios de los resultados de estos y otros proyectos facilitará el seguimiento de las diferentes estrategias que se establezcan en los diferentes países, con el fin de mantener y actualizar la cartografía de los fondos marinos tras la finalización del periodo de investigación.

4.4 Iniciativas de Mares regionales: La información espacial de las costas y mares en el Mar Báltico - HELCOM

Las convenciones de mares regionales en Europa y su entorno de gobernanza juegan un papel fundamental en la recopilación de información ambiental básica para realizar los análisis pertinentes que favorezcan la planificación y gestión del medio en cada uno de sus Estados miembros. Las convenciones de mares regionales con participación de países de la Unión Europea facilitan la extensión de las políticas europeas y de la implementación de las mismas más allá de nuestras fronteras, en las áreas de vecindad inmediata.

Un ejemplo de esta labor la ofrece la convención del Mar Báltico (HELCOM), cuya tarea fundamental es la de punto focal para el mantenimiento de un estado ambiental óptimo en el mar regional, a través de la provisión de información sobre el estado y tendencias del medio marino, así como ofrecer medidas eficientes para la protección del medio costero y marino.

En los últimos años, HELCOM ha incrementado el uso de sistemas y tecnologías de información geográfica para el análisis y visualización del complejo de datos científicos como se puede ver en la Figura 4. De acuerdo con la estrategia de datos e información ambiental de HELCOM, su mandato debe posibilitar el análisis integrado de la contaminación y sus efectos sobre el medio ambiente marino, facilitando la toma de decisiones de las partes contratantes en la gestión ambiental, a partir del uso de la información ambiental que se encuentra accesible desde su sitio web. (Lepänen, 2009)

HELCOM pone a disposición de todos los usuarios una base de datos de indicadores, cuyos datos básicos son recopilados y producidos por los Estados miembros de esta Convención, intengrándose en la base de datos combinada que gestiona el Consejo Internacional de Exploración de los Mares (ICES). Esta base de datos contiene información hidrográfica, sobre nutrientes y otros índices. La herramienta de visualización permite a los usuarios acceder a toda la información disponible, así como a los informes periódicos que publica la Convención.

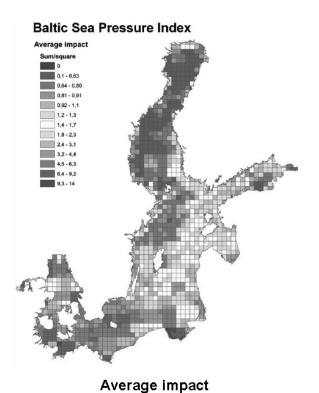


Figura 4. Índice de Presión sobre el Mar Báltico, Fuente: Helcom.

HELCOM cuenta con otras bases de datos sobre las áreas protegidas del Mar Báltico y un servicio de descargas de información espacial generadas a partir de los diferentes proyectos europeos que han utilizado el Mar Báltico como área de estudio.

Entre las herramientas más significativas destaca el Sistema de Información para Respuesta Inmediata a Accidentes Marítimos (MARIS), una plataforma de gestión destinada a los encargados de la planificación y protección del medio marino. Esta herramienta se apoya en el Sistema de Planificación Marina, que en su estado inicial pretende desarrollar un sistema de planificación espacial funcional a partir de una aplicación SIG que proporcione acceso a toda la información existente de parámetros ambientales y socio-económicos.

4.5 Iniciativas nacionales: El Atlas Marino de Irlanda (MIDA)

Otras iniciativas de desarrollos de atlas costeros y marinos, así como de sistemas y tecnologías de información geográfica se están desarrollando en los Estados miembros, como herramientas de información y planificación del medio costero y marino, así como sistema de apoyo a la toma de decisiones.

El Atlas Marino Digital de Irlanda (MIDA) es un ejemplo de buenas prácticas. MIDA proporciona una única fuente de información a partir de la cual, los usuarios interesados en la información costera y marina de Irlanda, pueden acceder y visualizar toda la información geoespacial disponible. MIDA ofrece datos geoespaciales digitales e información general, incorporando elementos de texto y multimedia, relacionados con los recursos costeros y marinos de Irlanda. (O'Dea, 2004).

La integración de las más innovadoras técnicas de cartografía a través de la web, el atlas se constituye como un servidor de mapas interactivos, que permiten la identificación, visualización y búsqueda de los datos más relevantes. El atlas muestra toda la información disponible proveniente de numerosas instituciones costeras y marinas, tanto de la República de Irlanda como de otras instituciones de países vecinos e internacionales, todo ello desde un solo portal web, como se puede ver en el ejemplo de la Figura 5.

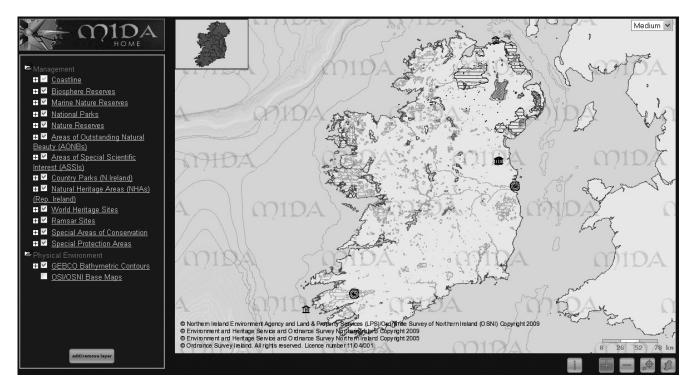


Figura 5. Áreas naturales protegidas en la Isla de Irlanda. Fuente: Atlas Digital Marino de Irlanda.

MIDA se desarrolla utilizando un entorno de software de código abierto, con el fin de hacer accesible su interfase al mayor número de usuarios, a través de MapServer. El servidor y el repositorio de información funcionan con el sistema operativo Linux, dando acceso a toda la información y datos de referencia, los metadatos según la estandarización ISO19115 y a todos los datos no espaciales como fotos, videos y animaciones.

La información costera y marina de MIDA se estructura en cuatro pilares temáticos como se muestra a continuación:

Gestión: Unidades administrativas, Planificación y Gestión, Calidad, Patrimonio, etc. Medio Ambiente Físico: Topografía, Batimetría, Hidrología, Clima, Fondos marinos, etc. Medio Ambiente Biológico: Biología Marina, Fauna, Flora, Especies invasoras, etc. Actividades socio-económicas: Energía, Explotación de recursos, Pesca, Agricultura, etc.

4.6 Iniciativas regionales: El Subsistema de Información del Medio Costero y Marino de la Red Ambiental de Andalucía (REDIAM)

En el contexto de las iniciativas regionales, el Subsistema de Información del Medio Costero y Marino de la REDIAM se presenta con una naturaleza diferente al del resto de subsistemas de información ya operativos, debido a que su componente espacial es más importante que su dimensión temática. La diferencia principal reside en el hecho de que el enfoque del medio costero y marino en Andalucía es multi-sectorial. Por consiguiente se enfatiza la coordinación intersectorial, la harmonización de datos y el establecimiento de importantes acuerdos entre las fuentes de datos que aseguren la interoperabilidad entre diferentes escalas y periodos de tiempo.

El Subsistema Costero y Marino se beneficia de las bases de datos ya existentes, así como de numerosos parámetros de otros Subsistemas de Información de la REDIAM, como los Subsistemas de aguas, biodiversidad o clima. No obstante, el principal objetivo es transformar los ficheros del sistema de información del litoral andaluz en una geodatabase de acuerdo con los principios de *Open Geospatial Consortium* (OGC), donde el concepto de servicio de redes sea su base estructural. Este proceso de migración de la información implica que toda la información temática y de base estará disponible en el entorno del Subsistema.

Entre los procesos técnicos que se están desarrollando en el contexto de este Subsistema y de la REDIAM, existe un visor geográfico que facilita el acceso a la información a los dos principales grupos de usuarios, los usuarios técnicos de la administración autonómica a través de la intranet oficial, y el público en general a través de una versión simplificada accesible a partir de un *plug-in* similar al utilizado por Google Earth.

El visor permite a los usuarios visualizar y trabajar con la información en 2D, 2.5D y vuelos interactivos en 3D, haciendo posible una sincronización espacial de diferentes visualizaciones y utilizar una amplia colección de funcionalidades, tales como la consulta y la comparación de la información de diferentes periodos de tiempo utilizando una interfaz fácil y atractiva, tal y como se puede ver en la Figura 6.

El usuario potencial tiene la opción de agregar atributos temáticos vectoriales (cad, shape) así como formatos ráster (tif, geotif, jpeg, bp, ecw, bil, bip, etc.). (Ojeda-Zújar et al, 2007)



Figura 6. Evolución de usos de suelo urbano (1956-2005) en la Costa del Sol. Fuente: REDIAM

Desde el punto de vista temático, el Subsistema Costero y Marino sigue la siguiente estructura:

Hidrodinámica: Información de mareas, oleaje, corrientes, nivel del mar, etc.

Geomorfología Estructura: Geología, geomorfología, litología, batimetría, topografía, etc.

Geomorfología Dinámica: Erosión, sedimentos, línea de costa, relieve, masa de agua, etc.

Biogeografía: Parámetros biológicos, turbidez, temperatura, nutrientes, hábitats, ecosistemas, etc.

Clima: Estaciones meteorológicas, temperaturas, vientos, precipitación, etc.

Socio-economía y planificación: Unidades administrativas, usos del suelo, infraestructuras, etc.

La visualización de toda la información disponible en este Subsistema y en la REDIAM está accesible a través de la página web de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, el Canal Web de la REDIAM ofrece el catálogo de información disponible y diversas herramientas temáticas de visualización de la información ambiental. La REDIAM se configura de acuerdo a la Directiva INSPIRE y garantiza el acceso libre a la información ambiental.

5. CONCLUSIONES

Tras realizar un repaso general a las políticas europeas de datos espaciales, ambientales y temáticas, así como la identificación de los mejores ejemplos de buenas prácticas en el desarrollo de herramientas de gestión y visualización de información ambiental, cabe destacar que tan importante como la recopilación y estructuración de los datos es realizar los mayores esfuerzos para facilitar el acceso del público en general a la información y datos disponibles.

Es imperativo por tanto asegurar la calidad de los datos, y por tanto optimizar una actualización periódica de los mismos, evitando duplicaciones y redundancias. Es por tanto esencial que la creación de un modelo de datos sea consistente con aquellos que ya están funcionando, y es necesario considerar los esfuerzos de coordinación entre las instituciones que generan la información, en el caso de la AEMA es imprescindible realizar acuerdos tantos con los Estados e instituciones miembros de la Red Europea de Observación de la Información Ambiental (EIONET) así como del resto de instituciones de la Unión Europea.

En este sentido es necesario desarrollar bases de datos de referencia para todas aquellas temáticas que tengan un componente espacial, adicionalmente la información socio-económica relativa a las pesquerías, turismo, planificación regional y presiones urbanas, como las puramente ambientales (biodiversidad, clima, fisiografía, gestión y calidad del medio ambiente), y todas aquellas otras temáticas, que posean una clara componente ambiental. En relación a la hidrodinámica marina, es indispensable entender la importancia de la dinámica costera y marina, así como del transporte de sedimentos como parte sustancial del mantenimiento de la dinámica y los ecosistemas costeros.

Siendo capaces de conseguir todos estos objetivos, será posible crear un Sistema de Información Integrado del Medio Costero y Marino en Europa, que represente un atlas de referencia para la toma de decisiones y el apoyo al desarrollo de políticas, así como proporcionar a todos los ciudadanos el acceso a toda la información costera y marina de forma integrada.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barale, V (2010): Extent, Effect and Evaluation of Marine Activities from Satellite Remote Sensing. Proceedings of the European Maritime Day, Gijon (Spain) May 2010.
- Breton, F et al. (2009): Methodologies to build up tools to measure coastal sustainable development in the Mediterranean and the Black Sea. In: . MEDCOAST 09, The Ninth International Conference On The Mediterranean Coastal Environment, Sochi, Russia, 10-14 November 2009, Volume I, Chapter "Tools and Instruments for ICM" p. 55-66.
- Coltman, N (2009): EUSeaMap: Towards common spatial seabed data for Europe. Proceedings during the EEA/EIONET Workshop Maritime and Coastal Information Systems. Trieste (Italy), November 2009.
- Comisión Europea (2008): Comunicación de la Comisión al Consejo, el Parlamento Europeo, el Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones "Hacia un Sistema Compartido de Información Ambiental" SEIS (COM) (2008) 46 Final.
- Comisión Europea (2004): Comunicación de la Comisión al Consejo, el Parlamento Europeo, el Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones por el que se establece las capacidades de GMES hasta 2008. Plan de Acción 2004-2008. (COM)(2004) 65 Final.
- Iglesias-Campos, A et al (2009): "European Coastal and Marine Data for Information Support Systems Harmonisation and Reference data" In: MEDCOAST 09, The Ninth International Conference On The Mediterranean Coastal Environment, Sochi, Russia, 10-14 November 2009, Volume I, Chapter "Tools and Instruments for ICM" p.103-108
- Leppänen, M (2009): Environmental data collection and information systems in the Baltic Sea. Proceedings during the EEA/EIONET Workshop Maritime and Coastal Information Systems. Trieste (Italy), November 2009.
- Moreira-Madueño, J.M. (1991): SinambA: an information system for the environment of Andalusia. Evaluation of the results of the CORINE Programme 1985-1990- Lessons for the European Environment Agency. Workshop organized by the Commission of the European Communities, Luxembourg, 28-30 May. 1991.

- O'Dea, L. et al. (2004): Developing an International Web Portal for Coastal Data in Ireland: Data Issues in the Marine Irish Digital Atlas. Presented at Oceanology International: GIS in the Marine and Coastal Environment Conference, London. 2004
- Parlamento y Consejo Europeos (2000): Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco para la Acción Comunitaria en el campo de las políticas del agua (Directiva Marco del Agua) BOUE L 327/2000.
- Parlamento y Consejo Europeos (2002): Recomendaciones 2002/413/CE de 30 de Mayo de 2002 para la Gestión Integrada de Zonas Costeras en Europa.
- Parlamento y Consejo Europeos (2007): 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) BOUE L 108/2007.
- Parlamento y Consejo Europeos (2008): Directiva 2008/56/CE de 17 de Junio de 2008, por la que se establece un marco de acción comunitaria para la política del medio marino (Directiva Marco sobre la Estrategia Marina) BOUE L 164/2008
- Ojeda-Zújar, J et al (2007): Design and functionality of a 2D/3D viewer for a Coastal management oriented GIS. Proceedings of the CoastGIS2007, Cantabria (Spain) October 2007.

Woestyn, A (2009): MarAtlas. Proceedings of the European Maritime Day, Rome (Italy) May 2009.

Jiménez Lillo, J.L., García Álvarez, M.M., García Cabello, M.F. y Crisol Gil, J.A. (2010): Sistema de Información Geográfica para la generación de mapas temáticos (SIGMAT). Producción de cartografía temática. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.283-1.294. ISBN: 978-84-472-1294-1

SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PARA LA GENERACIÓN DE MAPAS TEMÁTICOS (SIGMAT). PRODUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA TEMÁTICA

Juan Luis Jiménez Lillo¹, Mario M. García Álvarez ², M. Fernando García Cabello ³, José A. Crisol Gil ⁴

ELIMCO SISTEMAS

- (1) juan.jimenez@sistemas.elimco.com
- (2) mgarcia@sistemas.elimco.com
- (3) fgarcia@sistemas.elimco.com
- (4) jalejandro@sistemas.elimco.com

RESUMEN

El Sistema de Información Geográfica para la Generación de Mapas Temáticos (SIGMAT) es una nueva herramienta que incorpora las más avanzadas tecnologías y métodos a la producción de cartografía temática. Mediante la introducción de numerosos asistentes facilita todas las tareas de gestión, elaboración y publicación automatizada de los mapas controlando así el ciclo de vida completo de los mismos. Su diseño permite actualizar automáticamente los mapas cuando cambian los datos vinculados.

Palabras Clave: Mapa temático, automatización, elaboración asistida.

ABSTRACT

Geographic Information System for Thematic Map Generation (SIGMAT from spanish) is a new tool that incorporates the most advanced technologies and methods to production in thematic mapping. With the introduction of numerous assistants makes easy all the tasks of management, production and publication of the maps thus controlling the whole life cycle of the same. Its design allows to automatically update the maps when we change the linked data.

Key Words: Thematic map, automation-assisted drafting.

ANTECEDENTES

Los sistemas GIS disponibles en el mercado permiten hoy en día realizar con muy poco esfuerzo tareas impensables hace tiempo en el ámbito de la información geográfica. Respecto a la cartografía temática en concreto existen grandes posibilidades pero el trabajo que requieren es considerable. Podríamos decir que se están utilizando herramientas concebidas para otro propósito o tal vez de propósito general, para efectuar unas labores para las que no han sido especialmente diseñadas.

En 2005 ELIMCO SISTEMAS abordó el desarrollo de un sistema de información concebido exclusivamente para la producción de cartografía temática. La idea que inspiraba su diseño era poder generar mapas muy fácilmente

ofreciendo la simbología más extensa posible y permitiendo la posterior actualización de los mismos cambiando los datos a representar.

Conforme avanzaba el diseño del sistema se iban añadiendo requisitos fundamentales como disponer de una gran flexibilidad a la hora de incluir los datos que hay que mostrar en el mapa o poder efectuar transformaciones en dichos datos antes de su visualización.

Los mapas generados automáticamente ahorran mucho trabajo pero su acabado dista mucho del que se obtiene con un proceso mucho más manual. Para ello el sistema permite personalizar todos los detalles una vez generado el mapa. Todos esos cambios realizados a mano deben conservarse cuando se actualizan los datos representados, resultando en mapas personalizados y actualizados con el menor esfuerzo posible.

Durante estos años se ha desarrollado el sistema, se ha puesto en producción y ha ido sufriendo las lógicas modificaciones y mejoras que han afinado un producto necesario en el sector. Así nace SIGMAT, el Sistema de Información Geográfica para la Generación de Mapas Temáticos.

ZONA DE ESTUDIO

Como se ha comentado, la elaboración de cartografía temática es un proceso que consume muchos recursos. Se parte de la utilización de los mapas base obtenidos de los sistemas GIS habituales del mercado y por otra parte se dispone de fuentes de datos de muy distintas tecnologías y formatos provenientes de diversas entidades. Es necesario amoldar los datos para representarlos, elegir la simbología adecuada, producir un mapa inicial, retocar los símbolos para su correcta visualización, preparar la leyenda y los créditos y mantener las distintas versiones del mapa.

Si el mapa se incluye en más de una publicación o se cede a otras entidades es muy difícil distribuir las nuevas versiones del mapa para mantenerlo actualizado. Por último cuando se reciben nuevos datos es necesario iniciar el proceso completo de nuevo.

METODOLOGÍA

A continuación se muestra brevemente y de forma ilustrativa el proceso de producción utilizando el Sistema de Información Geográfica para la Generación de Mapas Temáticos (SIGMAT). Se incide especialmente en los aspectos novedosos que aporta en la generación de cartografía temática.



Figura 8. Instituto Geográfico Nacional-Centro Nacional de Información Geográfica (IGN-CNIG, 2010). Mapa: Producción de energía eléctrica, 2008. Escala 1:6.500.000. Atlas Nacional de España (ANE). Energía.

Este tipo de mapas tiene una cuidada elaboración que no se puede considerar totalmente automatizada ya que requiere una importante intervención manual tal y como se ilustra a lo largo del presente artículo. SIGMAT lo que ofrece es el soporte adecuado para automatizar el mayor número posible de tareas mediante herramientas y asistentes versátiles que facilitan en gran medida el trabajo de los técnicos.

Lo primero es la elección del mapa base, utilizando en este caso servicios interoperables. La siguiente figura muestra la elección del mapa base 1m con las provincias en formato A4 y las capas adecuadas (polígonos con las provincias y Canarias, países vecinos y marco).

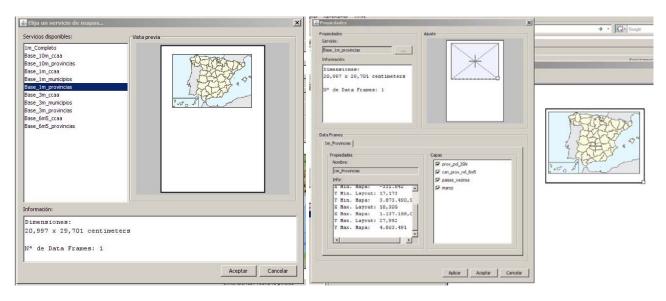


Figura 9. Elección del mapa base y las capas a mostrar. Las bases cartográficas mostradas han sido cedidas por el IGN para este artículo.

A continuación se eligen los datos a mostrar. Para ello se cuenta con un potente asistente que permite elegir la fuente de datos (hoja de cálculo, conexión JDBC, ...). El asistente permite seleccionar el campo o columna de la hoja de datos que indica el ámbito geográfico y las variables estadísticas o índices a representar. Respecto al ámbito geográfico se permite identificar a un territorio en varios idiomas lo que sucede con frecuencia al intentar visualizar sobre un mismo mapa datos provenientes de entidades diferentes.

Unos de los puntos más interesantes es el análisis de la calidad de los datos que permite verificar la existencia de valores nulos, duplicados o no vinculados antes de su utilización.

Id Provincias 2008	Provincias 2008	Valor	Calidad	Descripción
06 08	Badajoz	23	CORRECTO	
08	Barcelona	69	CORRECTO	
16	Cuenca		DUPLICADO	
Avila		12	DUPLICADO	
Avila		33	NO_VINCULADO	
15	A Coruña	10,5	CORRECTO	
16 02	Cuenca		DUPLICADO	
02	Albacete	2,5	CORRECTO	
04	Almería		DUPLICADO	
04	Almería		DUPLICADO	
Avila		12	DUPLICADO	
27	Lugo		VALOR_NULO	
Cadiz		33	NO_VINCULADO	

Figura3. Medidor de la calidad de los datos

La funcionalidad de este asistente se puede resumir mucho en el siguiente esquema de funcionamiento:

- 1. Elección del método de selección y la referenciación geográfica
- 2. Selección de los vínculos inicial y final para realizar la importación de datos (elección de los registros a procesar dentro del conjunto de datos proporcionado)
- 3. Selección del primer valor a importar (campo que se utiliza para generar el mapa)
- 4. Elección y relación de índices y variables y especificación de los atributos del índice
- 5. Verificación de los datos que se van a procesar
- 6. Elección de la técnica de representación
- 7. Edición del mapa

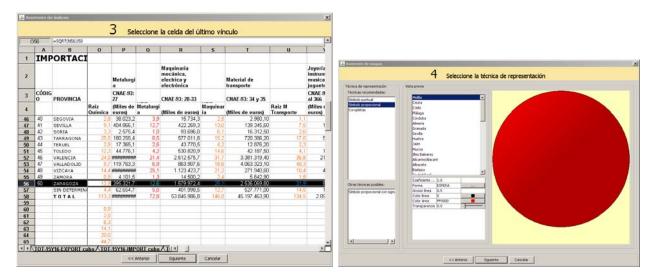


Figura 4. Un paso del asistente para la elección del rango de datos a utilizar (izda) y la selección de la técnica de representación de los datos (dcha)

Una vez realizado todo el tratamiento completo de las entradas, que es realmente amplio, se genera automáticamente un mapa que se toma como base del trabajo. Este mapa coloca los símbolos en la posición correspondiente.

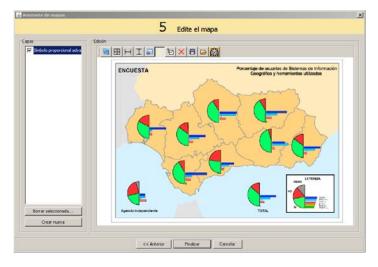


Figura 5. Mapa generado directamente con el asistente

Los mismo sucede respecto a las coropletas. Una vez que se crea un índice y se procesan los datos de entrada, SIGMAT genera automáticamente el mapa de coropletas. Existen diversas utilidades que facilitan esta labor como el histograma para visualizar cómo están repartidos los valores. En línea con la filosofía del sistema es posible generar la información temática de la forma más automatizada posible o utilizar los modos manuales y configurar hasta el más mínimo detalle de la información mostrada en los mapas.

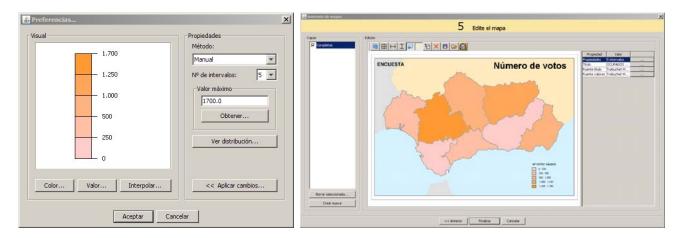


Figura 10. Edición de los niveles de un mapa de coropletas y mapa resultante

Observamos que cuando los símbolos se centran en la capital de la provincia, resulta que si los valores son muy grandes como es el caso de Madrid o Barcelona, pueden ocultar los símbolos de las provincias colindantes. El editor de mapas permite distribuir los símbolos de tal forma que queda un mapa cuidadosamente elaborado. Mediante la utilización de la transparencia en la simbología se permite ver el mapa de coropletas subyacente con mayor claridad.

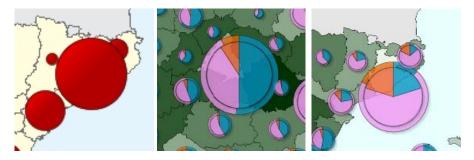


Figura 7. Problema con los grandes valores y su solución mediante la distribución de la simbología

Cuando los valores son demasiado pequeños ocurre que los símbolos generados no se aprecian. El editor de mapas permite corregir esta situación mediante la representación de unos valores mínimos

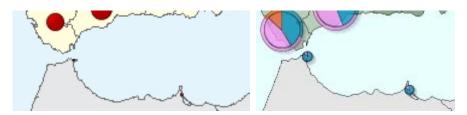


Figura 811. En el mapa de la izquierda se pierden los valores pequeños de Ceuta y Melilla. En el mapa de la derecha se respetan los valores mínimos

La generación de los símbolos a partir de los datos pasa por la especificación detallada de los índices (variables estadísticas). Para ello existe todo un abanico de posibilidades que permiten normalizar los datos y definir fórmulas que aplicadas a dichos datos producen un resultado que es el que se va a visualizar.

Dependiendo del tipo de índice que se quiera mostrar es aconsejable utilizar una simbología u otra para representarlo. La figura de la izquierda muestra las posibilidades referidas exclusivamente a los mapas cuantitativos de símbolos proporcionales. En la imagen derecha se observan las opciones de gráficos y diagramas.

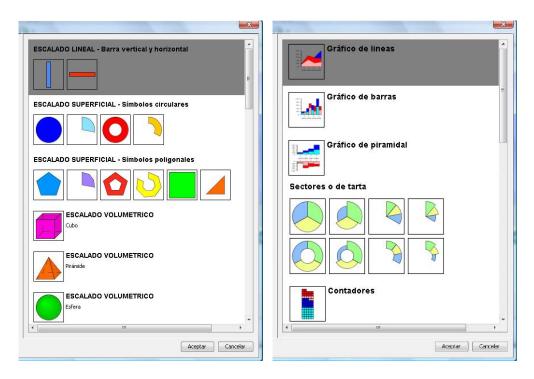


Figura 9. Algunas de las posibilidades del selector de simbología de SIGMAT.

Cada simbología dispone de su propio editor personalizado que permite configurar hasta el más mínimo de los detalles particulares para un símbolo concreto. Existen propiedades comunes a todos ellos como la transparencia o propiedades específicas de cada tipo o familia de tipos. Es posible configurar la alineación de los símbolos jugando con las anclas y los puntos de referencia inclusive de otras capas diferentes.

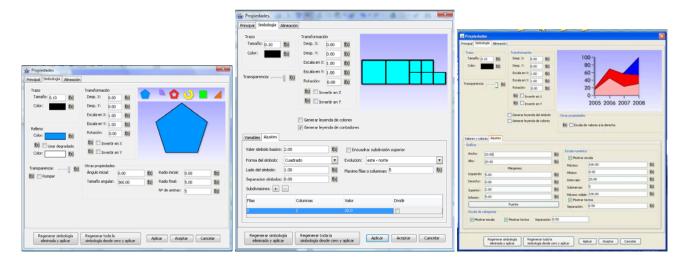


Figura 10. Editores de propiedades correspondientes a distintos tipos de símbolos

Estos editores de simbología son sensibles al contexto y en función de dónde se utilicen tienen unas opciones habilitadas o deshabilitadas. Por ejemplo, en el caso de un mapa de símbolos proporcionales, no se permite la edición del radio del símbolo. Las figuras anteriores muestran los editores de propiedades con todas las opciones habilitadas simplemente para ilustrar la elevada parametrización de los símbolos, aclarando que en el caso de

vinculación con índices estas ventanas de edición no serían reales al tener que contemplar las restricciones necesarias.

Otro elemento importante es la generación de la leyenda. Se trata de una capa más en el editor de mapas que mediante asistentes permite una rápida y muy completa personalización. La leyenda está vinculada al índice que representa y a su simbología.

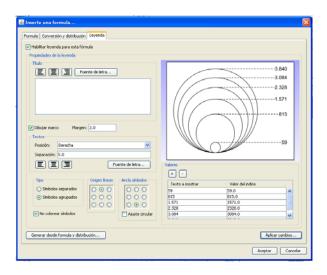


Figura 11. Configuración de la leyenda para un tipo de símbolo en concreto

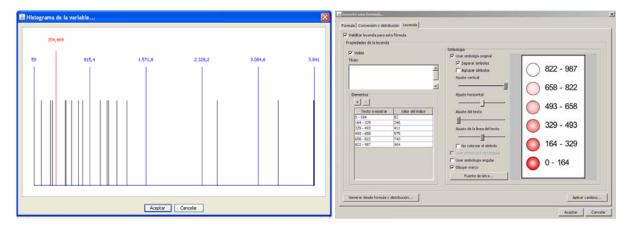


Figura 122. Histograma de valores para agrupar por intervalos y personalización de la leyenda de un índice

El resultado de todas estas opciones de trabajo se traduce en la posibilidad de elaborar mapas temáticos de muy alta calidad donde todos los aspectos del mismo pueden personalizarse a partir de un mapa generado automáticamente.

En la figura siguiente se observa de un vistazo dónde se encuentran los centros con las empresas fabricantes de productos de alta tecnología y todo el tejido que despliegan a su alrededor. El mapa es comprensible gracias a la ordenación de los símbolos en función de los valores. Los mayores valores están situados atrás y los menores en primer plano. El sistema permite hacer lo que se espera de él de una forma sencilla.

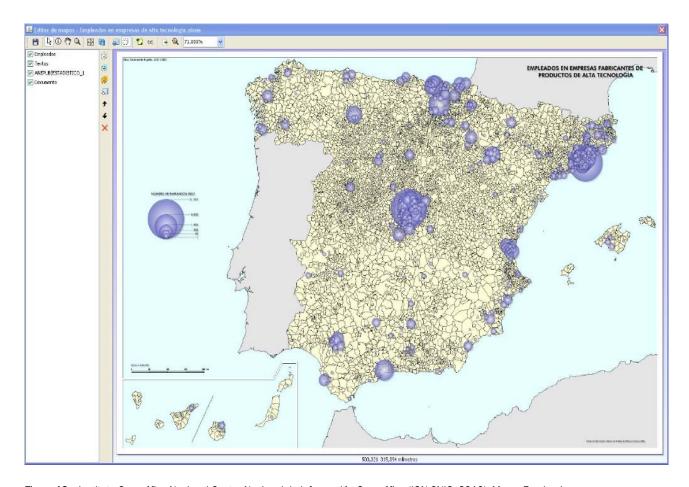


Figura 13. Instituto Geográfico Nacional-Centro Nacional de Información Geográfica (IGN-CNIG, 2010). Mapa: Empleados en empresas fabricantes de productos de alta tecnología, 2007. Escala 1:3.000.000. Atlas Nacional de España (ANE). Industria.

ESTRUCTURA

SIGMAT tiene una estructura de contenidos muy extensa ya que los objetos con los que trata son de muy diversa naturaleza. Respecto a la estructura de los mapas temáticos hay dos elementos fundamentales: **índices** y **mapas**.

Como se ha comentado anteriormente los **índices** representan las variables estadísticas que se quieren visualizar. Contienen todas las transformaciones a aplicar sobre los datos de entrada, mediante el uso fórmulas y funciones matemáticas y estadísticas. Están asociados a series temporales y mantienen una completa trazabilidad de los mapas donde se utilizan. De esta forma si un índice cambia es fácil actualizar todas sus dependencias.

Por otra parte están los **mapas** temáticos, que se encuentran organizados en capas. Las capas son fundamentalmente de los siguientes tipos:

- Capa base: El sistema permite cargar en una capa especial el mapa de base sobre el que se representará la información temática.
- Capas temáticas: Consisten en la asociación de un índice, una simbología y una leyenda.
- Resto de capas: Son capas que básicamente contienen textos e imágenes. Se utilizan habitualmente para mostrar las fuentes de información y el organismo que ha realizado el mapa.

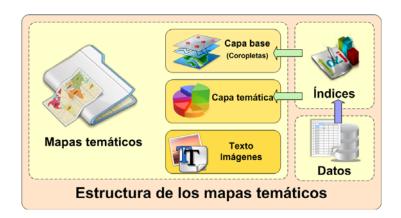


Figura 13. Esquema muy simplificado de la estructura de contenidos temáticos

Esta estructura garantiza la posibilidad de actualizar los mapas cuando cambian los datos. El mismo esquema es aplicable para cada objeto del sistema ya sean datos, imágenes, documentos o metadatos.

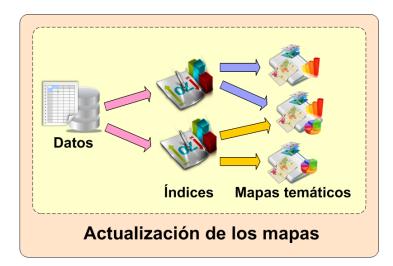


Figura 14. Esquema de distribución de la información de los datos hasta los mapas

SIGMAT incorpora un asistente que permite cambiar la serie temporal representada sobre un conjunto de mapas, elegir el mapa que se desea actualizar y proceder a la generación de un nuevo mapa recalculando los valores y actualizando los contenidos. Este mapa conserva todas las características del mapa anterior en cuanto a la simbología asociada a los índices (colores, posición de los símbolos y todas las personalizaciones efectuadas).

Por otro lado se pueden tener mapas totalmente elaborados con un tipo de simbología concreta y utilizarlos con mínimas modificaciones para visualizar datos de distinta naturaleza siempre y cuando su representación sea similar.

RESULTADOS

La imagen siguiente muestra un mapa temático con el Valor Agregado Bruto (VAB) o Valor Añadido Bruto per cápita por sectores industriales. El VAB es una macromagnitud económica que recoge los valores que se agregan a los bienes y servicios en las distintas etapas del proceso productivo y está íntimamente ligado al PIB ya que miden el mismo hecho.

Se observa de fondo el mapa de coropletas por provincias con el VAB per cápita expresado en euros/persona. Para cada provincia se tiene además un diagrama sectorial donde el radio es constante y los sectores son proporcionales al VAB según los sectores industriales. El resto de elementos que componen el mapa son textos (el nombre del mapa, los créditos y la fuente de información), la leyenda y la escala.

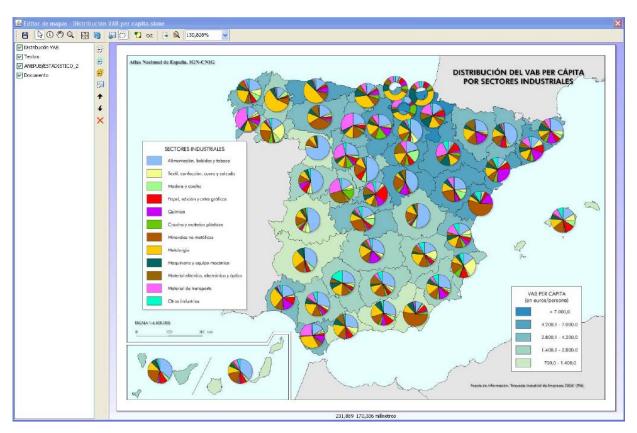


Figura 16. Instituto Geográfico Nacional-Centro Nacional de Información Geográfica (IGN-CNIG, 2010). Mapa: Distribución de VAB per cápita por sectores industriales, 2006. Escala 1:6.500.000. Atlas Nacional de España (ANE). Industria.

Se observa que en el País Vasco se ha cambiado la simbología por la de corona circular para permitir ver el mapa de coropletas subyacente.

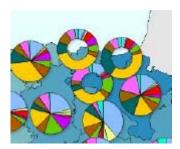


Figura 15. Posibilidad de personalizar los símbolos individualmente

Aparte del buen resultado que ofrece la herramienta para la elaboración del mapa, conviene resaltar que este mapa podría reutilizarse tal cual para todas las elecciones de años posteriores por la simple actualización de sus datos. Con muy poco esfuerzo adicional esos mapas actualizados pueden cambiar simbología, colores, textos o texturas y se tendrán mapas con resultados aparentemente muy diferentes.

CONCLUSIONES

SIGMAT es un producto novedoso que pone al alcance de los técnicos especialistas en cartografía temática una potente herramienta que sistematiza la producción con los últimos avances tecnológicos. Se trata de una herramienta colaborativa que introduce numerosos asistentes para efectuar tareas de una forma altamente intuitiva.

Actualmente existe una versión en pruebas, instalada en el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y se continúa trabajando en optimizar el diseño y la productividad de la herramienta, todo ello, con el objetivo de obtener mapas de alta calidad en el menor tiempo posible.

AGRADECIMIENTOS

Requiere una especial mención el equipo de geógrafas y técnicos/as del IGN con los que se ha trabajado muy intensamente durante un largo período de tiempo en el diseño, la implantación y puesta en producción del sistema completo con un alto grado de personalización. Gracias a todos ellos ha sido posible llevar este proyecto a buen puerto siendo una experiencia muy gratificante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO GAMO, J.J.; ZAMORA MERCHÁN, M.; PÉREZ MAYORAL, N. (2009): "Spanish National Atlas Information System Development: A Step Forward", Actas del XXIV International Cartographic Conference, 15-21 Noviembre 2009, Santiago (Chile).
- Alonso Gamo, J. J., Del Campo, A. (2005): "Technical aspects of the object generation process in the National Atlas of Spain's Information System (SIANE)", XII International Cartographic Conference (ICC 2005), A Coruña 2005
- Del Campo, A.; Romera, C. (2005): "ANEXXI: The XXI Century National Atlas of Spain", Mapping Approaches into a Changing World, XII International Cartographic Conference (ICC 2005), A Coruña 2005
- Iturrioz, T. (2005): "Investigación y desarrollo de las tecnologías y metodologías más adecuadas para la generación de cartografía temática utilizando datos y objetos recogidos en el Sistema de Información del Atlas Nacional de España (SIANE)", Laboratorio de Tecnologías de la Información Geográfica (LatinGEO), ETSI en Topografía, Geodesia y Cartografía, Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

Masó, J., Julià, N. y Pons, X. (2010): El nuevo estándar internacional OGC-WMTS. Oportunidades de aplicación y rendimiento versus OGC-WMS. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.295-1.303. ISBN: 978-84-472-1294-1

EL NUEVO ESTÁNDAR INTERNACIONAL OGC-WMTS. OPORTUNIDADES DE APLICACIÓN Y RENDIMIENTO VERSUS OGC-WMS

Joan Masó¹, Núria Julià¹ y Xavier Pons^{2,1}

- (1) Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals (CREAF), Edificio C, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Barcelona). joan.maso@uab.cat, n.julia@creaf.uab.cat
- (2) Departamento de Geografía. Edificio B, Universitat Autònoma de Barcelona 08193 Bellaterra (Barcelona) xavier.pons@uab.cat

RESUMEN

El uso masivo de servicios Web Map Service (WMS) y la sencillez del estándar ha comportado algunos problemas debido a que la mayor parte de implementaciones tratan las peticiones de manera independiente sin aprovechar las respuestas anteriores para despachar las nuevas rápidamente. Algunos fabricantes vieron estas ineficiencias y aparecieron diversas estrategias que discretizan el espacio. En 2007, el Open Geospatial Consortium (OGC) inició un estudio para estandarizar y unificar todos estos productos que se concretó, en 2010, en el nuevo estándar Web Map Tile Service (WMTS).

El OGC-WMTS describe una geometría de malla regular de teselas para un conjunto de escalas conocidas; introduciendo la capacidad de obtener una tesela de manera compatible con el uso de los mecanismos de caché en Internet. Sin embargo, el WMTS podría no ser adecuado para todas las situaciones. Esta comunicación describe las principales características de WMTS y ahonda en las estrategias para soportar con éxito situaciones como el prerenderizado, los clusters de servidores de balanceo de carga de red y los servicios de mapas frecuentemente actualizados. También se discuten las posibles estrategias de mejora de rendimiento aprovechando los mecanismos de caducidad del HTTP y de notificaciones de actualización de contenido.

Palabras Clave: mapa, servicio, Internet, rendimiento, tesela.

ABSTRACT

The massive use of Web Map Service (WMS) and the simplicity of this standard has resulted in some problems due to the fact that most implementations deal with requests independently without taking advantage of previous responses to dispatch the new ones faster. Some manufacturers saw these inefficiencies and various strategies based on a discretized space were applied. In 2007, Open Geospatial Consortium (OGC) started a process to standardize and unify all these products that, in 2010, crystallized in the new Web Map Tile Service (WMTS) standard.

OGC-WMTS describes a regular grid of tiles geometry for a known set of scales; introducing the ability to get a tile compatible with Internet caching mechanisms. However, WMTS may not be suitable for all situations. This paper describes the main features of WMTS and emphasizing in strategies to successfully withstand conditions such as pre-rendered, network load balanced services clusters and services with frequently updated maps. We also discuss possible strategies for performance improvement by taking advantage of HTTP expiration mechanisms and content update notifications.

Keywords: map, service, Internet, performance, tile.

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

El estándar Web Map Service (WMS) aprobado, en su versión 1.0.0, en abril de 2000 por el Open Geospatial Consortium (OGC) define un servicio Web para producir mapas dinámicamente a partir de datos espaciales referenciados geográficamente. Según los estándares OGC e ISO, un mapa es una representación de la información geográfica en forma de imagen digital en un formato apto para ser visualizado en la pantalla de un ordenador. Los mapas no son los datos geográficos en sí, sino imágenes pictóricas en formatos como PNG, GIF o JPEG. Se definen tres operaciones básicas; una que permite conocer los metadatos del servicio, otra que permite obtener un mapa con un ámbito geográfico y dimensiones conocidas, y una última, opcional, que permite obtener información de los objetos particulares mostrados en el mapa (Beaujardiere, 2004; Masó y Julià, 2008).

El WMS ha sido globalmente aceptado y durante sus 10 años de existencia ha habido una importante proliferación de servicios WMS, en parte gracias al impulso de las infraestructuras de datos espaciales (IDE) o a iniciativas como la directiva INSPIRE, pero también a un diseño razonablemente acertado y sencillo. El WMS ha contribuido, indudablemente, a extender el uso público de la información geográfica a través de clientes web de mapas en Internet.

Cuando se diseñó este servicio, el área de los mapas mostrados en pantalla (normalmente mediante un cliente web de mapas) era relativamente pequeño; pero con el aumento de la velocidad de transmisión de los datos de las redes, con el aumento de la resolución de los monitores y el avance general de los recursos informáticos, se ha propiciado el aumento de las dimensiones y de la resolución del mapa en pantalla y, con ello, el tamaño de los mapas a generar por estos servicios.

El principal inconveniente del WMS reside en su sencillez: raramente hay dos peticiones WMS iguales. En un servicio WMS el mapa se obtiene a partir de un envolvente y del ancho y alto de la ventana de la pantalla en píxeles; esto provoca que cada refresco de pantalla (o de un fragmento si se ha producido un pequeño desplazamiento lateral) comporte una nueva petición WMS de tota la ventana, diferente de las anteriores. Además, todos los usuarios del servicio realizan peticiones, a veces muy similares, pero que no resultan idénticas ni en escala ni en ámbito geográfico, con lo que el servidor no puede aprovechar las respuestas anteriores para despachar rápidamente las nuevas peticiones. Con el aumento del número de usuarios, el servidor recibe diversas peticiones concurrentes para mapas similares pudiendo llegarse al colapso del servicio por exceso de trabajo.

Algunos proveedores se dieron cuenta de que este sistema es ineficiente y no saca partido de los mecanismos de caché de Internet (almacenar peticiones idénticas durante un cierto tiempo en servidores intermedios o en el propio cliente), que evitan nuevas consultas al servidor. Aparecieron diversas estrategias que discretizan el espacio geográfico, tanto en tecnologías propietarias (Google Maps o Microsoft Bing/Virtual Earth/Live Maps), como en especificaciones abiertas (WMS-C o TMS de OSGeo). En 2007 el OGC analizó el problema e inició un estudio para determinar la mejor manera de estandarizar todos estos productos bajo un único paradigma. El grupo de trabajo del WMS, en el que los autores de esta comunicación trabajaron activamente, continuaron su desarrollo hasta conseguir el consenso suficiente para editar un nuevo estándar internacional, el cual fue aprobado a principios del 2010 con el nombre del OGC Web Map Tile Service (WMTS) 1.0.0.

EL NUEVO ESTÁNDAR WEB MAP TILE SERVICE DE OGC

El WMTS de OGC proporciona un enfoque complementario al WMS; mientras el WMS se centra en la renderización de mapas personalizados y es una solución ideal para datos dinámicos, el WMTS renuncia a la personalización de los mapas para obtener una mayor escalabilidad, sirviendo datos prerenderizados donde la envolvente y las escalas han sido restringidas a un conjunto discreto de teselas que siguen una geometría de malla regular. Ortofotos o mapas con poca actualización temporal son ejemplos de capas ideales para elegir WMTS como servició de difusión de mapas. El conjunto de teselas permite la ejecución de un servicio WMTS utilizando un servidor web que simplemente devuelve los archivos existentes y el uso de mecanismos de red estándar de escalabilidad, tales como sistemas de caché distribuidos (Masó et al., 2010a).

Un WMTS es un servicio escalable y cacheable, que usa un modelo de teselas (tiling model) parametrizado de tal manera que un cliente puede hacer peticiones de un conjunto discreto de valores y recibir rápidamente del servidor fragmentos de imágenes prerenderizadas (tiles) que generalmente ya no requieren de ninguna manipulación posterior para ser mostrados en pantalla. Cada una de las capas (layers) de un servidor WMTS sigue una o diversas estructuras piramidales de escalas (tile matrix sets o conjunto de matrices de teselas), en la que cada escala o nivel de la pirámide (tile matrix o matriz de teselas) es una rasterización y fragmentación regular de los datos geográficos

a una escala o tamaño de píxel concreto (ver figura 1) (Masó et al., 2010b). Por ello, una capa puede estar disponible en varios sistemas de coordenadas, y tener diferente ámbito en función de éstos.

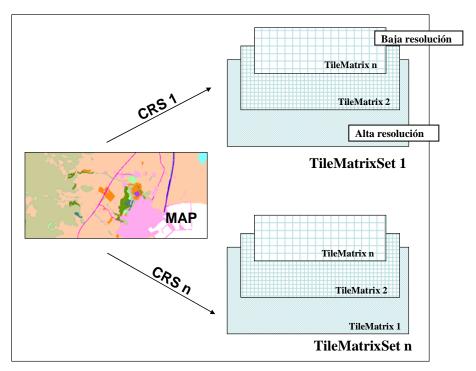


Figura 1. Modelo piramidal de teselas de una capa de un servidor WMTS.

El estándar define tres recursos básicos: el documento de metadatos del servicio, una tesela (de un determinado *tile matrix set*, a una escala y sistema de referencia determinado) y el documento con la información de un punto sobre una tesela (que contiene información de los objetos particulares mostrados en el mapa), así como tres operaciones básicas para obtener estos recursos: GetCapabilities, GetTile y GetFeatureInfo (opcional) (ver tabla 1) (Masó *et al.*, 2010a; Masó y Julià; 2008).

WMS	WMTS		
GetCapabilities	GetCapabilities		
GetMap (CRS, BBOX,)	GetTile (tileMatrixSet, tileMatrix, tileCol, tileRow,)		
GetFeatureInfo	GetFeatureInfo		

Tabla 1. Operaciones disponibles en los servicios WMS y WMTS de OGC.

Cada tesela de una matriz de teselas se identifica por el índice de columna (TileCol) y de fila (TileRow); estos índices tiene su origen 0,0 en la tesela izquierda y superior de la matriz y se incrementan hacia la derecha y hacia abajo respectivamente (ver figura 2).

En el WMTS, se definen tres maneras diferentes para obtener los recursos; dos de ellas están basadas en la obtención de los recursos a partir de operaciones, una siguiendo una sintaxis KVP (*Key-Value Pairs*) y otra siguiendo una sintaxis SOAP (*Simple Object Access Protocol*); la tercera está basada en la obtención de los recursos directamente a partir de su URL (*Uniform Resource Locator*) según el paradigma RESTful.

Actualmente el proveedor de servicios web puede escoger entre "WMS clásico" (obtener mapas con peticiones GetMap e indicando la envolvente completa de la ventana) y los "servicios basados en teselas" (ya sea a partir de WMS teselado o de un estándar especifico para teselas como WMTS). En el siguiente apartado se expone cuándo los servicios basados en teselas son más adecuados y cómo diseñarlos y usarlos correctamente.

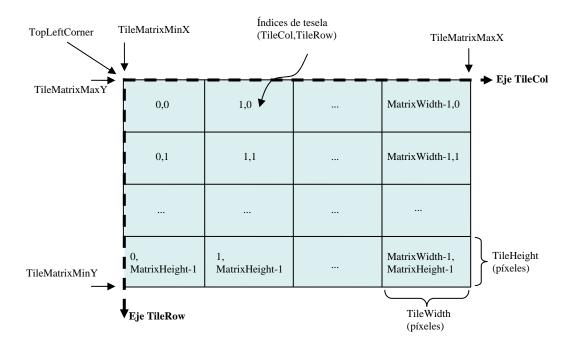


Figura 2. Espacio de teselas.

DISCUSIÓN

Actualmente algunos clientes de servicios Web están usando los servicios WMS como si fueran sistemas basados en teselas (como en el caso de OpenLayers de OSGeo) (OpenLayers, 2010).

Las siguientes ecuaciones publicadas por Masó et al. (2010a) permiten usar un cliente basado en teselas contra un servidor, es decir, nos permiten convertir la pareja de índices de teselas (tileCol, tileRow) a un envolvente(leftX, rightX, upperY, lowerY) en un sistema de referencia determinado para poder formular una petición GetMap a un servicio WMS estándar.

```
\begin{split} & leftX = tileCol \times tileSpanX + tileMatrixMinX \\ & upperY = tileMatrixMaxY - tileRow \times tileSpanY \\ & rightX = \left(tileCol + 1\right) \times tileSpanX + tileMatrixMinX \\ & lowerY = tileMatrixMaxY + \left(tileRow + 1\right) \times tileSpanY \\ & tileSpanX = tileWidth \times pixelSpan \\ & tileSpanY = tileHeight \times pixelSpan \\ & pixelSpan = \frac{scaleDenominator \times 0.28 \ 10^{-3}}{metersPerUnit} \\ & tileMatrixMaxX = tileMatrixMinX + tileSpanX \times matrixWidth \\ \end{split}
```

 $tileMatrixMinY = tileMatrixMaxY - tileSpanY \times matrixHeight$

El principal problema de este uso "teselado" del WMS reside en que el cliente no dispone de la información sobre cómo es la estructura de la pirámide de teselas. Un problema adicional aparece debido a que cada tesela puede identificarse de diversas formas según el orden de los parámetros del WMS o según el número de decimales indicados en las coordenadas de la envolvente de la tesela; lo que confunde a los sistemas de caché de Internet y provoca problemas de redondeo en las operaciones en punto flotante que pueden dar lugar a imágenes ligeramente distintas de las esperadas.

WMS-C (Web Map Service-Cache) es una adaptación del WMS editada por OSGeo que añade la descripción del conjunto de matrices de teselas a los metadatos del servicio WMS. Pero debido a que las peticiones se continúan realizando en el formato WMS los problemas de orden de los parámetros y de redondeo continúan existiendo (WMS Tile Caching, 2010).

Esencialmente WMTS proporciona una descripción del conjunto de la matriz de teselas a los metadatos del servicio y soluciona el problema de redondeo por punto flotante al usar identificadores en lugar de números decimales. WMTS aporta una sintaxis RESTful más acorde con el uso de Internet dado que cada tesela recibe una URL directa, definida a partir de una plantilla de URL (*URL template*) publicada en los metadatos del servicio, por lo que resulta más fácil de combinar en páginas Web junto con otros contenidos a partir de un vínculo.

TMS (*Tile Map Service*) es otro estándar de OSGeo que introduce el uso de índices de teselas y aporta una sintaxis RESTful, pero es una aproximación no armonizada con los estándares OGC y que requiere de diversas peticiones concatenadas para llegar a la URL de una tesela concreta, dificultando su uso (Tile Map Service specification, 2010).

En general existen dos importantes beneficios en el uso de los sistemas basados en teselas. Desde el punto de vista del servidor, las peticiones de las teselas pueden identificarse como iguales por los mecanismos de caché de Internet reduciendo el trabajo del servidor en operaciones repetitivas (Scholten, 2006) (salvando las diferencias antes expuestas en el WMS "teselado"). Y desde el punto de vista del cliente, los desplazamientos laterales y los redibujados de pantalla presentan una experiencia mejorada dado que gran parte de las teselas recuperadas en el redibujado anterior pueden reaprovecharse.

Es importante destacar que estos dos aspectos son independientes y ambos, por separado, proporcionan beneficios suficientes, aunque la combinación de ambos ha dado como resultado el éxito de los navegadores de mapas dirigidos al gran público como el *Google Maps* o *Microsoft Bing*. Además, el punto de vista del cliente cobra cada vez mayor importancia dado que, por un lado, ha aumentado el tamaño de las pantallas y las ventanas de navegación y el número de teselas que el cliente puede reusar y, por otro lado, porque las aplicaciones GIS profesionales están usando cada vez más los servicios Web como orígenes de datos cartográficos. Las aplicaciones GIS profesionales acostumbran a realizar más redibujados de la ventana dado que los cartografía proporcionada por los servicios Web debe combinarse con otro tipo de cartografía en local y que el usuario abre herramientas que cubre

partes de los datos temporalmente y se realizan cambios en la visualización sobre los datos que requieren de actualizaciones frecuentes de la pantalla.

En este sentido, Catastro (2010) indica que "la navegación sobre una capa teselada es muy eficaz [...] siempre que el servicio haya sido diseñado para recibir este tipo de peticiones. En caso contrario cada vez que un usuario accede a consultar la cartografía, el cliente solicita hasta 30 consultas simultáneas a base de datos de otros tantos de teselas de la cartografía. El resultado es que [aumenta] el número de consultas concurrentes [...] lo que supone una degradación del servicio". Esta afirmación sólo considera el punto de vista del servidor e ignora las ventajas innegables desde el punto de vista del cliente y la mejora de la experiencia del usuario.

Existen algunos malentendidos respecto al uso de los sistemas de mapas basados en teselas que vamos a desgranar progresivamente en esta discusión y que se detallan a continuación:

- Sólo pueden usarse para cartografía estática (que no necesita de actualizaciones frecuentes).
- Sólo permiten disponer de información prerasterizada.
- Son más rápidos que los sistemas basados en peticiones de ventana completa y la experiencia del usuario es mejor.

Si bien es cierto que los sistemas basados en teselas son más adecuados para cartografía estática esto no significa que no pueden usarse para cartografía dinámica. Cuando se trabaja con información estática es muy beneficioso que los sistemas basados en teselas realicen una preparación de las capas que consiste en la prerenderización de todas y cada una de las teselas en todos los sistemas de referencia y conjuntos de matrices de corte en los que el servidor quiera ofrecer la capa. Este procedimiento es completamente automatizable, por lo que puede repetirse tantas veces como sea necesario, ya sea total o parcialmente. Esto resulta especialmente útil si se prevé que la información cambie cada cierto tiempo (Yang et al., 2005). Aunque se realicen cambios frecuentes, generalmente éstos solo afectaran a una zona geográfica concreta, por lo que solo se requerirá la actualización de un número limitado de teselas.

En el caso de que la información sea totalmente dinámica y no sea posible mantenerla preparada en tiempo real, deberá renunciarse a este procedimiento de preprocesado, pero eso no significa que no pueda utilizarse un sistema de teselas; sólo significa que las teselas deben sintetizarse dinámicamente cuando se produzca cada petición.

Cuando la cartografía presentada tenga gran extensión y mucho detalle o resolución, raramente dos usuarios visitarán a la vez exactamente la misma zona en los niveles de zoom de máximo detalle. El espacio requerido en disco para la generación de todas las teselas, sobretodo de los niveles de zoom de mayor detalle, puede suponer un espacio excesivamente grande y un tiempo de generación excesivamente largo. Sin embargo, los niveles de poco detalle y los niveles de detalle medio en las zonas de mayor interés, serán más frecuentemente visitados (Quinn y Gahagen, 2010). En este caso se puede realizar un esquema mixto en el que los niveles de zoom con menor detalle se mantendrán prerasterizados mientras que los de mayor detalle se elaborarán dinámicamente.

Cuando la información cambia con el tiempo es muy importante informar de la caducidad de la información a los mecanismos de caché para evitar que las actualizaciones no sean entregadas al servidor y en su lugar se reciba una versión antigua des de un *proxy* intermedio. Las cabeceras HTTP permiten especificar la fecha en la que se prevé que el contenido caduque y de ese modo informar al servidor de caché de la obsolescencia de las teselas almacenadas.

Aunque nuestra experiencia frente a los servicios de mapas para el gran público parece demostrar que los sistemas basados en teselas son más rápidos que los sistemas basados en WMS clásico, en general, no tiene porque ser cierto. En particular, los servicios que realicen una prerasterización de las capas en teselas deberían de ser más rápidos que el WMS clásico; sin embargo, cuando por las razones antes expuestas no sea posible prerasterizar las teselas, y éstas deben generarse dinámicamente, la velocidad del servicio dependerá fuertemente de la implementación y de las estrategias de optimización que se realicen. En particular, Wang y Gong (2008) comparan el WMS clásico de MapServer con una implementación basada en teselas y determina que el primero es más rápido. Sin embargo, hay que discutir más a fondo estos resultados, objetivo que acometeremos a continuación.

La principal razón por la que un servicio de mapas basado en teselas puede no ser eficiente es la saturación de servicio. Cuando un cliente WMS clásico solicita una vista para su ventana realiza una única petición por ventana al servidor; el servidor procede a acceder a los datos y a rasterizar dinámicamente los datos necesarios, devolviendo el resultado. Por otro lado, los clientes basados en teselas desarrollados para navegadores Web, para rellenar la vista del mapa realizan varias peticiones al servidor; recibiendo éste, casi simultáneamente, estas peticiones y atendiéndolas de manera independiente; accediendo varias veces a los mismos datos, que se generalmente se

encuentran en el mismo soporte, y generando diversas rasterizaciones independientes que generalmente compiten por los mismos recursos de memoria y de procesador (Tu, 2004). Si el sistema no ha sido específicamente diseñado para esta situación, un solo cliente puede producir el colapso momentáneo del servidor. Unos pocos clientes basados en teselas conectados al mismo servidor producen un efecto similar a un ataque de denegación de servicio dejándolo incapacitado para atender a más clientes.

Por ello, estrategias de optimización orientadas a una mayor rapidez del servicio WMS clásico pueden no se adecuadas o no ser suficientes para el caso de peticiones basadas en teselas. Cuando no es posible la prerasterización de los datos en el servidor, o incluso en este caso, es recomendable el uso de estrategias de optimización específicamente orientadas a los servicios basados en teselas.

Como se ha explicado anteriormente, los clientes basados en teselas tienden a generar diversas peticiones concurrentes al servidor. Una primera estrategia, que permitiría solucionar este problema, es limitar el número de peticiones concurrentes en las capacidades del servidor, típicamente a partir de la configuración del servidor Web (Internet Information Server, Apache, etc).

Otra estrategia posible, es mejorar el hardware del servicio, sobretodo cuando no es posible actualizar el software de servicio, por ejemplo, por que no se tiene acceso al código fuente; adquiriendo un hardware de mayores prestaciones. Sin embargo, actualmente, la fabricación de ordenadores servidores de altas prestaciones se encuentra limitada por factores tecnológicos, y al mismo tiempo tienen un precio elevado por lo que la relación precio/beneficio es baja. Afortunadamente existen otras soluciones más asequibles y que permiten una mejor escalabilidad basadas en clusters de servidores. En nuestro caso, la mejor solución analizada es la arquitectura de balanceo de carga de red (Network Load Balance, NLB) que consiste en distribuir el trabajo a realizar (carga) entre dos o más ordenadores; el balanceo de la carga del sistema se realiza a partir de un algoritmo que distribuye la carga entre los ordenadores; los balanceos más simples lo realizan aleatóriamente o siguiendo una planificación roundrobin en la que se seleccionan todos los ordenadores de forma equitativa y siguiendo un orden racional. Cada uno de los servidores que forma el cluster puede ser un ordenador de uso común por lo que el sistema resulta muy económico.

A parte de su bajo coste y fácil implementación, las principales ventajas de la arquitectura NLB son la facilidad de incorporar nuevos equipos al cluster en caso de necesidad y que no existe un ordenador central de coordinación por lo que el sistema permite retirar cualquier ordenador averiado del grupo sin necesidad de reconfiguración. La principal desventaja de este sistema es la necesidad de replicación de los datos en todas las máquinas para conseguir el máximo rendimiento y que, sobretodo en los sistemas simples y más usados, no se considera la carga de trabajo de cada máquina por lo que, en el caso poco probable de que un ordenador se halle colapsado, continuará recibiendo peticiones.

Si se dispone del código fuente del servicio o se está desarrollando una implementación nueva del servicio entonces es posible seguir otra estrategia optimizando el software. El principal inconveniente de la programación en entornos web es que cada petición se ejecuta de manera independiente de las demás. Por ello, muchas implementaciones recargan del disco la información necesaria para generar un mapa cada vez que se recibe una petición. Para el caso de los servidores de teselas dinámicas, esta aproximación es particularmente penalizadora. Una alternativa es que la aplicación servidora dialogue con una aplicación que se ejecute permanentemente en el servidor. De este modo, cada petición de tesela iniciará una aplicación que solo pedirá a la aplicación permanentemente en ejecución la generación de la tesela y esperará. La aplicación en ejecución permanente ya tendrá cargada en memoria la información necesaria para generar la tesela, o cuanto menos, una parte de ella, por lo que su respuesta será sensiblemente más rápida.

Otra estrategia de optimización de software, que da buenos resultados, es la generación de metateselas (*metatiles*). Un metatesela es una agrupación en el servidor de un cierto número de teselas (por ejemplo la unión de 4x4 teselas contiguas en una sola imagen). La idea consiste en suponer que las peticiones de teselas no vienen nunca solas y que, recibida una petición de una tesela concreta, es muy probable que el servidor deba atender peticiones de las teselas adjuntas. En lugar de generar la tesela solicitada, se genera la metatesela completa, se almacena temporalmente y se extrae la tesela solicitada. Para la siguiente petición recibida, se comprobará si forma parte de alguna de las metateselas que se han generado hace poco y, en esto caso, la información se extraerá de la metatesela correspondiente sin que sea necesario recuperar la información original, con lo que se reduce considerablemente el esfuerzo requerido para este servidor. Además, la generación de la metatesela garantiza que las teselas que la forman han sido generadas a partir de la misma información y de una manera más homogénea (como por ejemplo, con los mismos criterios de etiquetado de elementos reduciendo el riesgo de dobles etiquetas en la pantalla del usuario).

CASO DE USO

Los autores de esta comunicación han implementado en el entorno MiraMon con éxito una aproximación por prerasterizado completo que utilizan para servir teselas WMTS y también para responder peticiones WMS convencionales. El servidor WMS genera el mapa a partir del nivel de zoom más próximo de la pirámide interna e interpola la imagen para ajustarla exactamente a la petición de la envolvente recibida.

Para garantizar el correcto funcionamiento del sistema en situaciones de elevada carga, se han adquirido 6 ordenadores convencionales de sobremesa de características Intel Quad Core, montadas sobre placas ASUS, con 4Gb de memoria y 3Tb de disco. La única particularidad es que han sido motados en cajas para armario (rack 19'/42U) para ahorrar espacio y permitir futura ampliación del sistema, que se les ha dotado de más espacio de disco duro y que disponen de doble tarjeta de red (ver figura 3). El sistema operativo instalado ha sido Windows 2003 Advanced Server que permite la configuración en red de NLB con dirección IP única para la red exterior y una red interior de alta velocidad que permite la sincronización rápida del contenido de los equipos.

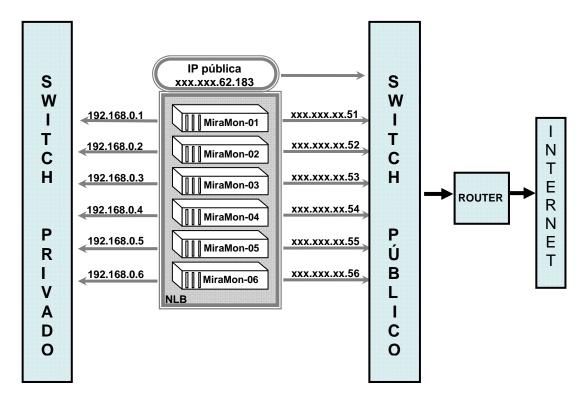


Figura 3: Esquema del sistema NLB implementado

Anteriormente se había utilizado 3 ordenadores dual Xeon de alta gama con servicios de mapas distintos que presentaba problemas puntuales de saturación. El cluster NLB actual concentra todos los servicios en una sola IP (*Internet Protocol*) y se ha demostrado mucho más eficiente, repartiendo la carga entre los 6 ordenadores por igual evitando la saturación de los mismos siendo esta solución más económica que la anterior y presentando la posibilidad de incluir fácilmente nuevos ordenadores al cluster en caso de incremento de la demanda.

CONCLUSIONES

Los servidores de mapas que deben atender peticiones basadas en teselas deben diseñarse de manera distinta que los servidores que solo pretenden atender peticiones WMS clásico. Desde la aparición de las estrategias de teselas que usan sintaxis WMS, como OpenLayers, todos los servicios pueden recibir peticiones basadas en teselas por lo que el problema afecta a todos los servidores de mapas en general.

El principal problema de los servidores de teselas es que reciben diversas peticiones casi simultáneas, por lo que son más sensibles a la saturación de servicio, incluso con un número reducido de usuarios. La principal estrategia de hardware para la mejora del rendimiento es la paralelicación de las peticiones, distribuyéndolas entre diversos servidores, tal como se consigue con la arquitectura de balanceo de carga NLB. Una de las estrategias más efectivas por software es el prerasterizado. Cuando esto no es posible, debido el elevado volumen de información o a una actualización constante de los datos, estrategias basadas en metateselas temporales permiten responder a varias peticiones individuales con una carga similar a la que produce un cliente basado en WMS clásico.

Los servidores de MiraMon han sido probados en una arquitectura de balanceo de carga NLB, demostrando que el rendimiento de los servicios de mapas aumenta considerablemente con un mínimo coste adicional respecto a otras estrategias y permitiendo ampliar la capacidad del servicio en un futuro cuando aumente la carga.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Catastro (2010) Peticiones teseladas al servicio WMS de la Dirección General del Catastro. En: http://www.catastro.meh.es/esp/servicios destacados1.asp#menu5
- De la Beaujardiere, J. (2004): OGC Web Map Service (WMS) Interface. Ver.1.3.0, OGC 03-109r1. En: http://www.opengeospatial.org/standards/wms
- Masó J., and Julià N. (2008): Historia y estado actual del futuro estándar Web Map Tiling Service del OGC. *Jornadas Técnicas de la IDE de España 2008 (JIDEE2008*). Tenerife.
- Masó J., Pomakis K., Julià N. (2010a): OGC Web Map Tile Service (WMTS) Implementation Standard. Ver 1.0, OGC 07-057r7. En: http://www.opengeospatial.org/standards/wmts
- Masó J., Zabala A., Julià N. (2010b): Fast Satellite Data Dissemination of Large JPEG2000 Compressed Images with OGC Standards. *Geomatics for Crisis Management* 2010 (Gi4DM20710). Torino.
- OpenLayers project in OSGeo (2010). En: http://openlayers.org/
- Quinn S, Gahegan M (2010) A Predictive Model for Frequently Viewed Tiles in a Web Map Transactions in GIS, 2010, 14(2): 193–216.
- Scholten M., Klamma R. and Kiehle C., (2006): Evaluating Performance in Spatial Data Infrastructures for Geoprocessing. *IEEE Internet Computing*, October 2006, pp. 34–41.
- Tile Map Service Specification in OSGeo (2010). En: http://wiki.osgeo.org/wiki/Tile Map Service Specification
- Tu S, Flanagin M, Wu Y, Abdelguerfi M, Normand E, Mahadevan V, Ratcliff J, Shaw K (2004): Design Strategies to Improve Performance of GIS Web Services. *Information Technology; Coding and Computing*, 2: pp. 444-450.
- Wang T,, Gong J (2008) Comparison of Tile Server Design Approaches for 3-D Geo-Visualization The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. Vol. XXXVII. Part B2. Beijing.
- WMS Tile Caching in OSGeo (2010). En: http://wiki.osgeo.org/wiki/WMS_Tile_Caching
- Yang (Phil), Chaowei, Wong, David W., Yang, Ruixin, Kafatos, Menas and Li, Qi (2005): Performance-improving techniques in web-based GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, 19(3), pp.319-342.

Nieto Masot, A., Fernández Sánchez, A., Alises Sánchez, H. y Salguero Granado, M. (2010): Sistemas de Información Geográfica e Internet al servicio de la libre difusión de información territorial. Servidor de cartografía SIG-Rural. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.304-1.316. ISBN: 978-84-472-1294-1

SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA E INTERNET AL SERVICIO DE LA LIBRE DIFUSIÓN DE INFORMACIÓN TERRITORIAL. SERVIDOR DE CARTOGRAFÍA SIG-RURAL

Ana Nieto Masot¹, Alberto Fernández Sánchez², Héctor Alises Sánchez³ y Miguel Salguero Granado⁴

(1) Área de Geografía Humana. Dpto. de A. y Ciencias del Territorio. Universidad de Extremadura. Campus Universitario s/n Cáceres 10071, ananieto@unex.es, afernandez@unex.es, halises@unex.es, msalguero@unex.es

RESUMEN

Se pretende dar a conocer aquellos resultados que se extraen hasta el momento del impacto que han tenido los fondos de ayudas europeas, Iniciativas LEADER y Programa PRODER, que se han invertido en los territorios de índole rural durante estos últimos años. Son Programas e Iniciativas destinados a favorecer e impulsar económica y socialmente a estas áreas que históricamente han sido más desfavorecidas. De este modo, se quiere incidir en la huella que han dejado en un marco geográfico que cuenta con un amplio bagaje histórico en cuanto a captación de estas ayudas, la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Para esta tarea, se ha diseñado un visor cartográfico que pone a disposición todos los datos recogidos de las múltiples variables analizadas, tratadas y estandarizadas que aglutinan información de distintos aspectos que afectan al territorio, todo ello aplicado a nivel municipal. Se han introducido variables físicas, demográficas, económicas, equipamentales y las inversiones por medidas de actuación, ordenadas en una base de datos cartográfica y alfanumérica a escala municipal. El diseño de dicho Geoportal permite, por una parte, analizar el impacto de este tipo de políticas en los últimos dieciséis años, así como establecer su contribución a la mejora de las condiciones de vida de la población rural, sin duda, objetivo principal de estas Iniciativas.

El visor cartográfico ha sido alojado como servidor web, para que todo aquel que lo desee pueda consultar sus bases de datos. La elaboración de este trabajo se ha llevado a cabo gracias a la implementación de software libre, como MapServer, MapFish o Apache, contribuyendo aún más a la libre difusión de la información de una manera totalmente gratuita. SIG-RURAL 2.0 cuenta con numerosas herramientas de navegación, visualizado y representación de la cartografía, así como la posibilidad de realizar consultas a las bases de datos mediante sentencias de tipo SQL.

Palabras Clave: Geoportal, Software Libre, Desarrollo Rural.

ABSTRACT

It tries to present those results to be drawn to the moment of impact they have had European Funds, Initiative LEADER and PRODER Program, which have invested in the territories of rural character in recent years. Programs and Initiatives are intended to promote and advance economically and socially to these areas that have historically been disadvantaged. Thus, we want to analysed the impact they have had in a geographical territory which has an extensive historical background in terms of uptake of these grants, the Autonomous Community of Extremadura.

For this task, we drew a map viewer that provides all the information: physic, demographic, socio-economic, equipments and investment by measures variables have been introduced and that are arranged in a map database and alphanumeric at municipal level. The design of the portal allows, first, analyze the impact of such policies in recent sixteen years, and establish their contribution to improving the living conditions of rural people, no doubt main objective of these initiatives.

The map display has been hosted as a web server, so that everyone who wants can consult their databases. The development of this work was carried out thanks to the implementation of free software such as MapServer, MapFish or Apache, further contributing to the free dissemination of information in a manner free. SIG-RURAL 2.0 has many navigational tools, displayed cartography and the possibility to perform queries against the databases using SQL language.

Key Words Geoportal, Open Source GIS, Rural Development.

I. INTRODUCCIÓN

En Extremadura como en otras zonas rurales europeas se están gestionando desde los años 90 Políticas de Desarrollo Rural Europeas cuya finalidad primordial es impulsar el desarrollo socioeconómico de estos espacios y frenar los procesos emigratorios, mediante la diversificación de las actividades económicas.

Estas Políticas se denominan Iniciativa LEADER y Programa Operativo PRODER y han significado la puesta en marcha de un nuevo enfoque del desarrollo rural que incorpora los conceptos de endógeno, integrado, innovador, demostrativo y participativo (Actualidad LEADER, 1998, p. 16). Supuso un enfoque novedoso al basar su funcionamiento en un enfoque participativo por estar gestionado y desarrollado por los agentes políticos, económicos y sociales locales, que conforman el Grupo de Acción Local,² y por su carácter endógeno al recomendar que no utilicen "la tecnología y recursos que provienen del exterior (...), sino que propugnen una fuerte adaptación a las situaciones y necesidades locales". (Etxezarreta, 1988, p.81). Siempre desde la perspectiva de la sostenibilidad en la gestión de los recursos, diseñando un modelo que "satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras" (Soroa y Plana, 2000).

Estas Políticas de Desarrollo tienen el objetivo de "invertir la tendencia al éxodo rural, combatir la pobreza, fomentar el empleo y la igualdad de oportunidades, anticiparse a las crecientes exigencias de mejora en materia de calidad, salud, seguridad, desarrollo personal y actividades en tiempo libre, así como aumentar el bienestar en el espacio rural"³.

Los Grupos de Acción Local están formados por los distintos agentes políticos, económicos y sociales de un territorio rural con una población no superior a los 100.000 habitantes y con una identidad comarcal natural, histórica y/o funcional. Estas Iniciativas se caracterizarán por la cofinanciación, ya que todos estos programas de desarrollo llegarán a recibir más del 50 % de su presupuesto de los Fondos Estructurales Europeos y de las Administraciones Nacionales (Central, Autonómica y Local).

En Extremadura, donde el 84 % de su territorio son zonas rurales⁵ (municipios con una población inferior a 10.000 habitantes) y desfavorecidas (toda la región es Objetivo 1 desde 1986, fecha de ingreso de España en la CEE y en la actualidad denominadas regiones de Convergencia), se introducen estas Iniciativas desde sus comienzos. De ahí, el interés y preocupación por el conocimiento de este tipo de Iniciativas y la oportunidad de analizar su grado de eficacia en el pasado y en el presente.

Su evolución en Extremadura ha sido continua desde los cuatro primero grupos LEADER que se fundaron en 1991 hasta la etapa actual con 24 Grupos que continuarán hasta 2013, suponiendo el 96 % del total municipal (369) donde vive el 55 % de la población extremeña (2009, I.N.E.). Se está gestionando actualmente el período de inversiones 2007-2013 de ayudas al desarrollo rural LEADER que han sido concedidas por parte de la Comisión Europea a través del Fondo Estructural FEADER⁴ (Figura 1).

² LEADER propone un enfoque ascendente de desarrollo rural ("botton up", adoptado desde la base), basado en las expectativas, ideas, proyectos e iniciativas de las poblaciones locales. Guía Pedagógica del planteamiento Leader.

³Declaración de Cork de la Unión Europea (1996) donde se establece el desarrollo de las zonas rurales como una de las prioridades de la Unión, para lograr el principio de cohesión económica y social. "El desarrollo rural sostenible debe convertirse en una de las prioridades de la Unión Europea".

⁴ La Comisión Europea aprobó el 24 de Marzo del 2008 destinar 1.188 millones de euros hasta 2013 a modernizar el campo y mantener la población rural en Extremadura, mediante un Programa de Desarrollo Rural, que aplicará el Fondo Europeo FEADER. Este programa tiene tres líneas de actuación, donde la tercera está destinada a mejorar la calidad de vida y la

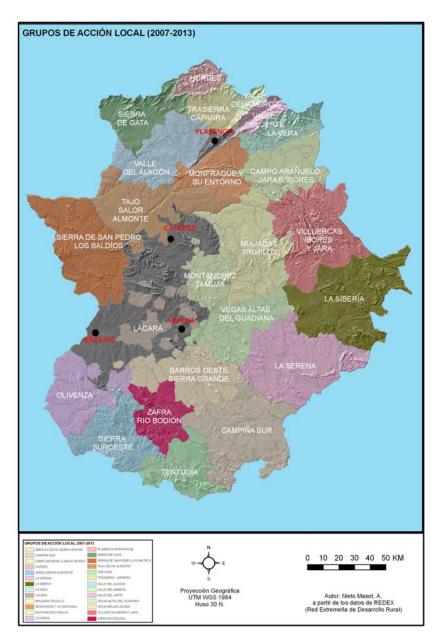


Figura 1. Localización de Grupos de Acción Local en Extremadura.

Se planteó introducir los sistemas de información geográfica como herramienta de análisis de estas políticas de desarrollo en los últimos dieciséis años (Nieto, 2007). Conociendo el territorio, se podrá analizar con mayor claridad el impacto de este tipo de políticas y si han conseguido lograr sus objetivos de mejorar las condiciones de vida de la población rural. Es uno de los objetivos estas Iniciativas +, "ayudar a los agentes del mundo rural a reflexionar sobre el potencial de su territorio en una perspectiva más largo plazo", así, el uso de la tecnología SIG se

economía en las zonas rurales. Esta tercera línea es la que van a gestionar los Grupos de Desarrollo Rural y está dotada con 145 millones de euros. Cada Grupo, y están aprobados los 24 de la última etapa, aplicarán en su territorio esas medidas de creación de empresas, formación, implantación de las tecnologías de información y comunicación.

⁵ Aparece como objetivo primordial en el Reglamento (CE) nº 1260/1999 donde se fijan las orientaciones de la Comisión para la Iniciativa LEADER+.

utilizó para que nos ayudará a introducir nuevas reflexiones en la gestión de estos espacios debido a un mejor conocimiento de su territorio.

En una primera fase se diseñaron unas bases de datos con la información de estos espacios rurales que comentaremos con más detenimiento en el apartado metodológico y el diseño de un visualizador para la consulta sencilla de toda esta información (Nieto y Blas, 2009). Siguiendo esta línea de investigación nos planteamos como siguiente objetivo el desarrollo de una plataforma web en software libre donde se pudiera consultar toda esta información para abarcar mayor ámbito de difusión y estudio de este tipo de Políticas.

Debido a esta apuesta por la filosofía de la libre distribución de información geográfica a través de servicios ofrecidos vía Internet se diseñó SIGRURAL, del cual se pretenden mostrar las nuevas mejoras y servicios incluidos en esta nueva versión del geoportal, SIGRURAL 2.0. El visor geográfico que contiene el Geoportal se presenta como una muestra de validez de los servicios geográficos en alianza con el software libre para lograr proveer información de interés al ciudadano, de calidad y desarrollada dentro de un marco geográfico que le otorga un valor añadido a todo el conjunto de los datos.

II. METODOLOGIA

El trabajo aquí expuesto se ejecutó en dos fases: una primera consistió en la creación de las Bases de Datos y una segunda en el diseño del Geoportal Web con toda esta información implementada. Las bases de datos creadas se clasifican en dos tipos: alfanuméricas (que contendrán toda la información física, demográfica, socioeconómica, inversiones, etc, en base municipal) y cartográfica (que servirá para complementar a las anteriores, con variables territoriales como el relieve, los recursos hidrográficos, forestales, edafológicos, usos de suelo, etc.).

II.1. Base de Datos Alfanumérica.

Tras un primer análisis del conjunto de la información disponible -las variables que afectaban en la actualidad a los territorios rurales según la documentación existente, así como las necesidades presentes y futuras que podrían surgir en la gestión de estos territorios-, se decidió agrupar la Base de Datos en cinco grandes grupos para facilitar su reconocimiento e integrar de una forma ordenada el total de las capas de información de las que se dispondrá (Nieto, A. y Blas; R, 2009). De este modo, la estructura de la información se clasificó en 5 grupos: Medio Físico, Variables Demográficas, Función económica de los municipios, Equipamientos y Servicios, Gestión LEADER y PRODER.

- Medio Natural: suelos, climatología, pendientes, altitudes, vegetación, etc., que se han obtenido del Mapa Topográfico Nacional, del Mapa Geológico, Edafológico, Forestal, datos del Instituto Meteorológico Nacional, así como de otras fuentes.
- Variables Demográficas: evolución de la población, dinámica demográfica y estructura de la población, según las fuentes del INE.
- Variables Socioeconómicas, por sectores de actividad, demandantes de empleo y sus características estructurales. Las fuentes provienen del INE, de FUNCAS, de la Caixa, de la Consejería de Economía de la Junta de Extremadura, de las Cámaras de Comercio e Industria de Badajoz y Cáceres y del Ministerio de Administraciones Públicas.
- Equipamientos y servicios, como los educativos, sanitarios, ocio, infraestructuras, etc. extraídas del Anuario Económico de España publicado por La Caixa y las Consejerías de la Junta de Extremadura.
- Gestión LEADER y PRODER: se incluyeron todas las Inversiones, Proyectos, Beneficiarios, Empleo, Empresas que se han ejecutado en cada etapa desde 1991. Se codificaron por Medidas de Actuación: Gastos de Funcionamiento, Formación y Empleo; Turismo Rural, PYMES, Artesanía y Servicios; Valorización de la Producción Agraria y Forestal; Conservación y Mejora del Patrimonio y el Medio Ambiente y Cooperación Transnacional. Su Fuente es la Red de Desarrollo Rural, los distintos Grupos de Acción Local y las Consejerías de Agricultura y Desarrollo Rural de la Junta de Extremadura.

Toda esta información se ha vinculado al Mapa Topográfico 1:200.000 a través del Código INE de los distintos municipios extremeños (Figura 1).

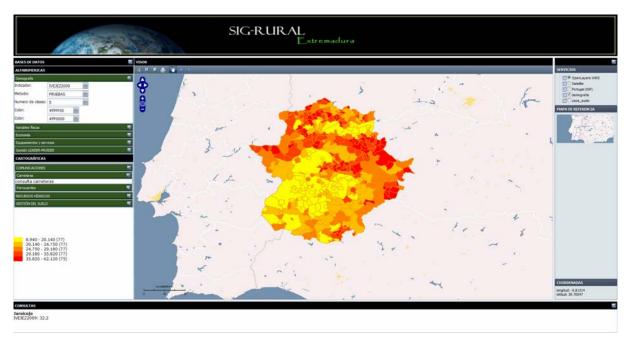


Figura 1. Bases de Datos Cartográficas de SIG Rural.

II.2. Base de Datos Cartográfica.

Se han añadido otras capas de información cartográfica para completar la información de los Grupos de Desarrollo Rural al poder relacionar recursos territoriales con variables socioeconómicas. Las variables introducidas son:

- Relieve, con un Modelo Digital de Elevaciones, que constituye nuestra cartografía base, elaborado a través del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:25.000, pues dichos mapas contienen isohipsas que permiten crear este MDT. Para aumentar la sensación de realidad morfológica, se ha solapado a este MDE un Modelo de Sombras creado a partir del mismo (Figura 2).

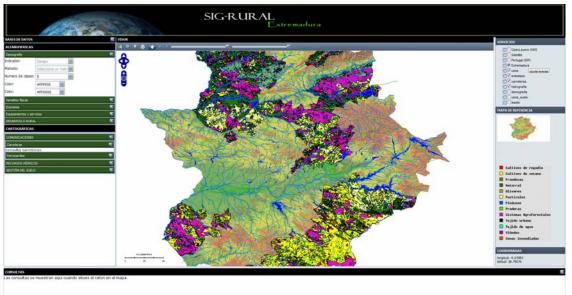


Figura 2. Modelo Digital del Terreno, Hidrografía, Embalses y Usos de Suelo Leader +.

- Hidrografía. Muestra los principales ríos y afluentes de Extremadura.
- Embalses. Extremadura, posee una gran cantidad de embalses para almacenar el agua que fluye por sus ríos. Estos embalses aparecen representados en esta capa.
- Carreteras. Principal eje de articulación de Extremadura, gracias a esta capa se podrá consultar información referente a cada vía, así como ayudarnos a entender la interacción entre las principales vías de acceso a los diferentes municipios y los flujos de vehículos y mercancías que podrían llegar los mismos
- Ferrocarriles. Siguiendo la estructuración de la red de comunicación de Extremadura, esta capa plasma aquellas vías de ferrocarril que surcan el territorio.
- Recursos naturales al introducir las variables de los territorios protegidos en Extremadura dentro de la Red Natura 2000. Obtuvimos los datos de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente de la Junta de Extremadura en formato shape y a escala 1:200.000.
- Usos del Suelo, al incluir el CORINE que nos permite estudiar los posibles cambios en la utilización de la tierra en los últimos quince años. Por ello, se introdujeron las variables del CORINE en 1990 y en el 2000. En las figuras 2 y 3 se muestran los usos del suelo en el año 2000 en los Grupos de Acción Local LEADER +.
- Mapa Forestal, donde se recogen la distribución de las masas forestales españolas. Su Fuente es el Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Mapa Geológico y Edafológico que nos permite relacionar las distintas actividades humanas con los principales recursos naturales: suelos productivos, suelos raquíticos, tipología de los materiales donde se explotan las actividades agrarias,... Su fuente es el Mapa Geológico a escala 1:50.000 del Instituto Geológico y Minero de España y el Mapa Edafológico del Sistema Español de Información de Suelos a escala 1: 1.000.000.

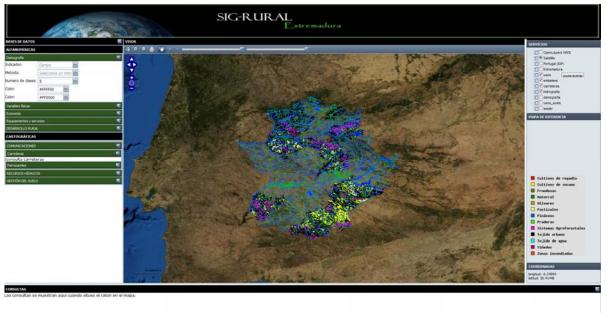


Figura 3. Base de Datos Cartográficas Hidrografía, Embalses y Usos de Suelo Leader

II.3. Marco Teórico-conceptual.

En el desarrollo del proyecto, uno de los objetivos primordiales es facilitar al usuario toda la información recopilada y elaborada disponible y de interés para todos aquellos profesionales, tanto a nivel institucional como personal, que la solicitasen. Esta tarea se realiza con la creación de un visor cartográfico de acceso gratuito a través de Internet. Como nuestro propósito es que la información llegue al mayor número de personas posibles, se decidió trabajar con plataformas de software Open Source para evitar que al usuario final le suponga coste alguno derivado del servicio. Además, el utilizar tecnología Open Source nos permitía trabajar con mayor libertad, puesto que, al estar disponible el código fuente del software, se pueden hacer futuras modificaciones en dicho software para mejorar la experiencia del usuario.

Para el servidor cartográfico, entre la gran variedad existente (Deegree, Geoserver, Mapserver,...) nos decantamos por la utilización de Mapserver, un servidor de información geográfica muy extendido y de sencilla

integración en los equipos. Mapserver, desarrollado en 1990 por la Universidad de Minnesota, funciona bajo licencia Open Source y es un software multiplataforma. En su web se encuentran una gran variedad de archivos de instalación, entre ellos el archivo binario autoinstalable MS4W, que descargamos. Se trata de un paquete que integra todas sus funcionalidades, plugins, módulos (como el Mapscript/PHP, Perl, Phyton, Ruby, Java, etc.). Mapserver se integra en Mapfish, que es un Framework que une a través de su cliente javascript, las librerías ExtlS, OpenLayers, GeoExt, además de otros objetos propios, otorgando nuevas y variadas posibilidades de diseño, funcionalidad y acceso.

La elección del servidor geográfico, Mapserver, también nos solventó la elección del servidor Web, puesto que el mismo paquete MS4W incluye el servidor Apache Web Server, desarrollado dentro del proyecto HTTP Server de la Apache Software Fundation. Este servidor Web también es un software libre que funciona como servidor HTTP (HyperText Transfer Protocol) multiplataforma (Unix, Windows y Macintosh y otras). Además, Apache, como ya se ha comentado, es un software Open Source, con lo que su código está a disposición para todo aquél que desee realizar modificaciones a su antojo. A día de hoy, Apache sigue siendo el servidor más implementado (66,98 %) entre los sitios en internet más ocupados (según datos de Netcraft para Enero de 2010 dados por millón de websites). Fue desarrollado en 1995 por Rob McCool de la National Center for Supercomputing Applications de la Universidad de Illinois.

El visor está implementado en código HTML, lenguaje de marcado de hipertexto utilizado para la creación de páginas web, utilizado por primera vez en 1991, también en JavaScript, lenguaje de script basado en prototipos creado en 1995 por Netscape Communications y se integra en navegadores web permitiendo la elaboración de interfaces más vistosas y con más funcionalidades que el html, utilizando para ello una sintaxis similar a JAVA. Además se incluye PHP, lenguaje de programación interpretado, creado en 1994, y utilizado para la generación de páginas web dinámicas y hojas de estilo CSS (Cascading Style Sheets). Este lenguaje es usado para definir la estructura de un documento escrito en HTML, en nuestro caso index.html que muestra la página principal, y sigrural.html, que contiene al visor.

II.4. Marco metodológico.

Tras la correcta instalación y prueba del software elegido, se procede a la creación de los directorios que albergarán nuestra información. En nuestro caso, el directorio que alberga toda la información geográfica se encuentra dentro de la carpeta de instalación de Mapserver. La estructura principal de configuración y diseño del servicio se resume en la correcta edición y montaje de dos clases de archivo fundamentales para el funcionamiento:

- Mapfile: archivo con extensión .map que va a indicar a Mapserver dónde se alojan los servicios a mostrar mapa de referencia, leyenda, escala, simbología a emplear, etc.
- Documentos html (inicio y visor): despliegan la interfaz del CGI de Mapserver y permite desplegar la cartografía y visualizar las consultas a través de la Web (MapServer Documentation, 2009). Los ficheros html llevan insertos códigos JavaScript para una mejora de la interfaz del usuario, añadiendo funcionalidades que no se pueden agregar con el lenguaje de marcado html.

SIG-RURAL permite, para todo aquel que lo desee, mostrar una gran cantidad de información disponible, accediendo a ella de forma sencilla y gratuita a través de un visor montado exclusivamente con tecnología de software libre. La interfaz del visor muestra una serie de elementos y funciones fáciles de utilizar con las que se va a interactuar con la cartografía y bases de datos (Figura 4). A continuación se exponen los componentes que conforman la vista inicial del visor:



Figura 4. Página Inicial SIG-RURAL

- Área de visor: mostrará los mapas, secciones de los mismos y escala gráfica actual de la vista, además de un control de navegación rápido con las funciones básicas para desplazarte sobre el mapa.
- Barra de herramientas: dispone de funcionalidades tales como Zoom in/out, a selección, Zoom a toda la capa, herramienta de navegación, medidor de distancias, imprimir en plantilla, avance y retroceso y barras de control de transparencia de las distintas capas.

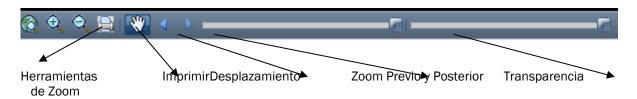


Figura 5. Barra de Herramientas.

- Mapa de referencia: en él, aparece un mapa de pequeñas dimensiones que muestra la sección del mapa que se esté consultando en un momento dado en la ventana del visor tras la utilización de otras utilidades como las de zoom in/out.



Figura 6. Mapa de Referencia

- Servicios: este es el control donde el usuario puede activar o desactivar cartografía procedente de diferentes servicios incluidos en el Visor, siendo algunos de ellos proveídos por organismos internacionales (como los facilitados por el Intituto Geográfico Português), Imagen de Satélite de la NASA, o Nacionales (Mapa Base de la IDEE del Instituto Geográfico Nacional). Se pretenden ampliar estos servicios incluyendo nuevos como el Servicio WMS del Catastro o del PNOA.



Figura 7. Servicios WMS añadidos a SIG-Rural

- Bases de datos: el usuario, a través de este desplegable puede llevar a cabo procesos de consulta de variables en las bases de datos alfanuméricas y cartográficas, así como proceder a su representación en clases a través de coropletas (Figura 8). Esto ofrece al usuario la posibilidad de representar la cartografía disponible atendiendo únicamente a las variables que son de su interés y poder realizarlo de tres formas estadísticas distintas: valor único, intervalos iguales y cuantiles. En la Figura 9 se puede observar una consulta realizada a la base de datos alfanumérica para que nos represente un mapa de coropletas con sus valores numéricos en 9 clases organizadas por cuantiles como método de distribución. La consulta se localiza en la capa de Demografía y la variable escogida es la Población de 2009. La gama de colores también se puede elegir escogiéndose en este caso desde el blanco hasta el gris oscuro.



Figura 8. Menú Bases de Datos

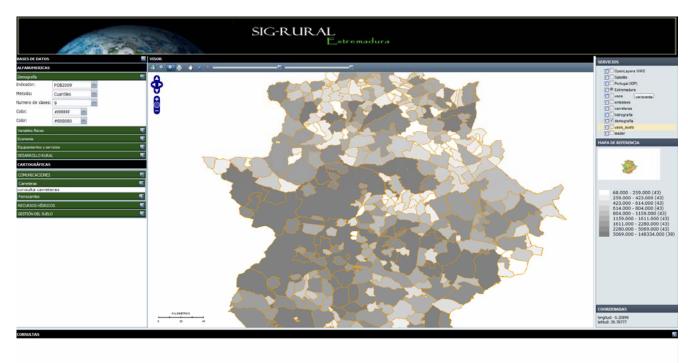


Figura 9. Consulta de la Población en 2009

- Consultas: en esta sección, con solo situar el puntero sobre cualquier elemento del mapa, aparecerá reflejada la variable seleccionada en el modo representación junto con el valor asociado a ese objeto para dicha variable. En la figura 10 aparece en color verde el municipio de Badajoz donde tenemos en ese momento el ratón en modo consulta y sus datos de población los muestra en una ventana localizada en la esquina inferior izquierda.

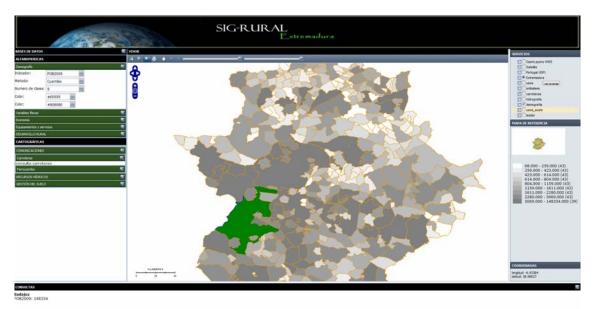


Figura 10. Consulta de los Datos de Población del 2009 en el Municipio de Badajoz.

- Leyenda: aparece representada la leyenda de las capas de coropletas seleccionadas con el valor numérico, ntre paréntesis, de las veces que se representa en la cartografía.

```
68.000 - 259.000 (43)

259.000 - 423.000 (43)

423.000 - 614.000 (43)

614.000 - 804.000 (43)

804.000 - 1159.000 (43)

1159.000 - 1611.000 (43)

1611.000 - 2280.000 (43)

2280.000 - 5069.000 (43)

5069.000 - 148334.000 (39)
```

Figura 11. Leyenda de los Datos de Población del 2009.

- Coordenadas: muestra las coordenadas geográficas en las que está situado el puntero en ese momento.



Figura 12. Ventana de Coordenadas.

III. RESULTADOS

SIG-RURAL sigue la filosofía de la libre distribución de la información de manera gratuita, haciéndola disponible para cualquier persona que desee acceder a ella a través de un visor montado exclusivamente con tecnología de software libre. La interfaz del visor ha sido diseñada cuidando al máximo la interactuación del usuario y la máquina, facilitando de este modo el visionado de los datos y la cartografía y manteniendo una sencilla metodología de acceso a los mismos. Sin olvidarnos de lo recientemente expuesto, ya se piensan en futuras ampliaciones, mejoras y nuevas funcionalidades del Visor, tarea que resulta más sencilla al utilizar software con acceso libre a su código, para la implementación de mejoras. Es de reseñar, que la tecnología free open source ha supuesto una enorme ventaja económica en la puesta en marcha de este Geoportal.

Las posibilidades presentes y futuras que ofrece el visor posibilitan el acercamiento a lo que ha venido a denominarse Web 3.0, puesto que es el mismo usuario quien decide qué tipo de cartografía quiere ver representada y el modo en que se representará. Próximas mejoras vendrán a cubrir las necesidades en torno al análisis personalizado de la información por parte del usuario, contando con herramientas propias de software SIG de escritorio.

Además, cabe destacar que actualmente, el Geoportal SIG-RURAL se encuentra albergado en un dominio facilitado por la Universidad de Extremadura cuya dirección web es http://sigrural.unex.es/.

Nuestra intención es que el Geoportal SIG-RURAL constituya una herramienta de ayuda en el entendimiento y gestión de las políticas de Desarrollo Rural de la región extremeña, puesto que su uso permite consultar todos los datos recogidos por los Grupos de Acción Local financiados con fondos LEADER y PRODER. En la figura 13 se puede observar una consulta de los proyectos realizados en el período 2001-2007 denominado LEADER+-PRODER II en Extremadura. En esta consulta nos hemos centrado en los Proyectos de una localidad Jérez de los Caballeros y se ha representado la capa con transparencia para que se visualice también las capas de hidrografía e imagen de satélite de la NASA.

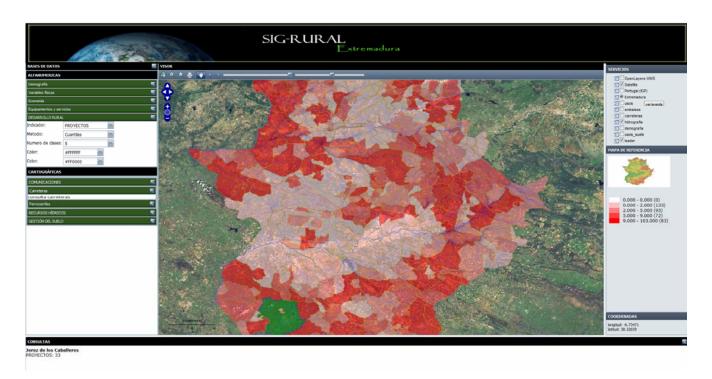


Figura 13. Consulta de Proyectos en LEADER+-PRODER II.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Actualidad LEADER (1998) *Revista de Desarrollo Rural*. Publicación Trimestral de la Unidad Española del Observatorio LEADER, nº 3, p. 32-33.

Coll, E., et al. (2005). *Introducción a la publicación de cartografía en Internet*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Etxerrarreta, M. (1988) Desarrollo rural Integrado. Madrid: Serie Estudios del Minsterio de Agricultura, Pesca y Alimentación, p. 444.

Guía pedagógica del planteamiento leader, Observatorio Europeo de Leader. (2001) http://ec.europa.eu/agriculture/rur/leader2/dossier_p/es/index.htm>.

INE (2009): Padrón de Población. Madrid

Kropla, B. (2005). Beginning MapServer: Open Source GIS Development. Apress.

LEADER Magazine (1997). Nº 13. Especial Conferencia de Cork "Un medio rural vivo". Invierno 1996-1997.

Mapserver (2009). MapServer Documentation - Release 5.2.1.

Mckenna (2008) MapServer User's Manual. OSGeo,

Mitchell, T. (2005). Web Mapping Illustrated. O'Reilly.

- Nieto, A. (2007). El desarrollo rural en Extremadura: las políticas europeas y el impacto de los programas Leader y Proder Tesis Doctoral. Cd-Rom. Edit: Universidad de Extremadura.

- Nieto, A. y Blas, R. (2009). Diseño de Bases de Datos geográficos y creación de un visualizador para la gestión de programas de desarrollo rural. GEOFOCUS. Revista Internacional de de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica- International Review of Geographical Information Science and Technology 2009. Volumen: 9. Pp. 126-149.
- Quintana, J., Cazorla, A. y Merino, J. Desarrollo rural en la Unión Europea: Modelos de participación social. Madrid: Serie Estudios, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, 1999, p. 256.
- Red española de desarrollo rural (REDEX). Desarrollo Rural y Sociedad de la Información en Extremadura. Boletín Informativo, 2003.
- Reglamento (CE) N° 1260/1999 del CONSEJO de 21 de junio de 1999 por el que se establecen disposiciones generales sobre los Fondos Estructurales.
- Sancho, J. (1999) Las claves del nuevo marco del desarrollo rural. Revista LEADER, 1999, nº 8, p.8 -9.
- Soroa y Plana, C. (2000) La armonía entre la agricultura y el medio ambiente. Seminario El Desarrollo Regional ante el año 2000. Ávila: Universidad Católica de Ávila.

Ojeda Zújar, J., Cabrera Tordera, A., García Álvarez, M. y Gómez Ortiz, A. (2010): Visores 3D, servicios interoperables e información geográfica: aplicaciones en ciencias de la Tierra. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.317-1.329. ISBN: 978-84-472-1294-1

VISORES 3D, SERVICIOS INTEROPERABLES E INFORMACIÓN GEOGRAFICA: APLICACIONES EN CIENCIAS DE LA TIERRA.

Ojeda Zújar, J¹., Cabrera Tordera ,A²., García Álvarez, M². & Gómez Ortiz, A³.

- (1) Departamento de Geografía Física y AGR. Universidad de Sevilla. C/Maria de Padilla s/n. 41004 Sevilla. Email: zujar@us.es
- (2) Elimco Sistemas. Parque Tecnológico Aeroespacial Acrópolis, C/ Hispano Aviación, nº 7-9. Autovia A4, KM. 529. CP 41300. La Rinconada (Sevilla). Email: acabrera@sistemas.elimco.com & mgarcia@sistemas.elimco.com
- (3) Departament de Geografia Física i Anàlisi Geogràfica Regional. Universidad de Barcelona. C/ de Montalegre, 6. 08001 Barcelona. Email: gomez@ub.edu

RESUMEN

Esta comunicación muestra los resultados de incorporar la geovisualización 3D y el tiempo (4ª dimensión) a la información geográfica (mapas temáticos, MDE, etc) y, específicamente, a los servicios interoperables a través de Internet, aplicados al campo de las ciencias naturales. Para ello se utiliza el visor Condor (con versiones desktop y cliente-web) desarrollado informáticamente por la empresa Elimco Sistemas, con la que el Grupo de Investigación al que pertenecen los autores de la Universidad de Sevilla mantiene una estrecha colaboración para el diseño de sus funcionalidades y el tratamiento semiológico de los datos geográficos. Se han elegido dos áreas específicas del territorio de Andalucía: un sector litoral y marino (tramo Algeciras- Estepona) y un área de alta montaña (Sierra Nevada). Los resultados reflejan el interés de estos visores para la visualización multitemporal y 3D de dos medios extremos (el medio submarino y el alpino) que, al incorporar algunas sencillas herramientas interactivas de análisis de los datos (cálculo de perfiles topográficos, simulación de subidas del nivel del mar, calculo de pendientes, etc.), les proporcionan un claro valor añadido para la transmisión del conocimiento en el medio natural.

Palabras Clave: visor 3D, información geográfica, internet, servicios OGC, costa andaluza, Sierra Nevada

ABSTRACT

The aim of this paper is to show the results of incorporating the 3D geovisualization and the time (as a 4th dimension) to the geographical information and, specifically, to the interoperable geoservices by means of the Internet, applied to the field of Natural Sciences. The Condor geoviewer (with desktop and web-client versions) is a software developed by Elimco Sistemas, a company which keeps a strong relationship with the authors focussed on the design of the functionalities and the usage of graphic semiology to the geographical data. In order to make a test of these geoviewer capabilities, two areas –a coastal and marine one and an alpine geomorphological area- were chosen. The results show the potentialities of this tool in the 3D and multitemporal geovisualization applied to two extreme environments (such as alpine and submerged areas). An obvious additional advantage in the transmission of knowledge of natural environments is given to the geoviewer by means of the addition of some user-friendly interactive analysis tools (real time calculations of slope and shades, topographic profiles, etc).

Key Words: 3D geoviewer, geographical data, internet, OGC services, Andalucian coast, Sierra Nevada.

.

INTRODUCCIÓN

La geovisualización se ha convertido en una temática emergente y que concita la convergencia de diversas disciplinas y campos científicos. La propia Asociación Internacional de Cartografía creó una comisión especifica en 1999 para ello (Commision on Visualization and Virtual Environment). El concepto visualización alude a la transmisión de información y conocimiento a través de imágenes dirigidas a la vista, en este caso de información geográfica, lo cual, unido a la posibilidad de incorporar la tercera (3D) y la cuarta dimensión (tiempo) enriquece su utilidad desde la perspectiva de su utilización en las ciencias de la Tierra (todas con una clara dimensión espacio/temporal). Desde esta perspectiva, al centrarse en la difusión de información y conocimiento del medio natural, la geovisualización 3D proporciona un entorno visual más próximo a la realidad, especialmente en medios remotos o extremos como los elegidos para esta comunicación. La dimensión temporal exige datos multitemporales, y para ello, un recurso cada día mas accesible es la utilización de servicios interoperables de información geográfica a través de la WEB (Servicios OGC). Sin embargo, el entorno de Internet y los usarios generalistas exigen el desarrollo de herramientas de visualización de utilización sencilla (visores) que tengan estas capacidades. Para la visualización en Internet, por otra parte, es aconsejable que el software pueda ser embebido en los navegadores aunque sea necesaria la utilización de un "plugin" que permita ejecutar las funciones de visualización 3D para los que no están preparados y, a su vez, que soporte los servicios interoperables OGC. A todo lo anterior se suma el hecho de que las imágenes visuales (2D, 2.5D y 3D) deben sustentarse en un adecuado tratamiento semiológico de los datos para que la información sea correctamente transmitida al usuario, lo cual no deja de ser un reto que entronca directamente con la disciplina tradicional de la semiología gráfica (Bertin, 1967).

En medios extremos, como los elegidos para esta comunicación, todas estas exigencias proporcionan un claro valor añadido dado su difícil accesibilidad (medios de alta montaña) o su generalizado desconocimiento por permanecer ocultas bajo el agua como ocurre con los medios submarinos.

OBJETIVOS Y AREAS DE ESTUDIO

Los objetivos de esta comunicación son, por lo tanto:

- Mostrar el potencial de la geovisulización de Información Geográfica 3D en las ciencias de la Tierra.
- Mostrar el interés para diferentes procesos naturales de la 4D, a través de la actual la disponibilidad de servicios OGC.
- Mostrar la importancia y facilidad del acceso a estos modos de geovisualización a traves de Internet, con el desarrollo de un visor/cliente específico (Condor)
- Exponer los resultados en dos medios extremos (alpinos y litoral/submarino) y enfatizar la importancia de incorporar al visor algunas herramientas analíticas de fácil uso por usuarios generalistas (perfiles, pendientes, sombras, generador de niveles de inundación...).

Las áreas de estudio elegidas se encuentran en dos medios extremos del territorio de Andalucía (Fig.1):

- El sector costero y marino del tramo litoral desde Algeciras a Estepona.
- El sector de Sierra Nevada afectado por morfogénesis glaciar y periglaciar presente y pasada.

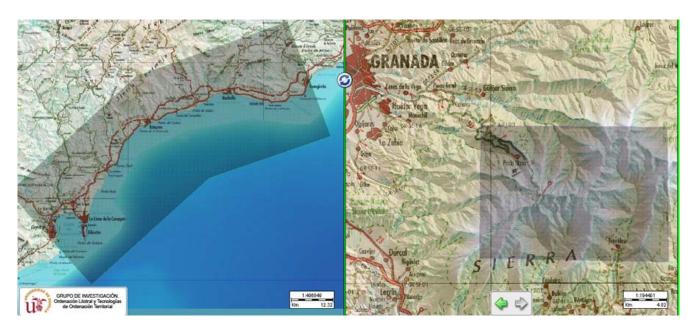


Figura 1. Área de estudio cubierta por el Mapa Fisiográfico del Litoral de Andalucía - Hojas07 y 08- (izquierda). Área cubierta por el Mapa de Geomorfología Glaciar y Periglaciar de Sierra Nevada

DATOS Y METODOLOGÍA

Una de los objetivos de esta comunicación es mostrar la <u>facilidad</u> de incorporar **datos existentes** a un entorno de geovisualización con funcionalidades 3D en el visor Condor y enfatizar el interés del acceso a datos multitemporales a través de Internet con el uso de servicios interoperables OGC.

Por ello, los datos de partida para esta comunicación fueron los siguientes:

- El Mapa de Geomorfología Glaciar y Periglaciar de Sierra Nevada, recientemente publicado en formato papel tradicional junto a una amplia memoria explicativa (Gómez et alia, 2002).
- Dos mapas fisiográficos del medio litoral realizados para la Consejería de Obras Publicas y Transporte de la Junta de Andalucía por algunos de los autores aún sin publicar (Mapa Fisiográfico del Litoral de Andalucía, Hojas 07 y 08), pero de los que disponíamos de los ficheros digitales (FreeHand) realizados para su impresión.
- Un Modelo Digital de Terreno (10 de resolución espacial) realizado por la Junta de Andalucía (Junta de Andalucía, 2005) para el medio emergido a través de estereocorrelación digital y restitución de líneas de estructura sobre un vuelo fotogramétrico en blanco y negro a escala (1:20.000).
- Modelo Digital de Elevaciones del Medio Marino Andaluz, realizado por el grupo de investigación con la metodología que se presenta en otra comunicación de este Congreso y su integración con el Modelo Digital de Terreno anterior (ajuste de datum).
- Todos los servicios interoperables OGC disponibles en la IDEE (http://www.idee.es/) e IDEAndalucía (http://www.ideandalucia.es/), especialmente las colecciones de ortofotografías para diferentes fechas.

La metodología seguida ha sigo la siguiente:

- 1.- El paso a formatos digitales de imágenes (TIF) de los mapas para ambas zonas de trabajo. En el caso del Mapa de Sierra Nevada a través de un escáner y en el caso del fichero digital de FreeHand a través de la propia funcionalidad de exportación a este formato del propio programa.
- 2.- La utilización de la herramienta "georreferencing" de ArcGis 9.3 para proporcionarle el Sistema de Referencia de Coordenadas con el que íbamos a trabajar (ED50 UTM30) a las imágenes anteriores. Esta operación fue

relativamente rápida y precisa al tener ambos documentos, incluida en su imagen escaneada, la propia retícula de coordenadas UTM que sirvieron como puntos de control.

- 3.- Integración de estos datos raster georreferenciados en el listado de capas del visor Condor.
- 4.- Integración de los servicios interoperables de la IDEE y IDEAndalucía en el listado de capas de Condor.
- 5.- Utilización de las funcionalidades de visualización (sincronización geográfica de ventanas, visión tridimensional, etc.) y herramientas analíticas del visor Condor (cálculo en tiempo real de sombreados y pendientes, perfiles topográficos, etc..), tanto en su versión Desktop como siendo utilizado como "cliente web" embebido en los navegadores Mozilla y Explorer. Para una mas pormenorizada descripción de las funcionalidades del visor se puede consultar Ojeda et alia, 2006, Ojeda et alia, 2007 y Ojeda, 2008.

RESULTADOS

Mapa fisiográfico del Litoral de Andalucía (Hojas 07 y 08)

Uno de los resultados más evidentes que proporciona la geovisualización 3D en los entornos costeros y marinos es la visualización de su topografía emergida junto a la sumergida como un contínuo, aprovechando la disponiblidad de los MDEs integrados y ajustados a un mismo datum altimétrico que comentamos en el apartado metodológico. La potencia de esta imagen y el carácter generalmente oculto del medio submarino proporciona una adecuada y rápida transmisión visual de estos medios y explica, de forma intuitiva, su interrelación funcional en muchos procesos fisiconaturales (Fig. 2).

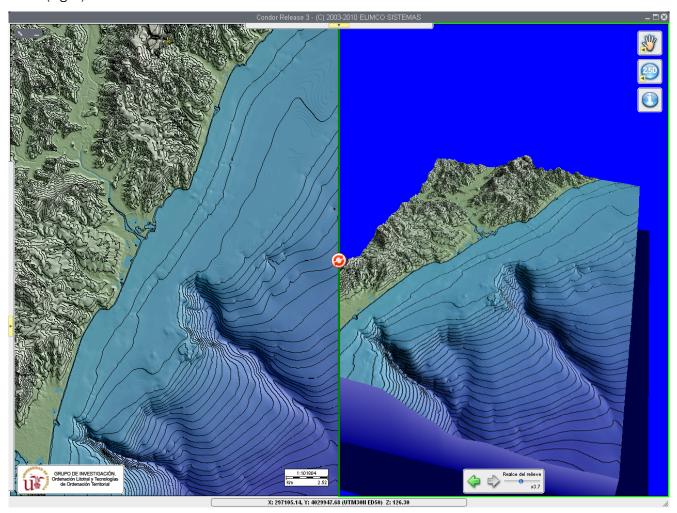


Figura 2. Dos ventanas sincronizadas (2D y 2,5D) del sector frente a la desembocadura del río Guadiaro.

La característica anterior se ve amplificada cuando incorporamos la información temática que proporciona el mapa de base sobre las unidades fisiográficas que, dada su concepción metodológica, también incorpora de forma contínua información sobre el medio emergido y sumergido (FIG 3). Aquí pueden observarse desde unidades y formaciones litorales básicas (tómbolos, zonas dunares, acantilados y plataformas, relieves estructurales, etc.) hasta las más desconocidas del medio submarino (plataforma y borde del talud continental, cañones submarinos, etc.).

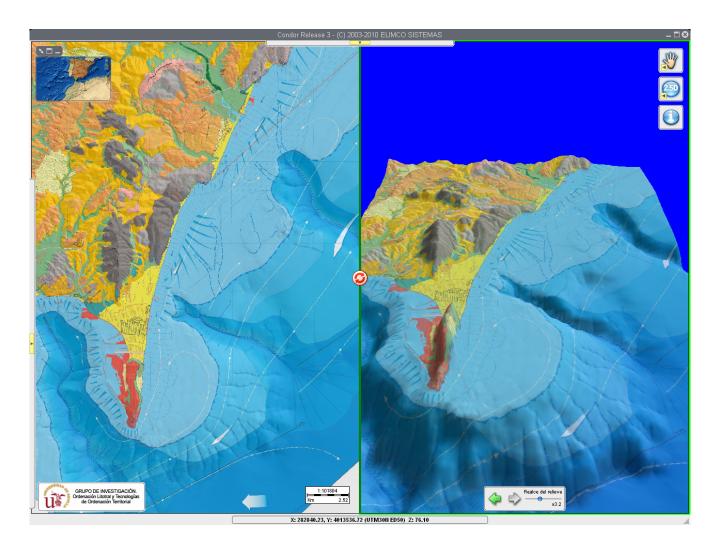


Figura 3. Dos ventanas sincronizadas (2D y 2,5D) mostrando las características geomorfológicas del sector litoral y marino de la Bahía de Algeciras. A la imagen del mapa fisiográfico (Hoja 07) se le ha asociado un sombreado digital.

La sincronización de imágenes y el cálculo en tiempo real de pendientes y sombreado, basados en los datos proporcionados por los MDEs, facilitan la comprensión de las morfologías presentes, sean éstas fruto de los procesos de disección (valles y barrancos), de disolución (dolinas), de acumulación (abanicos) o estructurales (fallas) como puede apreciarse en la figura 4.

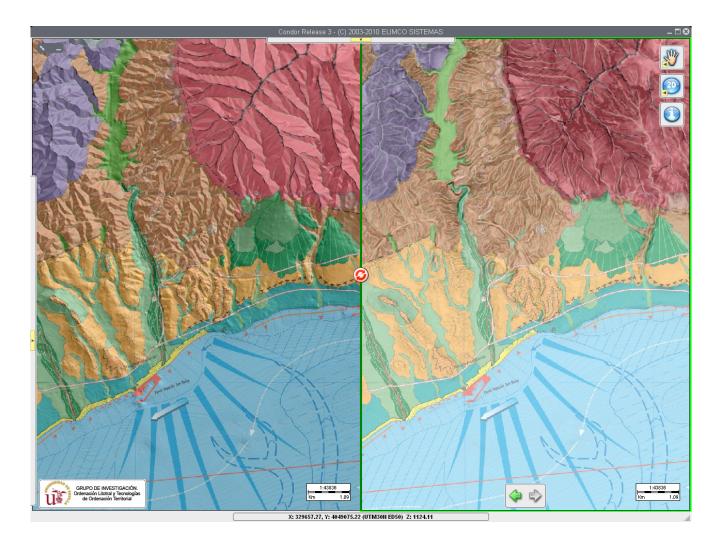


Figura 4. Ventanas sincronizadas (2D) mostrando las características fisiográficas de un sector del Mapa Fisográfico (Hoja 08) del sector de Marbella. En la ventana izquierda se ha combinado con un sombreado digital y en la de la izquierda con una imagen de pendientes.

Quizás las zonas costeras, sometidas a una intensa presión desde antiguo, sean unas de las áreas donde la accesibilidad a datos multitemporales a través de servicios interoperables mejor reflejen la influencia de los impactos antrópicos sobre la propia dinámica natural (erosión costera e infraestructuras) o el propio proceso urbanizador presionando sobre los usos y formaciones naturales. La sincronización geográfica de las ventanas y la utilización de varios servicios WMS de ortoimágenes, permite realizar una rápida evaluación sobre algunos sectores de la costa mediterránea de la zona de estudio (Fig.5)



Figura 5. Sincronización geográfica de ventanas en dos sectores de la costa andaluza. Imágenes de la izquierda: ortofotos de 2004 (arriba) y de 1956 (abajo) de la desembocadura del Guadiaro, accesibles a través de IDEAndalucia. Derecha: ortofotos de 2006 (arriba) y 1956 (abajo) del sector entorno a Marbella, accesibles a través de IDEE la primera e IDEAndalucia la segunda.

La disponibilidad interactiva de funcionalidades y herramientas analíticas permiten a usuarios no especialistas una visualización precisa de algunas características definitorias de los rasgos geomorfológicos de algunas unidades (perfiles topográficos y estructura de los abanicos aluviales) o una representación simplista, pero que invita a la reflexión, de algunos riesgos naturales (simulador de cotas de inundación) (fig. 6).

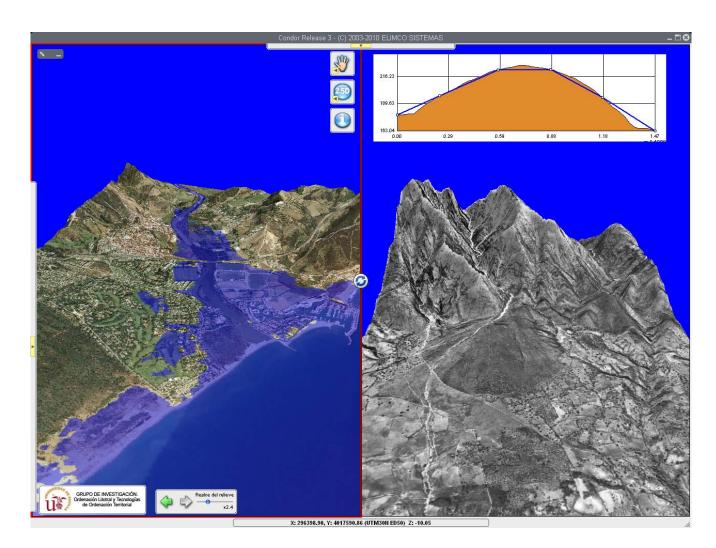


Figura 6. Izquierda: visión tridimensional de la desembocadura del Guadiaro (ortofoto de 2004) con los terrenos potencialmente inundables a una cota de 4 metros (herramienta simulador de inundaciones). Derecha: visión tridimensional de un abanico al pie de la Sierra Blanca (Marbella) utilizando la ortofoto de 1956 y el perfil topográfico transversal del mismo (herramienta de perfiles topográficos).

Mapa de Geomorfología de Sierra Nevada. Geomorfología Glaciar y Periglaciar.

Las morfologías glaciares y periglaciares, tanto relictas como actuales, tienen la singularidad en Sierra Nevada de su localización en latitudes muy meridionales en Europa. La disponibilidad de un mapa recientemente publicado (Gómez et al., 2002) sobre estos contenidos geomorfológicos y su integración en el visor permitiría, a cualquier usuario, la visualización de estas morfologías generalmente ubicadas en altitudes bastante inaccesibles, con la sola realización de las sencillas operaciones de georreferenciación descritas en el apartado metodológico.

Como puede observarse en la figura 7, la sola incorporación de un sombreado digital al la simbología del mapa original, le proporciona un claro valor añadido de carácter plástico que ayuda a la identificación de las grandes morfologías presentes.

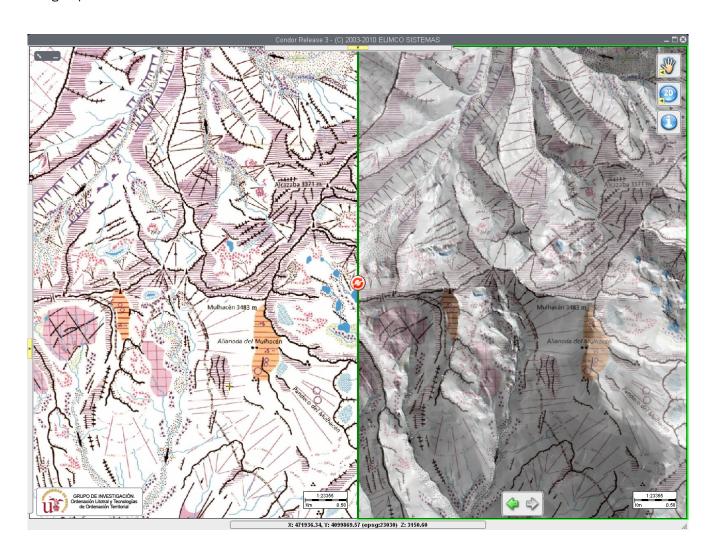


Figura 7. Ventanas sincronizadas del sector del Mulhacén. Izquierda: la imagen del mapa original. Derecha: el mapa original combinado con un sombreado digital del MDE.

La geovisualización 3D (en realidad 2,5D, al tratarse de vistas tridimensionales de superficies) le proporciona un valor, mayor aún, a la capacidad de transmisión de los grandes elementos morfológicos de este singular espacio de alta montaña. En la figura 8 puede observarse la espectacularidad de los diferentes valles glaciares que se articulan en la cara norte del eje Veleta-Mulhacén.



Figura 8. Visión tridimensional, en una única ventana, del mapa con sombreado digital del sector septentrional del eje Veleta-Mulhacén.

La posibilidad de acceder a servicios interoperables WMS (ortofotografías) para diferentes fechas, nos permite observar el valle glaciar y el Corral del Veleta con diferentes grados de cubrimiento de nieve, así como la relación con las diferentes morfologías que quedan al descubierto (circo, morrena frontal...) tras su fusión en los meses veraniegos (Fig.9).

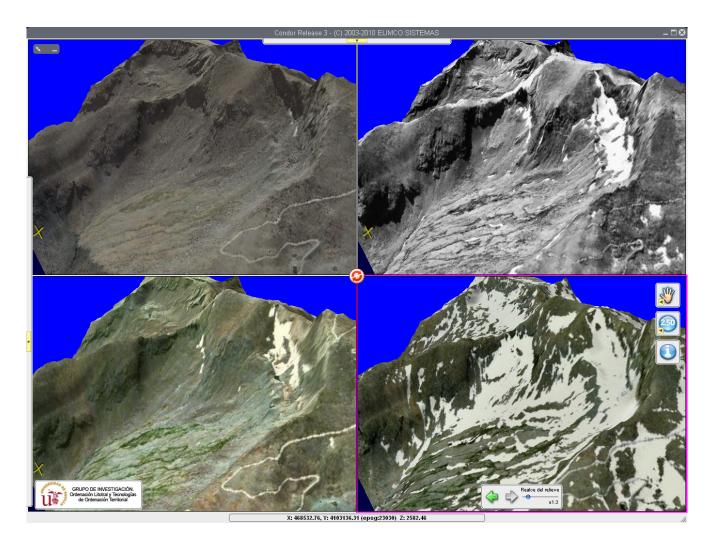


Figura 9. Cuatro ventanas sincronizadas que proporcionan visiones tridimensionales del Corral del Veleta utilizando ortofotografías como servicios WMS (IDEAndalucía): arriba 2009 (izquierda) y 1956 (derecha) y abajo 2004 (izquierda) y 1998 (derecha).

Por último, el incorporar diferentes herramientas interactivas de análisis nos permite precisar de forma mas detallada sus características morfométricas (Fig. 10). En este sentido, vemos el perfil topográfico que identifica claramente el perfil transversal del circo y la morrena frontal del Corral del Veleta. Igualmente en la misma figura 10 se puede observar como utilizando la herramienta de "simulador de inundaciones", podemos dirigirla a identificar diferentes niveles altimétricos y visualizar su relación con la posición altimétrica del desarrollo de diferentes morfologías y formaciones sedimentarias de origen glaciar y periglaciar en ambas vertientes -"solanas y umbrías"-(fig10)

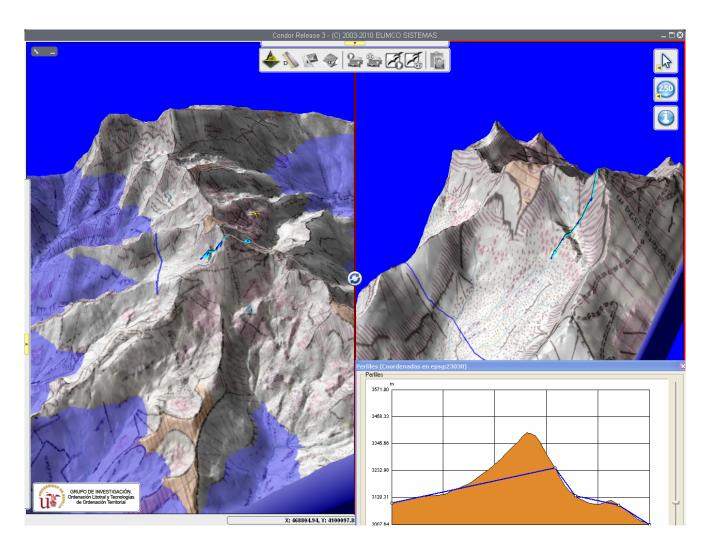


Figura 10. Ventana izquierda: Visión tridimensional de la dorsal Veleta-Mulhacén y la utilización del "simulador de inundaciones (azul) para identificar niveles altimétricos. Ventana derecha: visión tridimensional del Corral del Veleta y el "perfil topográfico" de su sección transversal.

CONCLUSION

Como ha podido apreciarse esta sencilla aplicación sobre un visor (Condor) que permite la utilización de la tercera dimensión para la visualización del diferentes elementos del medio natural, unido a la disponibilidad y el fácil acceso a estos visores como clientes-web, facilitaría de forma efectiva la transmisión conocimiento sobre diversos aspectos de las ciencias de la Tierra al tener, todos ellos, una clara componente espacial. Por otra parte, la integración de nueva información es muy simple ya que, en los casos expuestos, se trataba de mapas en papel o ya preparados para su publicación (ficheros FreeHand) que, tras un sencillo tratamiento para su georrefernciación, son directamente utilizables por el visor. De esta forma, se obvia el decisivo tratamiento semiológico que ya viene dado por las fuentes originales al ser realizadas por especialistas temáticos. Si, a todo esto, incorporamos la posibilidad de

la visualización multitemporal gracias a la cada día mas abundante información geográfica (ortofotos, mapas topográficos, etc...) distribuida como servicios interoperables OGC (de acceso y reutilización gratis y directa) en el entorno de las IDEs, el efecto de comunicación visual con potenciales usuarios interesados en las ciencias de la Tierra, pero no especialistas en TIG, se multiplica. En este sentido, en el caso del visor utilizado para esta comunicación (Condor), su interés se eleva ya que existe tanto en versión Desktop (un sencillo ejecutable sin instalación previa) muy útil para la distribución de trabajos científicos en soportes digitales (CD, DVD, USB, etc..), como en versión "cliente web" que permite ejecutarse a través de algunos de los navegadores mas difundidos (Explorer, Mozilla,...) con la simple instalación de un "plugin" (de forma parecida a Google Earth.). En todos ellos, además se mantienen todas las funcionalidades (vistas sincronizadas, diferentes modos de visualización, etc...) y herramientas analíticas (perfiles, calculo de pendientes, sombreados, ...) utilizadas en esta comunicación que proporcionan un mayor grado de interactividad y exploración de los datos a un usuario no especialista en TIG.

BIBLIOGRAFÍA:

- Bertin, J. (1967): Sémiologie graphique: les diagrammes, les réseaux, les cartes, París, Mouton, pp 431
- Gómez, A., Shulte, L., Franch, F., Sanchez, S., Torres, M. (2002): Geomorphological Map of Sierra Nevada. Glacial and Periglacial Geomorphology. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía. Granada.
- Junta de Andalucía (2005): Modelo Digital del Terreno de Andalucía. Junta de Andalucía. Aplicación informática en DVD.
- Ojeda, J., Baena, R.; Díaz del Olmo, F.; Vanney, J.R.; Márquez, J. y Baena, E. (en prensa): *Mapa Fisiográfico del Litoral de Andalucía*. Serie Mediterránea: Hojas MF-07 (Algeciras-Estepona) y MF-08 (Estepona-Fuengirola). Consejería de Obras Públicas y Transporte y Consejería de Medio Ambiente.(2 mapas 1:50.000)
- Ojeda Zújar, J. y Cabrera Tordera, A. (2006): Utilidades y funcionalidades de un visor tridimensional interactivo en la gestión litoral (SIGLA: Sistema de Información Geográfica del Litoral de Andalucía). *Cuadernos Geográficos*, nº 39 (2), pp.41-52
- Ojeda, J.; Fraile, P.; Cabrera, A. y Loder, J. (2007): Desing and functionality of a 2D/3D viewer for a coastal management oriented GIS: SIGLA (Sistema de Información Geográfica del Litoral de Andalucía). En CoastGisO7. 8th Internacional Symposium on GIS and Computer Mapping for Coastal Zone Management. Universidad de Cantabria. Tomo II. Pp. 77-86
- Ojeda Zújar, J. (2008) Director Científico-: Sistema de Información Geográfica del Litoral Andaluz (SIGLA). Publ. Junta de Andalucía. Consejería de Vivienda y Ordenación del Territorio. Visor interactivo DVD.

Ortiz, A., Gordón, J.M., Palomo, A., Giménez de Azcárate, F., Moreira, J.M. y Cáceres, F. (2010): Infraestructura de datos espaciales en medio ambiente y acceso a la información ambiental en Andalucía. El canal de la Red de Información Ambiental de Andalucía. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.330-1.341. ISBN: 978-84-472-1294-1

INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES EN MEDIO AMBIENTE Y ACCESO A LA INFORMACIÓN AMBIENTAL EN ANDALUCÍA. EL CANAL DE LA RED DE INFORMACIÓN AMBIENTAL DE ANDALUCÍA.

A. Ortiz^{1,} J.M. Gordón¹, , A. Palomo¹, F. Giménez de Azcarate¹, J. M. Moreira², F. Cáceres²

- (1) Departamento de Comunicación y Sistemas de Información. Empresa de Gestión Medioambiental S.A. Johan Gutenberg, 1 (Isla de la Cartuja), 41092 Sevilla. {jgordon, aortizn, apalomo, fgimenezdeazcarate }@egmasa.es
- (2) Dirección General de Desarrollo Sostenible e Información Ambiental. Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Avda. Manuel Siurot, 50, 41071 Sevilla. {josem.moreira, francisco.caceres}@juntadeandalucia.es

RESUMEN

La Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía ha puesto en marcha un sistema para poder cumplir adecuadamente los requisitos derivados de la normativa vigente en dos vertientes que están muy relacionadas: la del acceso a la información ambiental y la de las Infraestructuras de Datos Espaciales. Ambas vertientes, que vienen definidas por sendas Directivas, han condicionado la solución establecida que pasa por la creación mediante el desarrollo normativo adecuado de un instrumento, la Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM). Esta red se ha dotado de una plataforma en entorno web, el Canal de la Red de Información Ambiental de Andalucía, en la que confluyen elementos constitutivos de una Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) con otros de obtención y acceso al dato como es el de de solicitud de información ambiental o la descarga directa, y con elementos de navegación que pretenden facilitar al público en general el acceso a este conjunto de servicios y productos. Puesto en explotación el 29 de enero de 2009, hoy podemos hacer balance del uso que ha registrado en su primer año.

Palabras clave: Información ambiental, Red de Información Ambiental de Andalucía, REDIAM

ABSTRACT

The Ministry of Environment of the Junta de Andalucía has launched a system to carry out the requirements under current regulations in two areas which are closely related: access to environmental information and Spatial Data Infrastructures. Both sides, which are defined by EU Directives, have conditioned the solution through the developing an appropriate regulatory instrument, the Environmental Information Network of Andalusia (REDIAM). This network has set up a web-based platform, the Andalusian Environmental Information Network Channel, which combines elements of a Spatial Data Infrastructure (SDI) with other elements of data collection and access like the environmental information request or direct download, and navigation elements that are intended to facilitate the general public access to the package of services and products. Having been put into operation on January 29, 2009, today we can assess the use it has registered in its first year.

Key Words: Environmental Information, Environmental Information Network of Andalusia, REDIAM

1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de trabajo relacionado con las tecnologías de la información geográfica e información ambiental es bien conocida la labor que se viene desarrollando en Andalucía por los diferentes órganos de la Administración autonómica competente en materia de medio ambiente, constituido primero por la Agencia de Medio Ambiente y, desde 1994, por la Consejería de Medio Ambiente, asumiendo, desde los momentos iniciales, la tarea de producir, mantener y actualizar la información ambiental y geográfica necesaria para el apoyo a la gestión, la investigación y la toma de decisiones siguiendo la potencialidad que aportan las nuevas tecnologías de la información.

De este modo y desde un principio, albores de los años 80, se empezó a trabajar en el desarrollo de un sistema de información que integrase la información en bases de datos georreferenciadas (usos del suelo, clima, contaminación de aguas...), información gráfica o visual (cartografía, imágenes fotográficas) aplicando nuevos métodos de obtención de información, como la generada por medio de la teledetección, con un amplio abanico de posibilidades de tratamientos relacionados con la explotación de la misma como para su gestión y administración.

Así fue como comenzó a gestarse el **SinambA**, **Sistema de Información Ambiental de Andalucía**, que poco a poco fue acumulando, de forma sistemática, información de naturaleza y procedencia muy variada, integrada en un sistema único de proceso, con la que se podía establecer una gran cantidad de relaciones espacio-temporales de mucha utilidad para el análisis y la evaluación-modelización de los problemas ambientales. Este sistema, que aún perdura después de más de dos décadas, sigue siendo hoy en día el núcleo central de los desarrollos que se han realizado en torno al área de la información ambiental y geográfica ya que se ha ido constituyendo como una herramienta esencial, de aplicación práctica, con la que dar respuesta a importantes problemas ambientales.

Haciendo uso de las nuevas tecnologías de la información el sistema ha dado soporte a numerosas aplicaciones, que en los primeros tiempos se centraron en la producción digital de cartografía básica y temática y en el tratamiento digital de imágenes de satélite ya que la combinación de ambas técnicas ampliaba las posibilidades de análisis espacial de la información ambiental, pero que ha tenido su gran reto, y quizás su mayor éxito, en la coordinación y normalización de los procesos para producir geodatos con modelos estandarizados que faciliten su uso posterior.

En esta línea de trabajo, que generalmente ha pasado muy desapercibida, hay que destacar que el SinambA consiguió tener logros tan importantes como la puesta en producción en los años 90 de un completo sistema de gestión de la información, denominado Sistema de Gestión de Proyectos, que permitía la producción y gestión de datos geográficos y ambientales describiendo sus fuentes, modelos de datos, control de calidad y almacenamiento de forma que se promovía el uso de la información según modelos de datos estandarizados así como su descripción a través de fichas normalizadas.

Por otro lado, el del acceso a la información ambiental y/o espacial, se puede destacar que la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía ha venido desarrollando desde hace mucho tiempo una serie de iniciativas relacionadas con el cumplimiento de los aspectos legales y normativos vinculados con esa información y que vienen derivados de la legislación vigente.

En el ámbito de los interesados en las Tecnologías de la Información Geográfica y más concretamente el de las nuevas Infraestructuras de Datos Espaciales (IDEs), son bien conocidas y tenidas en cuenta las implicaciones derivadas de la aprobación de la Directiva 2007/2/CE, por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE; Infraestructure for Spatial Information in Europe), cuyo objetivo es fijar normas generales con vistas al establecimiento de una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea, con una orientación ya definida en artículo 1 de la misma: la aplicación de las políticas comunitarias de medio ambiente y de políticas o actuaciones que puedan incidir en el medio ambiente.

Lo que no se suele tener en cuenta, pasando muchas veces hasta desapercibido e ignorado, es que la Directiva 2007/2/CE es complementaria a otra Directiva anterior: la Directiva 2003/4/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2003, del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa al acceso del público a la información medioambiental. De hecho, en la propia Directiva INSPIRE se cita que "existe un cierto grado de solapamiento entre la información espacial cubierta por la presente Directiva y la información a que se refiere la Directiva 2003/4/CE".

Por lo tanto, ambas Directivas establecen un marco normativo complementario que afecta a los organismos que generan y/o controlan información ambiental y espacial teniendo en cuenta que ambos tipos pueden estar muy ligados entre sí.

Las dos directivas de referencia han tenido ya transposición en la normativa española: el 18 de julio de 2006, se aprobó la Ley 27/2006 por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente, y el 6 de Julio de 2010 se ha aprobado la Ley 14/2010 sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España, que incorporan al ordenamiento interno la Directiva 2003/4/CE y la Directiva 2007/2/CE respectivamente.

Además, el vigente **Estatuto de Autonomía para Andalucía**, que atribuye a la Comunidad Autónoma la competencia exclusiva en materia de medio ambiente, en su Título I relativo a los derechos sociales, declara: "Todas las personas tienen derecho a acceder a la información medioambiental de que disponen los poderes públicos, en los términos que establezcan las leyes" (artículo 28.3).

En tal sentido, la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental, declara como uno de los principios de inspiración de la misma, el principio de información, transparencia y participación, en virtud del cual en las actuaciones en materia de medio ambiente se ha de garantizar el libre acceso de la ciudadanía a una información objetiva, fiable y concreta, que permita una efectiva participación de los sectores sociales implicados.



Figura 1: Normativa autonómica relacionada

La Consejería de Medio Ambiente, consciente de los requerimientos derivados de este marco normativo, se ha encontrado con el reto de plantear un sistema que permita resolver esta doble vertiente: por un lado la de hacer accesible al público la información ambiental entendiendo la accesibilidad como el acceso al dato, espacial o no, de forma que se resuelvan adecuadamente las solicitudes que se hagan sobre la misma junto con el desarrollo de sistemas de consulta y descarga y, por otro, dotarse de acceso a la información ambiental espacial mediante una Infraestructura de Datos Espaciales plenamente normalizada y dotada de servicios derivados de localización, visualización y descarga de la información de la que es responsable como nodo de la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía de modo que se proporcione un conjunto de soluciones tecnológicas para la producción y difusión de datos espaciales en el contexto de un modelo compartido que permita la interoperabilidad entre los sistemas.

Es importante tomar en consideración que, a lo largo del tiempo y por lo que se refiere al uso de las tecnologías de la información geográfica, se ha pasado de un periodo en el que las mismas eran utilizadas por la innovación que suponían, a una etapa de obligación y compromiso legal por parte de las administraciones públicas. De esta forma, lo

que hasta ahora había sido voluntad por mejorar la capacidad de atención a la ciudadanía, se ha convertido en una obligación jurídicamente respaldada por una gran cantidad de normas para facilitar el libre acceso a la información ambiental por parte de la sociedad en general. Las tecnologías de la información geográfica se constituyen, así, en un instrumento no sólo tecnológico para la gestión, sino en una obligación jurídico-administrativa para todas las administraciones públicas.

2. LA ESTRATEGIA DE LA CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE

La resolución de los requerimientos derivados de la normativa antes expuestos se está realizando mediante una estrategia integradora centrada en el servicio a la ciudadanía. En esta estrategia un elemento clave ha sido la creación de la Red de Información Ambiental de Andalucía que se hizo mediante la Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental. El objetivo de esta ley es el de establecer un marco normativo adecuado para el desarrollo de la política ambiental de la Comunidad Autónoma de Andalucía y, dentro de ésta, el establecimiento de las garantías que refuercen el acceso de los ciudadanos a una información ambiental objetiva y fiable.

La Red de Información Ambiental de Andalucía, conocida como **REDIAM**, tiene como objeto la integración de toda la información alfanumérica, gráfica o de cualquier otro tipo sobre el medioambiente en Andalucía, generada por todo tipo de centros productores de información ambiental en la Comunidad Autónoma, para ser utilizada en la gestión, la investigación, la difusión pública y la toma de decisiones.

La REDIAM se ha marcado como objetivo atender los requisitos que establecen ambas Directivas anteriormente citadas por lo que, por un lado, atenderá y ofrecerá la información ambiental de forma directa asegurando el acceso al dato y por otro se desarrollará como un nodo temático IDE integrado en la IDE de Andalucía así como en la IDE de España. Su potencialidad como instrumento que aúna tecnologías de la información geográfica y un enorme volumen de información ambiental georreferenciada puesta a disposición de toda la sociedad, la convierte en un factor de oportunidad y dinamismo para la gestión, la investigación y la economía, como ha sido reconocido por informes recientes de agentes económicos no gubernamentales (Caixa de Cataluña, 2008).

2.1 Los elementos constitutivos de la Red de Información Ambiental de Andalucía

El elemento clave de la REDIAM es que en su desarrollo se ha pasado de la etapa inicial, con un sistema de información centralizado (SinambA), a la consolidación de una estructura en red en torno a la información ambiental en la que pueden integrarse todos los centros productores de información ambiental de Andalucía.

De forma sintética se puede decir que los elementos constitutivos de la REDIAM son sus órganos de dirección, las entidades y centros asociados, y los recursos instrumentales puestos a su disposición.

Los órganos de dirección se centran en la Consejería competente en materia de medio ambiente pero es en la incorporación de centros productores y/o difusores de información ambiental como entidades asociadas a la REDIAM donde reside la fuerza de la solución adoptada.

La asociación a esta red se formaliza mediante la firma de convenios de colaboración en los que se plasman, entre otros aspectos, los productos y servicios a que se comprometen ambas partes, así como la aceptación de los criterios técnicos emanados de los órganos rectores de la REDIAM, en especial, sobre producción y calidad de la información ambiental y su interoperabilidad.

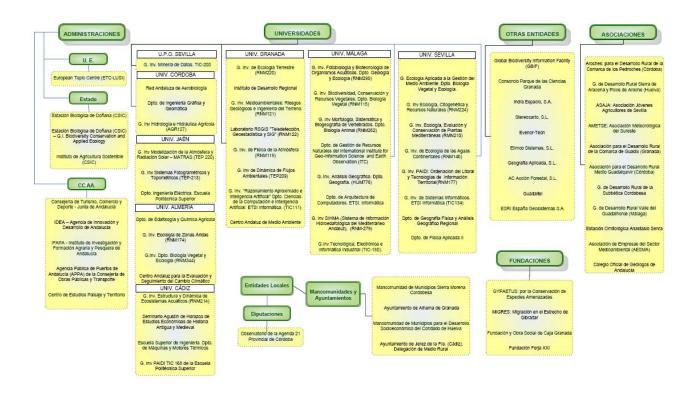


Figura 2: Cuadro con Entidades asociadas a la REDIAM

Además, conforman los recursos instrumentales de la REDIAM la **Infraestructura de Información Ambiental de Andalucía** y los recursos económicos y humanos adscritos a la misma.

Podemos describir que la **Infraestructura de Información Ambiental de Andalucía** está compuesta por la información ambiental integrada en la REDIAM, el Catálogo de Información Ambiental, el Canal de la REDIAM y los servicios que presta, así como los mecanismos, procesos y procedimientos de gestión de la misma quedando el SinambA como el sistema que da soporte a esta infraestructura.

El pilar fundamental de la REDIAM es la **Información ambiental integrada** consiguiéndose también como un elemento crucial, después de la propia información, la relación o listado de la información ambiental y/o espacial disponible: el **Catálogo de Información Ambiental**. Éste, que se establece como el conjunto de fichas descriptivas catalográficas o metadatos, es único y recoge mediante una ficha normalizada y compatible con los estándares (ISO 19115, NEM, etc...) los metadatos descriptivos tanto de la información espacial como la que pueda no serlo.

El segundo pilar de la REDIAM le viene dado por su carácter garante en cuanto al acceso a la información. En este sentido, se establece que el **Canal de la REDIAM** es el conjunto de instrumentos que tiene por objeto impulsar y facilitar la comunicación y difusión de información ambiental entre las entidades, centros asociados y personas usuarias de la REDIAM.

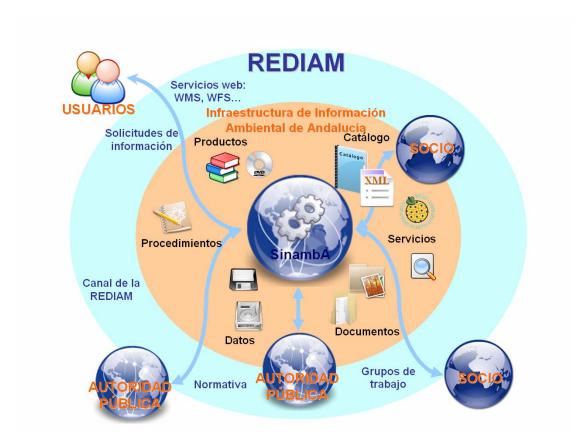


Figura 3: Esquema de elementos constitutivos REDIAM

Dentro del Canal de la REDIAM, en el que se incluyen todo tipo de instrumentos de comunicación y difusión, conviven elementos clásicos como ediciones impresas junto con los derivados de las nuevas tecnologías como las ediciones digitales y productos multimedia entre los que cabe destacar los que se derivan del uso preferente de las telecomunicaciones, la información geográfica y la generalización de Internet. En este sentido se ha desarrollado un gran esfuerzo para que la REDIAM tuviese su escaparate en Internet, el **Canal de la REDIAM en WEB,** así como un gran desarrollo y puesta a disposición de la ciudadanía de servicios web que permitan el acceso en línea a información ambiental actualizada de calidad.

2.2 El Canal de la Red de Información Ambiental de Andalucía en WEB

Los requerimientos derivados de la normativa relativa al acceso a la información ambiental, incluida la información geográfica de carácter ambiental, se pueden resumir en que hay que:

- 1- Asegurar el acceso a la información previa solicitud. En la normativa europea y española concretamente se cita que:
 - Los Estados miembros garantizarán que:
 - a) se exija a los funcionarios que asistan al público cuando trate de acceder a la información;
 - b) las listas de autoridades públicas sean accesibles públicamente, y
- c) se definan las modalidades prácticas necesarias para garantizar el ejercicio efectivo del derecho de acceso a la información medioambiental, tales como:
 - la designación de responsables de información,
 - la creación y el mantenimiento de medios de consulta de la información solicitada,

- registros o listas de la información medioambiental que obre en poder de las autoridades públicas o puntos de información, con indicaciones claras sobre dónde puede encontrarse dicha información.
- 2- Hacer una difusión preactiva de la información ambiental en el que se tendrá en cuenta, según la Directiva, que:

Los Estados miembros adoptarán las medidas necesarias para garantizar que las autoridades públicas organicen y actualicen la información sobre el medio ambiente perteneciente a sus funciones que obre en su poder o en el de otra entidad en su nombre, con vistas a su difusión activa y sistemática al público, particularmente por medio de la tecnología de telecomunicación informática y/o electrónica, siempre que pueda disponerse de la misma.

Por lo tanto, desde la vertiente del acceso a la información ambiental, (Directiva 2003/4) se ha establecido la necesidad de que se cumplan, por medio de las telecomunicaciones informáticas, los siguientes requerimientos que se añaden a lo que hasta ahora sólo se venía contemplando como datos, informes o proyectos de información geográfica autosuficientes por sí mismos:

- a) establecer como sistema de atención al público y de información al público un espacio específico en la web
- b) participar en un sistema de listas de autoridades públicas, poseedoras de información ambiental, que sea accesible y se pueda consultar en web
- c) crear el marco normativo adecuado para designar los responsables de información ambiental: desarrollo normativo
- d) creación y mantenimiento de medios de consulta para el seguimiento de la información solicitada mediante un servicio web: solicitudes de información ambiental.
 - e) Creación de un catálogo con la información ambiental disponible

Respecto a la vertiente de la Infraestructura de Información Espacial (Directiva 2007/2) las obligaciones se puede resumir en que se establece como requerimiento la participación en el establecimiento de una infraestructura de información espacial concretándose ésta en:

- a) creación de metadatos que cumplan con los criterios de la Directiva
- b) organización de los conjuntos de datos espaciales: interoperabilidad
- c) creación de servicios espaciales: interoperabilidad
- d) establecimiento de acuerdos sobre puesta en común, acceso y utilización
- e) creación de servicios de red: de localización, de visualización, de descarga, de transformación y de acceso a servicios
 - f) creación de geoportales INSPIRE
- El Canal de la REDIAM en WEB se ha establecido como una solución integradora de ambas vertientes normativas en la que los elementos importantes que se han desarrollado para la REDIAM y su Canal son:
 - Normalización de información y acuerdos de puesta en común y acceso: la REDIAM establece un procedimiento normalizador e integrador de la información mediante acuerdos con los centros productores de información que afecte al ámbito de la Comunidad Autónoma.
 - Repositorio de datos unificado: es el sistema en el que se organiza y controla la información integrada en la REDIAM. El repositorio se configura como un espacio de almacenamiento distribuido pero común a múltiples sistemas de información. Se trata de un repositorio en el que cada productor competente en la producción de información ambiental es responsable de su generación, mantenimiento y desarrollo empleando unas reglas comunes definidas por protocolos en el contexto de la REDIAM. Se asegura de esta forma que la información se produce y mantiene lo más cerca posible del origen del dato, orientando siempre la información desde abajo (nivel más detallado) hacia arriba (nivel de compilaciones o agregaciones). Este repositorio es, por tanto, unificado en cuanto a los procedimientos, normas e instrumentos, pero distribuido en cuanto a la responsabilidad de su mantenimiento y actualización.

- Catálogo: recoge todas las fichas de metadatos que describen la información integrada en la REDIAM. Se dota de un sistema de búsqueda y localización así como de una navegación estructurada temáticamente. El Catálogo se usa para clasificar y dar a acceso a los usuarios. Desde la consulta de una ficha en concreto se habilita el paso a otros servicios complementarios como es la solicitud de dicha información o, también, cuando se encuentra disponible, la descarga directa, el acceso a los servicios según el Open Geospatial Consortium (OGC) asociados a la misma, etc.... Las fichas de metadatos se han desarrollado para toda la información ambiental de la misma forma sea ésta espacial o no, de esta forma se intenta compatibilizar los requisitos de ambas Directivas.
- Servicio de atención de solicitudes: establece el sistema y registro que da cumplimiento básico al requerimiento que establece la normativa de atención a solicitudes de información por parte de los ciudadanos.
- Servicios de descargas de la información: este servicio se cubre por una doble vía: la descarga directa de ficheros con la información y mediante la implementación de servicios interoperables y normalizados OGC como, WFS, WCS, etc...En el primer caso se asegura el acceso al dato, ya sea este espacial o no y en el segundo se asegurará el acceso a los datos espaciales de una forma interoperable.
- Servicios de consulta de la información: mediante el desarrollo de visores especializados que muestran
 información espacial tanto a través de servicios OGC como de forma directa. Dentro de estos visores se
 ha desarrollado visores básicos OGC, otros que permiten a utilización de información 3D, con
 herramientas de análisis espacial, etc...
- Servicios OGC de mapas: en este sentido se ha implementado un servidor de mapas siguiendo los estándares OGC (WMS 1,.1).
- Servicio OGC de elementos: Se ha implementado un servicio de elementos siguiendo los estándares OGC, en concreto WFS.
- Portal web para asesoramiento e información a la ciudadanía: sitio común con contenidos de navegación dónde poder localizar desde información sobre derechos de acceso a la información hasta la propia información mediante acceso directo o mediante servicios.

2.3 Situación actual del Canal de la REDIAM en WEB e indicadores de uso

El Canal de la REDIAM en WEB se abre a la ciudadanía en fase de pruebas en enero de 2009 constituyéndose desde un principio como un canal especializado dentro de la página web de la Consejería de Medio Ambiente. Desde este momento se ha mantenido siempre activo produciéndose un incremento de contenidos, productos y servicios de manera progresiva y constante.

Como se puede apreciar en la figura 4 los elementos destacados dentro del Canal web son aquellos que se han considerado de mayor interés en la obtención de información ambiental como puede ser el Catálogo de Información Ambiental, la descarga, los productos y la solicitud de información no accesible en línea.



Figura 4: Aspecto de la portada del Canal de la REDIAM en web

La situación actual (junio 2010) de los contenidos que se ofrecen en este Canal web se puede resumir en:

- 1033 Fichas incluidas en el Catálogo correspondientes a series y conjuntos de datos controlados
- **131 paquetes de información en descarga** en los que se incluyen numerosas capas de información, tablas, documentos, modelos de datos, fichas descriptivas, etc...
- 57 Productos multimedia en descarga entre los que se incluyen Mapas guía digitales de Espacios Naturales Protegidos, Ortofotografías, Vuelos interactivos en 3D, etc...
- 14 series de imágenes relativas ortofotografías incluidas en un sistema de búsqueda, selección y descarga dirigida
- 331 Servicios de mapas WMS 1.1.0 organizados por temáticas y descritos ampliamente con páginas web que permiten la consulta del servicio a través de un sencillo visualizador o con la opción de obtener un fichero kml para su consulta en Google Earth
- 12 Visualizadores disponibles para consultar la información entre los que se encuentran visualizadores de carácter general como especializados o adaptados a temas concretos
- y un amplio espectro de estadísticas e indicadores

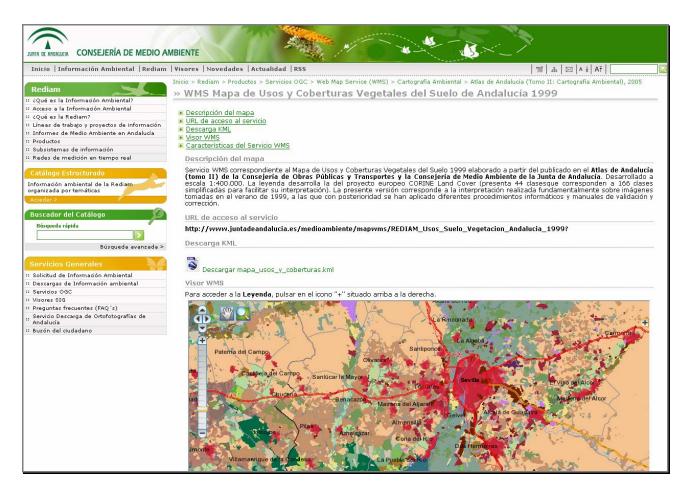


Figura 5: Página del Canal descriptiva de un servicio WMS

Como indicador de uso en el ámbito de análisis web se puede citar que en el conjunto de canales que componen el sitio web de la Consejería de Medio Ambiente (CMA), el Canal de la REDIAM supone no más de un 5 ´7% del total de visitas, aunque en ese contexto se caracteriza por aportar los mayores valores de páginas vistas y de tiempo en el sitio por cada visita, además de un alto índice de recurrencia. Por contra, es de los que menor índice de visitas por nuevos usuarios presenta por su alta especialización técnica.

Visitas	Usuario único	Páginas vistas	Páginas por visita	Tiempo por visita	% de rebote (1)	Nuevas visitas	Visitas por usuario	Visitas internas Junta de Andalucía
100.01	38.474	615.316	6,15	0:05:14	39,20%	36,87%	2,60	21,59%

(1) rebote (visitas de una sola página)

Tabla 1: Datos básicos de uso del canal de la REDIAM en web, 2009 (a partir de datos anuales)

A partir de estos datos puede decirse que se trata de un canal que ofrece servicio a un público muy fiel, de perfil profesional-técnico, en el que un alto porcentaje de las visitas corresponde a personal de las administraciones públicas y la Junta de Andalucía, que ha hecho un uso muy intensivo, en especial al inicio de la puesta en explotación. Estos supusieron en el conjunto del año, con el 8% de los usuarios únicos, el 21´6% de las visitas, el 31´7% de las páginas vistas y el 35´8% del tiempo total de navegación según el indicador que se explica más

adelante. Este intenso uso interno ha ido decreciendo a lo largo del año, equilibrándose con una mayor calidad de las visitas de los usuarios externos a la Red Corporativa. Aún así, a final del año los valores de tiempo y páginas vistas por visita siguen siendo más de un 20% superiores en los usuarios internos.

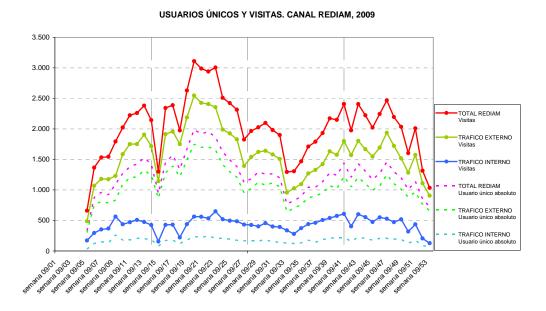


Figura 6. Evolución de usuarios y visitas en el Canal de la REDIAM en 2009

El perfil profesional se manifiesta en el diferente patrón de uso del Canal entre días laborables y fines de semana siendo su acceso generalmente muy inferior en los fines de semana pero en estos se obtiene el mayor porcentaje de usuarios que acceden por primera vez y las visitas de una sola página.

Respecto a la procedencia geográfica de las visitas, el tráfico externo tiene origen en un 59% en Andalucía, un 30% en el resto de España, y casi un 9% en América.

Los contenidos más visitados son, por este orden, el Catálogo de la Información Ambiental, la página de descargas de paquetes de información temáticos, los visores y Web Map Services (WMS), el servicio de descargas de ortofotos y las publicaciones digitales.

3. CONCLUSIONES

La Red de Información Ambiental de Andalucía nace como respuesta a dos retos que la normativa europea impone a la administración pública en cuanto a difusión de la información sobre medio ambiente: por una parte, los derechos que asisten a la ciudadanía en cuanto a acceso a la información ambiental, y, por otro, la estructuración de dicha información según los requerimientos de una infraestructura de datos espaciales.

Esta red se ha dotado de una plataforma en entorno web, el Canal de la Red de Información Ambiental de Andalucía, en la que confluyen elementos constitutivos de una Infraestructura de Datos Espaciales, convirtiéndose la REDIAM en un nodo temático de la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía, con otros de obtención y acceso al dato como es el de de solicitud de información ambiental o la descarga directa.

El canal de la REDIAM supone una respuesta conjunta a ambas cuestiones, al aunar en un mismo espacio el acceso a la información y los servicios estructurados siguiendo normas IDE, con base en el Catálogo de la Información Ambiental de Andalucía y los servicios que siguen los estándares establecidos por el Open Geospatial Consortium (OGC), y elementos de asesoramiento a la ciudadanía acerca de sus derechos de acceso a la información ambiental, entre otros un servicio de atención personalizada a solicitudes, complementada con una navegación web

orientada a hacer accesible y comprensible el cúmulo de información, tanto bruta como elaborada, que se integra en el marco de la REDIAM.

El portal web de la REDIAM, cumple con los requisitos derivados de la normativa vigente en las dos vertientes anteriormente expuestas, constituyéndose en una plataforma integradora de las iniciativas que se han desarrollado o se deban desarrollar en el futuro relacionadas con el acceso a la información ambiental y las Infraestructuras de Datos Espaciales.

Desde su puesta en funcionamiento, un año y medio en el que se ha llevado a cabo una progresiva consolidación de los servicios que ofrece y mejoras especialmente en la difusión de la cartografía con una clara apuesta por los servicios de mapas en web (**con 331 WMS**), se puede hacer balance de su importancia como servicio público a partir del análisis del tráfico que ha registrado. Según los datos obtenidos, se observa que la oferta inicial de proveer de datos brutos y geoservicios avanzados sirve a un público muy especializado de perfil claramente técnico y profesional.

Hasta ahora, al hablar de información ambiental se venían diferenciando los aspectos vinculados con la atención a las solicitudes de información ambiental, normalmente relacionados con servicios de atención al público, servicios de documentación, atención telefónica, etc..., de aquellos aspectos relacionados con la información geográfica ambiental, de carácter mucho más especializada y relacionada con ámbitos técnicos muy específicos tanto en las administraciones públicas, como en centros de investigación, empresas,...Hoy en día, el espíritu y la intencionalidad de las Directivas europeas, leyes estatales y autonómicas, hace imprescindible la conjunción de ambos vertientes en un único enfoque que, mediante el uso de las tecnologías de la información den un soporte integrado y simplificado desde el punto de vista procedimental a ciudadanos, técnicos, empresas o investigadores. La REDIAM en Andalucía asume este reto configurándose como uno de los primeros Sistemas de información ambiental compartido de Europa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Directiva 2003/4/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2003, relativa al acceso del público a la información medioambiental y por la que se deroga la Directiva 90/313/CEE del Consejo

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 27/2006 por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente

Ley 7/2007, de 9 de julio, de Gestión Integrada de la Calidad Ambiental

Ley 14/2010 sobre las infraestructuras y los servicios de información geográfica en España, que incorporan al ordenamiento interno la Directiva 2003/4/CE y la Directiva 2003/4/CE respectivamente.

Caixa de Cataluña, La economía de Andalucía: Diagnóstico estratégico. Colección Comunidades Autónomas. Servicio de Estudios de la Caixa. Barcelona.2008.

Puerto Segura, E., Bejarano Palma, J., García León, J., Méndez Martínez, C. y Ruiz Ramos, M. (2010): La comunidad SIG-Mercator de la Consejería de Salud. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.342-1.348. ISBN: 978-84-472-1294-1

LA COMUNIDAD SIG-MERCATOR DE LA CONSEJERÍA DE SALUD

Puerto Segura, Eva¹, Bejarano Palma, Javier², García León, Javier³, Méndez Martínez, Camila⁴ y Ruiz Ramos, Miguel⁵

- (1) Servicio de Información y Evaluación, Consejería de Salud, Junta de Andalucía, Avda. de la Innovación s/n Edificio Arena 1 41020 Sevilla, evam.puerto.ext@juntadeandalucia.es
- (2) Servicio de Información y Evaluación, Consejería de Salud, Junta de Andalucía, Avda. de la Innovación s/n Edificio Arena 1 41020 Sevilla, javier.bejarano.ext@juntadeandalucia.es
- (3) Servicio de Información y Evaluación, Consejería de Salud, Junta de Andalucía, Avda. de la Innovación s/n Edificio Arena 1 41020 Sevilla, fiavier.garcia.leon@iuntadeandalucia.es
- (4) Servicio de Información y Evaluación, Consejería de Salud, Junta de Andalucía, Avda. de la Innovación s/n Edificio Arena 1 41020 Sevilla, camila.mendez@juntadeandalucia.es
- (5) Servicio de Información y Evaluación, Consejería de Salud, Junta de Andalucía, Avda. de la Innovación s/n Edificio Arena 1 41020 Sevilla, miguel.ruiz.ramos@juntadeandalucia.es

RESUMEN

La Web 2.0 ha supuesto un cambio importante en Internet al pasar el usuario de mero consumidor de contenidos a generarlos en un espacio de colaboración e intercambio. En el seno de una organización, el conocimiento corporativo producido debe estar disponible en cualquier momento, por cualquier empleado y desde cualquier parte. El Entorno Colaborativo de Trabajo (ECT) de la Consejería de Salud proporciona herramientas de trabajo diario e incorpora elementos de la Web 2.0.

El ECT está basado en el sistema de gestión de portales Liferay, con arquitectura web J2EE multiplataforma, y portlets JSR 168.

Ofrece servicios de acceso a información (noticias, anuncios, documentación, directorios etc), comunicación, colaboración y participación activa (foros, chat, wikis, blogs, encuestas, etc) y herramientas operativas (gestión de reuniones, agendas, acceso a sistemas de información, etc.)

La base organizativa son las comunidades. Una de ellas es la comunidad SIG-Mercator compuesta actualmente por 23 usuarios de la propia Consejería y de otros organismos, con un interés común sobre Sistemas de Información Geográfica (SIG) y que comparten un espacio con información y herramientas de colaboración propias.

Los objetivos de esta comunidad son gestionar el conocimiento y fomentar debates con herramientas como el blog y los foros, compartir documentación y elaborar de forma colaborativa mediante wikis documentos de referencia, y difundir las actividades del Plan Cartográfico así como las novedades sobre aspectos tecnológicos de los SIG.

Un factor clave en la comunidad son las sesiones presenciales, con periodicidad mensual, además de las propias actividades virtuales.

Palabras Clave: comunidades, Web 2.0, colaboración, intranet, SIG.

ABSTRACT

The Website 2.0 represents a dramatic change in internet. The user has became a content provider and not just a consumer. Within an organisation, the corporate knowledge produced should be available at any time, for any employee and from any part. The Collaborative Work Environment (CWE) of the Regional Ministry of Health provides with tools for the daily work and adds some elements of the Website 2.0.

CWE is based on Liferay, with multi-platform J2EE website architecture and portlets JSR 168.

It offers services of access to information (news, announcements, documentation, directories, etc.), active communication, cooperation and involvement (forums, chat, wikis, blogs, surveys ...) and operational tools (meetings management, agendas, access to information systems, etc.)

Communities are the organizational base. One of them is the community GIS-Mercator, composed currently by 23 users from the Regional Ministry of Health and other organisations, with a shared interest on GIS and sharing information and collaboration tools.

The aims of this community are to manage the knowledge and to promote discussions with tools as forums and blogs, to share documentation and to elaborate reference documents in a collaborative way via wikis, and to disseminate the activities of the Mapping Plan so as the news on technological aspects of the GIS.

In addition to the own virtual activities, the monthly face-to-face meetings are a key factor in the community.

Key words: communities, Website 2.0, collaboration, intranet, GIS.

ANTECEDENTES

El Entorno Colaborativo de Trabajo (en adelante, ECT) surgió como sustituto de la anterior Intranet de la Consejería de Salud y con la intención de aplicar los principios de la Web 2.0 a la Administración Pública.

La Web 2.0 representa un cambio cultural en la concepción de las redes e Internet, caracterizándose por un claro enfoque al usuario (el cual pasa de ser un mero consumidor a convertirse en un generador de contenidos) y una firme apuesta por valores tales como la comunicación, la participación, la colaboración o la gestión del conocimiento. Junto a estos servicios, el ECT da soporte a otras tareas de índole operativa como por ejemplo la convocatoria de reuniones, la gestión documental, la reserva de recursos o mecanismos de difusión e intercomunicación entre distintos roles de usuario.

Es importante señalar que los usuarios en la Web 2.0 (al igual que en el ECT, en particular) se organizan en comunidades (Figura 1). Una comunidad es un conjunto de usuarios con un interés común y que comparten en el ECT un espacio con información y herramientas de colaboración propias. A cada comunidad se le asigna un espacio privado para uso de los usuarios pertenecientes a la comunidad, y/o un espacio público visible al público en general. Tanto el espacio privado y como el público son administrados y alimentados por las propias comunidades de forma autónoma.

El ECT ha trascendido el objetivo inicial para el que fue concebido (Intranet corporativa de la Consejería de Salud) hasta convertirse en una red de colaboración, comunicación y participación de todos los profesionales del Sistema Sanitario Público de Andalucía (SSPA) que así lo soliciten.

Hoy en día el ECT incluye entre sus usuarios perfiles muy dispares que conforman comunidades igualmente heterogéneas, tanto en sus integrantes y la relación establecida entre ellos como en su finalidad: unidades orgánicas, grupos de trabajo, comités para la gestión y seguimiento de proyectos, foros para la coordinación de representantes de distintos Organismos, espacios de trabajo para Proyectos Estratégicos, etc.

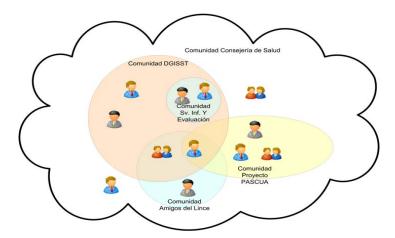


Figura 1. Organización en comunidades

ARQUITECTURA TECNOLÓGICA

El ECT está basado en el sistema de gestión de portales Liferay. Se trata de una aplicación basada en software libre para la creación de Entornos Colaborativos on-line. Posee 6 años de madurez en el mercado y está respaldado por una extensa red de profesionales que desarrollan servicios a medida, formación y soporte. Las características técnicas básicas del sistema son:

Arquitectura web J2EE basada en componentes.

Multiplataforma e independiente respecto a Servidores de Aplicaciones. Está diseñado para poder ejecutarse sobre cualquier servidor de aplicaciones. Puede ejecutarse sobre contenedores ligeros como Tomcat o Jetty, o sobre servidores compatibles con J2EE como Borland ES, JBoss, JOnAS, JRun, OracleAS, RexIP, Sun JSAS, WebLogic, y WebSphere. Al estar basado en J2EE, el ECT se ejecuta sobre múltiples sistemas operativos en servidor: BSD, Linux (Fedora, Novell), Solaris, Mac OS X y Windows.

Es posible desplegar cualquier portlet que siga el estándar JSR 168, de este modo se consigue añadir más funcionalidades al ECT desarrollando portlets a medida.

El acceso al ECT se realiza completamente vía web, sin necesidad de instalaciones en cliente ni limitaciones en cuanto al sistema operativo cliente.

Soporta autentificación con LDAP y certificado digital. Es posible añadir otras fuentes de autenticación. La gestión de permisos está basada en usuarios, roles, grupos y niveles de acceso (permisos).

El entorno colaborativo de trabajo ofrece su propio sistema de gestión de contenidos (CMS) basado en XSLT.

Se emplea el framework SPRING para poder decidir si la implementación se realiza con objetos JAVA estándar, ejecutables en un contenedor ligero como TOMCAT o si se realiza con EJB´s ejecutables en un contenedor J2EE como JBoss.

Está basado en Struts para seguir el patrón Modelo-Vista-Controlador (MVC) y utiliza plantillas Tiles para la capa de presentación.

Gracias a la arquitectura J2EE, el ECT es compatible con entornos de alta disponibilidad y escalabilidad basados en clusters de servidores con balanceo de carga. A esto se añade la utilización de caché tanto en la capa de presentación (OSCache) como en la capa de persistencia (Hibernate).

Permite la integración con el gestor documental Alfresco, correo corporativo, eCo y @firma entre otros.

RESULTADOS

La comunidad SIG Mercator representa el ejemplo más claro de las ventajas de usar Web 2.0 y herramientas sociales para la gestión del conocimiento frente a la sistemática tradicional basada exclusivamente en las

tecnologías. Es una comunidad con un espacio privado formada por un grupo de 23 usuarios de la propia Consejería y de otros organismos, que se relacionan para compartir conocimientos y experiencias sobre Sistemas de Información Geográfica (SIG), de tal forma que la suma de sus aportaciones individuales deriva en un incremento del saber colectivo. Está liderada por un experto en la materia que ejerce de dinamizador o moderador, y que complementa su trabajo virtual con sesiones presenciales periódicas.

Los objetivos principalmente son gestionar el conocimiento y fomentar debates con herramientas como el blog y los foros, compartir documentación y elaborar de forma colaborativa mediante wikis documentos de referencia, y difundir las actividades del Plan Cartográfico así como las novedades sobre aspectos tecnológicos de los SIG.

El espacio de trabajo de la comunidad se compone de cuatro páginas que incluyen módulos que proporcionan al usuario una cierta funcionalidad o servicio predefinido:

Inicio

Es la página inicial de acceso a la comunidad y dónde se puede consultar una breve descripción de todos los usuarios de la comunidad, así como los objetivos de ésta. (Figura 2).

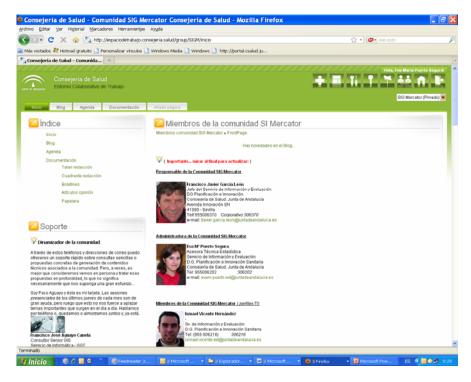


Figura 2. Vista de la página inicial de la comunidad SIG Mercator

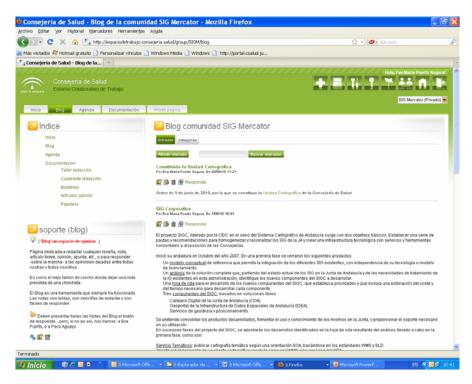


Figura 3. Blog de la comunidad SIG Mercator

Blog

El blog interno favorece la comunicación entre los miembros de la comunidad, rompiendo los modelos clásicos de la comunicación lineal pues permite comentar y valorar los artículos. (Figura 3).

El foro de discusión es otra opción entre los módulos disponibles que suponen un medio ágil y rápido para la expresión de opiniones, búsqueda de soluciones a problemas, peticiones de ayuda o asistencia, etc.

Agenda

La agenda compartida contempla la definición de diferentes tipos de calendarios: días festivos, cursos de formación, etc. Facilita la convocatoria de reuniones entre diferentes usuarios, la invitación a eventos, etc.

La herramienta de gestión de reuniones gestiona todos los procedimientos relacionados con la celebración de reuniones de trabajo: convocatoria de una reunión, integración con la agenda de otros participantes y I, incorporación de actas tras la celebración de la misma. (Figura 4).

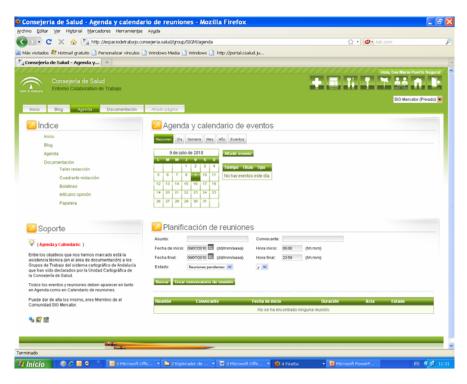


Figura 4. Módulos agenda y planificación de reuniones.

Documentación

Proporciona la integración del gestor documental corporativo de la Consejería (Alfresco), un servicio mediante el cual el usuario puede publicar la documentación y disfrutar de las funcionalidades de gestión documental. De esta forma el acceso a la documentación es independiente de la localización del usuario, garantizando la disponibilidad de la documentación.

Este servicio permite a los miembros la organización y estructuración de la información en forma de árbol con un número ilimitado de categorías y subcategorías, la asociación de metadatos a los documentos, el control de versiones de los documentos con historial de versiones, control de acceso a los documentos manteniendo un registro de lectura y modificación, y búsqueda de la documentación almacenada. (Figura 5).

Está disponible un servicio que permite la edición de documentos de forma colaborativa, la Wiki, con la que se puede crear, editar, borrar o modificar el contenido de una página web, de una forma interactiva, fácil y rápida; aprovechando la inteligencia colectiva para la creación de contenido web de calidad.

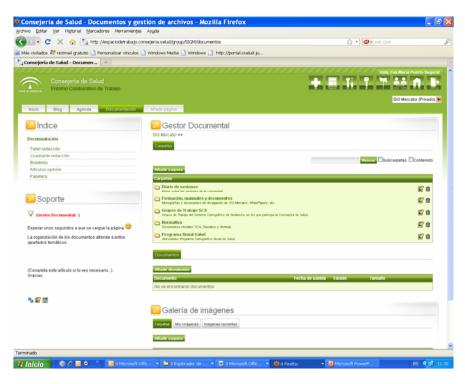


Figura 5. Gestor documental de la comunidad SIG Mercator.

CONCLUSIONES

La comunidad SIG Mercator ha permitido principalmente tener un repositorio común de documentación estructurado, así como aumentar el conocimiento colectivo a través del intercambio de experiencias entre los miembros.

Es una comunidad de aprendizaje, que sin estar integrada por un número de elevado de miembros, alcanza un alto nivel de producción en su búsqueda de la excelencia colaborativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. Carmona Ramos, M. Bernal, J. Cerero, J. García León, V. González Andrés, L. Iváñez Jiménez, R. Lao, G. López Ibáñez, E. Lora, C. Méndez Martínez, E. Puerto, M. Ruiz Ramos, J. Trancoso. Entorno Colaborativo de Trabajo: la Intranet 2.0 Tecnimap 2007. Gijón.

http://www.csae.map.es/csi/tecnimap/tecnimap_2007/Presentadas/Comunicacion_TCO-205-2007RK.pdf

Respaldiza Hidalgo, A., Vázquez Hoehne, A. e Izquierdo Fernández, C. (2010): Modelo estándar de catalogación en un SIG patrimonial. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.349-1.355. ISBN: 978-84-472-1294-1

MODELO ESTÁNDAR DE CATALOGACIÓN EN UN SIG PATRIMONIAL

Arantza Respaldiza Hidalgo¹ Antonio Vázquez Hoehne¹ y Covadonga Izquierdo Fernández¹

(1) Universidad Politécnica de Madrid, ETSI Topografía, Geodesia y Cartografía, Campus Sur. Km 7,5 Autovía de Valencia. ma.respaldiza@upm.es

RESUMEN

Este trabajo presenta un modelo estándar de catalogación de información patrimonial para su representación y análisis en un Sistema de Información Geográfica (SIG), sustentada en estándares propios, tanto de la información geográfica, como de la información museográfica, documental y bibliográfica.

El caso de estudio es el Conjunto Monumental del Monasterio de San Isidoro del Campo, que se fue conformando a lo largo de cinco siglos, sufriendo diversas transformaciones, y generando una ingente documentación conservada de forma parcial en distintas instituciones de toda España. El proyecto se va a centrar prioritariamente en el área musealizada, que son 2.000 m², aunque la totalidad del monasterio tiene unas dimensiones mayores. Para este trabajo se cuenta además con los estudios histórico-artísticos, los resultados de intervenciones arqueológicas, los trabajos de restauración y de puesta en valor del área musealizada.

La complejidad y el volumen de documentación del Monasterio supone un gran reto para conseguir abordar la propuesta, con la que se quiere comprobar que estos estándares facilitan y ayudan a la comprensión de la evolución histórica de un conjunto monumental y sus estructuras constructivas, así como el mantenimiento de las relaciones entre el conjunto y las piezas que le son o han sido propias y están siendo custodiadas en otros lugares. Por último, este enfoque se centra en la explotación de los datos para apoyar la investigación, gestión y difusión del Conjunto Monumental.

Palabras Clave: SIG. Patrimonio Cultural. Estándares de catalogación.

ABSTRACT

This paper presents a cataloging standard model of heritage information for display and analysis in a Geographic Information System (GIS), building on their own standards, both of geographic information, including museum information, documents and literature.

The case study is the Monumental Site of the Monastery of San Isidoro del Campo it was shaped through five centuries, undergoing several transformations, and generating a huge partially preserved documentation in different institutions in Spain. The project will focus primarily on the musealized area, which are 2000 m^2 , but the entire monastery has larger dimensions. For this work also has art historical studies, the results of archaeological digs, the work of restoration musealized area.

The complexity and volume of documentation of the Monastery is a major challenge to achieve the proposed deal, with which you want to check that these standards and help facilitate understanding of the historical evolution of a monumental and building structures, as well as maintaining relationships between the whole and the parts that are or have been and are being guarded themselves elsewhere. Finally, this approach focuses on the use of data to support research, management and dissemination of the Monument.

Key Words: GIS. Cultural Heritage. Metadata Standards.

INTRODUCCIÓN

El trabajo se estructura de la siguiente manera: inicialmente se plantea la catalogación de información patrimonial y la justificación del SIG como sistema integral, donde se incorporan como novedad estándares de documentación patrimonial. Posteriormente se presenta la metodología de investigación utilizada, se describe brevemente la evaluación realizada, la propuesta de planificación, la puesta en marcha de la implementación y la futura retroalimentación, que pondrá de nuevo en marcha el ciclo. Para finalizar se plantean distintos aspectos de discusión, y por último las conclusiones.

CATALOGACIÓN DE INFORMACIÓN PATRIMONIAL

Documentar la información sobre el Patrimonio Cultural supone recoger el conocimiento sobre el objeto cultural de interés. Se trata de una actividad compleja y puede definirse como un proceso sin fin: cambian los instrumentos con el tiempo y gran cantidad de información puede ser añadida y actualizada. El SIG está siendo considerado como un instrumento ideal para la gestión del conocimiento sobre el Patrimonio Cultural desde los años noventa del siglo pasado. Las siguientes cuatro características justifican su uso:

- 1. El SIG acentúa la componente espacial de los datos recogidos. La localización de la información permite señalar fenómenos complejos para su mejor comprensión gracias a una fusión de toda la documentación.
- 2. La tecnología SIG facilita la recuperación de la información, ya que se trata de una solución flexible y exportable a otros sistemas.
- 3. Incorpora la información patrimonial a las estrategias de ordenación del territorio y facilita su intercambio; conjugándose así las actividades de planificación de gestión catastral y la protección del Patrimonio Cultural.
- 4. Incorpora los resultados de las investigaciones en tecnologías actuales que puede facilitar una mayor difusión.

Los SIG aplicados al Patrimonio Cultural tiene que enfrentarse a los siguientes retos:

- Solventar la problemática de estar involucrados dentro un contexto institucional, donde a veces no es tan simple definir los objetivos, las competencias y las políticas de intervención de las instituciones participantes y de los expertos.
- Conjugar las diferencias en enfoques y metodologías de investigación utilizadas por los distintos especialistas que trabajan en la documentación del Patrimonio Cultural.
- Ofrecer soluciones ante la problemática de cómo las tecnologías SIG gestionan la información. La información espacial para ser estructurada y gestionada conjuntamente, modelándose, ya que existe la necesidad de relaciones lógicas entre todo el conjunto completo de información.

Un proyecto SIG para el Patrimonio Cultural tiene que cumplir requisitos especiales, que deben tenerse en cuenta tanto en la tecnología como en lo concerniente al diseño del contenido. El producto final tiene que reproducir con exactitud la visión de los datos de los especialistas, satisfacer tanto sus expectativas en cuanto a actualización, conservación y portabilidad; como las necesidades de los usuarios finales que son el principal objetivo de la puesta en valor del patrimonio.

METODOLOGÍA

La propuesta metodológica elegida es la que se ha denominado "Investigación-Acción" (Hernández et al., 2006), que consiste en una espiral que induce a la validar el proceso a partir de la realidad particular. Se ha elegido esta propuesta metodológica por ser una puesta en común entre los conocimientos prácticos del investigador, la hipótesis de trabajo y la puesta en común con los demás participantes, que facilita la comprobación empírica de dicha hipótesis.

En definitiva las claves del proceso de Investigación-Acción son:

 Evaluar: a partir de la problemática, que proponemos en el caso de estudio, se evalúa el contexto a investigar para clasificarlo y diagnosticarlo.

- **Planificar:** teniendo en cuenta los recursos, se elabora un plan a seguir para conseguir una propuesta que se plantee como alternativa a la problemática
- Implementar: a raíz de la realización de la planificación se evalúan los resultados obtenidos.
- Retroalimentar: con los resultados se realizan ajustes, se consideran otros factores e incluso se redefine la planificación.



Figura 1. Proceso de Investigación-Acción adaptado a caso de estudio

CASO DE ESTUDIO

El caso de estudio es el Conjunto Monumental del Monasterio de San Isidoro del Campo en Santiponce (Sevilla), que se fue conformando a lo largo de cinco siglos, sufriendo diversas transformaciones, y generando una ingente documentación conservada de forma parcial en distintas instituciones de toda España.

El proyecto se centra prioritariamente en el área musealizada que es de unos 2.000 m². En la propuesta se quiere incorporar la documentación de los estudios histórico-artísticos, los resultados de intervenciones arqueológicas, los trabajos de restauración y de puesta en valor del área musealizada. Abordar el trabajar con todo tipo de documentación: resulta fundamental la incorporación de información de distintos investigadores de temáticas específicas, además de información gráfica y cartográfica.

Siguiendo la metodología expuesta al iniciar la fase de evaluación nos encontramos con la problemática de una vasta documentación gráfica, cartográfica y bibliográfica, tanto histórica y actual. Uno de los objetivos que nos propusimos en el modelado de la estructura del SIG fue el de tener la documentación lo más en bruto posible, respetando las relaciones entre toda la información, y manteniendo la integridad de cada entidad de referencia. Actualmente afrontamos la primera fase en la implementación de la propuesta en una zona específica, un área de control crítica donde esté representada la mayoría de la problemática, para poder realizar la retroalimentación dentro de unos parámetros más asequibles.

Evaluar

Se plantea incorporar toda la información patrimonial en un sistema distribuido de documentación. El Patrimonio al tener una componente espacial nos permite plantear su integración en los sistemas distribuidos de información geográfica, y apoyados en el propósito usuario que demanda este tipo de información. Se trata de mantener el vínculo existente entre los conjuntos patrimoniales, como por ejemplo monumentos o yacimientos, y las

piezas que han estado vinculadas esta entidad, pero que por diversas cuestiones en el devenir del tiempo han cambiado la localización a otras instituciones que las custodian. El mantenimiento de esta vinculación es un reto permanente tanto en los centros de interpretación de estos conjuntos patrimoniales, como en los museos y colecciones.

"... inmuebles y objetos muebles de interés artístico, históricos, paleontológicos, arqueológicos, etnográficos, científico o técnico. Asimismo el patrimonio documental o bibliográfico, los yacimientos o zonas arqueológicas así como sitios naturales, jardines y parques que tengan valor artístico, histórico y antropológico"

PATRIMONIO HISTÓRICO ESPAÑOL





















Figura 2. Bienes vinculados al Monasterio en las instituciones donde están custodiados

Planificar

Ajustándonos a las características del proyecto se decidió abordar la planificación en dos fases: una prueba piloto donde se pondría en marcha la implementación de la propuesta, con la consiguiente retroalimentación; y tras la cual se llevará a cabo un reajuste en la planificación dependiendo de las conclusiones de la evaluación de la retroalimentación y la implementación completa sobre todo el área musealizada.

La prueba piloto se está realizando en el área del Claustro de los Muertos, una zona reducida del área muselizada del monasterio, donde se va a abordar casi la totalidad de la problemática: evolución histórica de cada elemento, superposición de estructuras, documentación de objetos inmuebles y muebles, eventualidad de que objeto inmueble se convierte en mueble, relación con otras instituciones donde se custodian bienes muebles procedentes del monasterio.

Como propuesta de estándar de normalización de información patrimonial se han escogido el Categories for the Description of Works of Art (CDWA) y el Cataloging Cultural Objects (CCO). Se trata de dos estándares de información patrimonial, con gran número de elementos de metadatos definidos tanto en DOMUS (estándar de documentación de los museos españoles), como del inventario de bienes inmuebles que tiene gran parte de los elementos de Archaeological Site Database Metadata de Minnesota Historical Society.

Metadatos descriptivos 1. Objeto/Tipo de trabajo* No repetible 14.1. Lugar/depósito' Repetible No repetible 14.1.1. Lugar/Nombre* 14.1.2. Repositorio de trabajo Número ID No repetible 2. Envoltura Título* No repetible <u>15. indexa</u>ción de temas No repetible 2.1.1. Título* 15.1. Indexar Asunto 2.1.2. Fuente del título 3. Creador* No repetible 16. Clasificación No repetible 4. Index Creador* 17. Descripción/Nota descriptiva 17.1. Descripción/Nota de ajuste de 4.1.1.1. Nombre del creador* 4.1.1.2. Fuente del nombre Cre 17.1.1. Descripción/Nota descriptiva No repetible 4.2. Nacionalidad del creador 17.1.2. Descripción Fuente/Nota descriptiva Controlado 4.3. Fechas vital del creador Repetible 18. Inscripciones No repetible 4.5. Papel creador* 4.6. Reconocimiento Calificador Creador 4.7. Extensión Creador 19. Trabajos relacionados No repetible 19.1. Trabajos relacionados 19.1.1. Enlace de trabajo 19.1.2. Relaciones con el Trabajo: Tipo de 5. Medidas No repetible 6. Indexar medidas No repetible 6.1. Indexar medidas 6.1.1. Medidas Metadatos administrativos y de recursos 6.1.3. Calificador medidas 6.1.4. Formato medidas 6.1.5. Forma medidas 20. Derechos Repetible 21. Registro No repetible No repetible 7. Materiales/Técnicas* No repetible 8. Index Materiales/Técnicas 21.4. Registro metadatos 21.4.1. Registro de información ID 8.1. Materiales/Técnicas 21.4.1. Registro de información vinculado 21.4.2. Registro de información vinculado 21.4.2. 21.4.3. Registro de relación ID 21.4.4. Registro de metadatos de ubicació 21.4.5. Registro de metadatos de fecha 8.1.2. Extensión de Materiales/Técnicas8.1.3. Fuente Materiales/Técnicas Repetible 9. Mostrar Estado/Edición No repetible 22. Recursos No repetible 10. Estilo No repetible Repetible 11. Cultura Repetible 22.1.7. Vista de recursos tipo 22.1.8. Vista de recursos Asunto plazo 12. Fecha de Creación* No repetible 13. Indexar Fechas* 13.1. Indexar Fechas* No repetible 13.1.2. Primera fecha* 13.1.3. Fecha* 22.1.11.2. Etiqueta para los recursos relacionados 22.1.12. Recursos metadatos de ubicación

Tabla 1. Esquema de elementos del estándar CDWA

Como propuesta de estándar de normalización de la información patrimonial para la incorporación en el entorno distribuido se ha seleccionado CDWA Lite. Se trata de un núcleo de metadatos de CCO y CDWA. Así se ha ampliado la propuesta, ya que están establecidas las pasarelas entre los tres estándares y este hecho permite un mayor acercamiento al sistema.

Las tareas planificadas son:

- Editar el soporte gráfico en el que obtener racionalmente la información métrica.
- Editar el soporte gráfico para identificar, localizar y caracterizar cada elemento.
- Documentar la diversa información de cada elemento caracterizado en la base de datos con los campos del estándar CCO. La jerarquía de la información permite abordar cuestiones complejas (evolución histórica, superposición de estructuras, etc.).
- Comprobar, con los especialistas en patrimonio que colaboran en el proyecto, la idoneidad de las decisiones tomadas y el resultado de la prueba piloto.
- Verificar que la información es el mínimo para la documentación del conjunto, además de la base para futuros proyectos e intervenciones que se realicen sobre el conjunto.
- Comprobar, con los especialistas en sistemas de información, que la propuesta del estándar CDWA Lite es idónea para la incorporación en un posible sistema distribuido, donde se garantice la accesibilidad y la puesta en valor del monumento.

DISCUSIÓN

La celebración de este congreso nos ha parecido un buen punto de encuentro para comenzar con la retroalimentación a nivel teórica con los expertos en Tecnologías de la Información Geográfica. Se plantean inicialmente los siguientes aspectos cruciales:

- Verificar si es óptima o en qué aspectos es mejorable la jerarquía de la información.
- Evaluar la consistencia del modelado gráfico y de las bases de datos.
- Discutir sobre los procesos de actualización de la información.
- Verificar que el modelo en un sistema distribuido facilita la gestión y puesta en valor del conjunto.

CONCLUSIONES

En la fase inicial de evaluación nos encontramos con la problemática de una vasta documentación, donde las Tecnologías de la Información Geográfica nos han permitido alinear el trabajo dentro de una perspectiva general entre los SIG y la Infraestructura de Datos Espaciales. En la planificación propusimos el modelado de la estructura del SIG definiendo las relaciones entre toda la información. El estado actual de la investigación se encuentra en la fase de implementación del área del Claustro de los Muertos, una zona específica donde están representadas la mayoría de la problemática, para poder realizar la retroalimentación dentro de unos parámetros más asequibles. Los catalogadores encargados de inventariar la documentación del Monasterio se adaptarán a los estándares seleccionados. Tras la finalización de esta fase se hará la evaluación con expertos para concretar la idoneidad y la posible ampliación de otra documentación temática relevante, como es la conservación o turismo.

La propuesta va en la línea de incorporar los servicios específicos para incorporar la información del Patrimonio Cultural en la Infraestructura de Datos Espaciales, donde se garantice la accesibilidad a la información y su puesta en valor.

AGRADECIMIENTOS

A la Junta de Andalucía por ceder la documentación. Esta investigación ha sido cofinanciada parcialmente por el Centro Nacional de Información Geográfica y el CDTI, dentro del proyecto CENIT España Virtual del programa Ingenio 2010.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CCO. Cataloging Cultural Objects: http://www.vrafoundation.org/ccoweb/

CDWA & CDWA Lite Categories for the Description of Works of Art: http://www.getty.edu/research/conducting_research/standards/cdwa/

Hernández Sampieri R, Fernández-Collado C, Baptista Lucio P. (2006): *Metodología de la Investigación*. 4ª Edición. Editorial McGraw-Hill.

Rodríguez Díaz, V., Rodríguez Ocaña, J., Zabala Ordóñez, A., Mañas Álvarez, B. y Pardo Pérez, E. (2010): Implantación de una herramienta Web de consulta geográfica como apoyo a la planificación de oficinas de farmacia. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.356-1.368. ISBN: 978-84-472-1294-1

IMPLANTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA WEB DE CONSULTA GEOGRÁFICA COMO APOYO A LA PLANIFICACIÓN DE OFICINAS DE FARMACIA

Rodríguez Díaz, Virginia¹, Rodríguez Ocaña, José², Zabala Ordóñez, Alvaro³, Mañas Álvarez, Boria⁴ y Pardo Pérez, Emilio⁵

- (1) Dirección General de Planificación e Innovación Sanitaria, Consejería de Salud, Junta de Andalucía, Avda. de la Innovación s/n Edificio Arena 1 41020 Sevilla, virginia.rodriguez.diaz.ext@juntadeandalucia.es
- (2) Escuela Andaluza de Salud Pública, Consejería de Salud, Junta de Andalucía, Campus Universitario de Cartuja Cuesta del Observatorio nº 4 18080 Granada, jose.rodriguez.easp@juntadeandalucia.es
- (3) Secretaría General de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, Junta de Andalucía, Avda. Carlos III s/n. Edificio de la Prensa Parque Científico Tecnológico Cartuja 93
- 41092 Sevilla, alvaro.zabala@juntadeandalucia.es
- (4) Secretaría General de Telecomunicaciones y Sociedad de la Información, Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, Junta de Andalucía, Avda. Carlos III s/n. Edificio de la Prensa Parque Científico Tecnológico Cartuja 93
- 41092 Sevilla fborja.manas@juntadeandalucia.es
- (5) Instituto de Cartografía de Andalucía, Junta de Andalucía, C/ San Gregorio Nº 7 41004 Sevilla, emilio.pardo.ext@juntadeandalucia.es

RESUMEN

La Consejería de Salud de la Junta de Andalucía se encuentra inmersa en un procedimiento de adjudicación de nuevas oficinas de farmacias que supone un hito en la planificación farmacéutica, ya que constituye el primer concurso público en este ámbito en Andalucía.

Como principio fundamental la Administración Sanitaria asegura, a través del Portal de la Consejería de Salud (www.juntadeandalucia.es/salud) el acceso, en igualdad de condiciones, de los farmacéuticos a la información necesaria para solicitar la titularidad de una oficina de farmacia en el marco de la convocatoria.

En la comunicación se presenta el visor cartográfico diseñado en el contexto de la convocatoria que permite el acceso a la información geográfica necesaria para la elección de la ubicación de una oficina de farmacia y que a su vez facilita la gestión del proceso de adjudicación de la titularidad de éstas por parte de la Administración Sanitaria.

La herramienta TIG implantada se inserta en el Sistema de Información Geográfica Corporativo de la Junta de Andalucía. Se trata de Mapea, un visor ligero de datos espaciales parametrizable y desarrollado bajo software libre conforme con el estándar Web Map Service.

Palabras Clave: Servicios de visualización cartográfica, planificación farmacéutica

ABSTRACT

The Ministry of Health of the Regional Government of Andalusia is inmersed in an awarding procedure of new pharmacies, an important milestone in the pharmaceutical plannig, since it is the first open tender in this field in Andalusia.

As basic principle, the Health Adminstration ensures the pharmacists, via the Health Ministry Website www.juntadeandalucia.es/salud, access at arm's length, to the information needed to aply for a pharmacy ownership within the framework of the call.

The ad hoc designed cartographical viewfinder showed in this article, allows us the access to the geographical information needed to choose the location of the pharmacy, and at the same time, makes the management process of awarding by the Health Administration, easier.

The implemented TIG tool is included in the Corporate Geographical System of the Regional Government of Andalusia. It is about Mapea, a light viewfinder of parametizable spatial data, developed as free software in accordance with the Web Map Service standard.

Keywords: Cartographical viewing services, health planning.

INTRODUCCIÓN

La Consejería de Salud de la Junta de Andalucía se encuentra inmersa en un procedimiento de adjudicación de nuevas oficinas de farmacia y de autorización de instalación y funcionamiento de las mismas que supone un hito en la planificación farmacéutica, ya que constituye el primer concurso público⁶ en este ámbito en Andalucía.

La convocatoria desarrolla el proceso de planificación farmacéutica como garantía del interés público de las oficinas de farmacia, definida por la distribución equitativa en el territorio de las mismas. Dicho proceso de planificación se encuentra regulado por la Ley 22/2007, de 18 de diciembre, de Farmacia de Andalucía (BOJA núm. 254 de 28 de diciembre 2007). Desde el punto de vista de los criterios específicos de ubicación de nuevas oficinas de farmacia para garantizar o mejorar el adecuado servicio farmacéutico se señalarán las zonas urbanas, núcleos, entidades o municipios de emplazamiento obligado (Artículo 32 apartado 2 de la Ley 22/2007).

La importancia de esta convocatoria radica en la posibilidad que ofrece incorporar, junto a los criterios de planificación basados en módulos de población mínimos y de distancia entre establecimientos sanitarios definidos por normativa estatal (Artículos 29 y 30 de la Ley 22/2007), referentes territoriales de ubicación de las nuevas oficinas de mayor nivel de desagregación que el término municipal.

La convocatoria se organiza mediante tres procedimientos: adjudicación de las nuevas oficinas de farmacia, instalación de las mismas y requisitos de funcionamiento. Las variables territoriales se hacen imprescindibles en los dos primeros procedimientos: el término municipal, núcleos de población y sección censal como referentes de la ubicación de las oficinas de farmacia convocadas; las distancias entre oficinas de farmacia (establecida en los 250 metros por ley estatal) como criterio de planificación y adjudicación.

Es precisamente en la primera fase de la convocatoria en la que se plantea la incorporación de *Mapea* como herramienta de consulta básica de los referentes territoriales de ubicación de nuevas oficinas de farmacia. Es la Administración Sanitaria la que, a través de la publicación en la propia convocatoria, identifica la localización concreta de nuevas oficinas de farmacia en los casos es los que, por necesidades poblacionales y de distancia, es necesario identificar una unidad territorial de mayor desagregación que el término municipal.

Por otro lado, como principio fundamental se asegura, a través del Portal de la Consejería de Salud (www.juntadeandalucia.es/salud), el acceso de los farmacéuticos a la información necesaria para solicitar la titularidad de una oficina de farmacia en el marco de la convocatoria. Es por ello esencial disponer de una herramienta que permita, de una forma rápida, fácil e intuitiva, el acceso a la información geográfica necesaria para la elección de la ubicación de una oficina de farmacia y que a su vez facilite la gestión del proceso de adjudicación de la titularidad de éstas.

⁶ Orden de 8 de abril de 2010, por la que se convoca concurso público para la adjudicación de oficinas de farmacia en desarrollo de lo previsto en la disposición final segunda de la Ley 22/2007, de 18 de diciembre, de Farmacia de Andalucía (BOJA núm. 79 de 26 de abril de mayo de 2010).

Las circunstancias descritas nos llevan a la selección de *Mapea*, herramienta insertada en el *Sistema de Información Geográfica Corporativo* de la Junta de Andalucía que gestiona la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia.

Dicha elección se basa en los siguientes criterios:

- Se trata de una herramienta desarrollada bajo software libre como servicio de generación de visores de mapas interactivos embebibles en páginas Web, basado en los conceptos de mashup [1], API [2] y REST [3].
- Cumple el estándar Web Map Service.
- Facilidad tecnológica en la implantación.
- Rapidez de respuesta del visor.
- Interfaz fácil y manejable por parte de usuarios no expertos en el manejo de Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Desde el punto de vista técnico, Mapea se identifica como una herramienta *mashup* que podría traducirse como "aplicación Web hibrida". Un *mashup* es una aplicación que utiliza o combina funcionalidad o datos de dos o más recursos externos para construir un nuevo servicio, en el que el todo es mayor que la suma de las partes. En esta definición es esencial el concepto de *API*, acrónimo inglés de "interfaz de programación de aplicaciones". Un API se puede definir de forma muy simplificada como la interfaz que expone un componente software para interactuar con otros componentes software. Los mashups suelen estar basados en el empleo de APIs sencillas, tanto en su invocación como en su uso, y han sido un concepto clave en la irrupción de la Web 2.0 [4] y de las Redes Sociales [5]. La aplicación de estos conceptos al ámbito de la geografía ha originado una nueva disciplina: la *neogeografía* [6], en la que la ciudadanía, haciendo uso de mashups que integran distintos orígenes de datos a través de APIs de gran sencillez, se ha organizado en *Redes Sociales* para mantener actualizada una gran información sobre el territorio. Este concepto fue brillantemente expresado por M. Goodchild, uno de los padres de la disciplina de los *Sistemas de Información Geográfica*, con el término "Citizens as Sensors" (M. Goodchild, 2007).

METODOLOGÍA

En el proceso de implantación de Mapea en el Portal Web de la Consejería de Salud se distinguen dos fases: una primera de diseño de un buscador por municipios en el que se contemplen todas las posibles ubicaciones de una nueva oficina de farmacia según la convocatoria y la posterior llamada al visor cartográfico.

En el diseño del buscador por municipio se ha generado una Base de Datos para almacenar un código que permita hacer las distintas llamadas a Mapea. Dicha base de datos define para cada provincia los municipios que tienen oficinas de farmacia ofertadas. Las ubicaciones son de varios tipos: Término municipal, núcleo de población, Distrito y Sección Censal y otras situaciones (zonas geográficas con una delimitación específica).

Por tanto los campos de la Base de Datos para la ubicación de las farmacias consta de los siguientes campos: Provincia / Municipio / Título Ubicación / Código / Tipo Ubicación.

La llamada a Mapea se realiza a través de un código para caso concreto. Por ejemplo para una ubicación en el núcleo de Costacabana del municipio de Almería el código sería:

<iframe src=http://www.juntadeandalucia.es/servicios/mapas/mapea/Componente/templateMapeaOL.jsp? wmcfile=http://www.csalud.junta-andalucia.es/salud/ZHD/VISOR/XML*Mio&controls= layerswitcher,panzoom,panzoombar,navtoolbar¢erlejeroCompleto*false*false,WMS* Cesales*http://www.ideandalucia.es/wms/secciones_censales?*Secciones* false *false&controls=layerswitcher,panzoom,panzoombar,navtoolbar& center=X,Y&zoom=Z width="700" height="405" scrolling="no" marginwidth="0" marginheight="0" frameborder="1"> </iframe> XML contextSaludA2.xml 555086.306 4077219.37 Z = 6

El fichero *XML*, siglas en inglés de *Extensible Markup Language* (lenguaje de marcas extensible), es un metalenguaje extensible de etiquetas desarrollado por el *World Wide Web Consortium* (W3C). Es una simplificación y adaptación del SGML y permite definir la gramática de lenguajes específicos (de la misma manera que HTML es a su vez un lenguaje definido por SGML). Por lo tanto XML no es realmente un lenguaje en particular, sino una manera de definir lenguajes para diferentes necesidades. Algunos de estos lenguajes que usan XML para su definición son XHTML, SVG, MathML.

XML no ha nacido sólo para su aplicación en Internet, sino que se propone como un estándar para el intercambio de información estructurada entre diferentes plataformas. Se puede usar en bases de datos, editores de texto, hojas de cálculo y casi cualquier cosa imaginable. Se trata de una tecnología sencilla que tiene a su alrededor otras que la complementan y la hacen mucho más grande y con unas posibilidades mucho mayores. Tiene un papel muy importante en la actualidad ya que permite la compatibilidad entre sistemas para compartir la información de una manera segura, fiable y fácil.

En el caso que nos ocupa se utilizan tres ficheros XML que se publican en URL públicas:

http://www.juntadeandalucia.es/salud/ZHD/VISOR/contextSaludA2.xml

ContextSaludA.xml es un fichero WMC en el que se le ha modificado la capa de Núcleos de Población para que las pinte hasta 1:20000 (zoom 6, incluido), es decir, para que cubra el caso de ubicaciones Núcleo del Término Municipal.

http://www.juntadeandalucia.es/salud/ZHD/VISOR/contextSaludB2.xml

ContextSaludB.xml es un fichero WMC en el que se ha cambiado la escala de Núcleos de Población para que se pinte sólo hasta 1:80000 incluido, por lo que dejan de verse a partir de zoom 5, cubriendo los casos de ubicaciones del tipo Distrito-Sección y Otras situaciones.

http://www.juntadeandalucia.es/salud/ZHD/VISOR/otras_localizaciones_2.kml

ContextSaludB.xml es un fichero WMC en el que se incluyen las delimitaciones específicas en el caso de ubicaciones del tipo Otras situaciones.

Por último, las diferentes coordenadas de zoom inicial de visor se toman de la base de datos generada (campos X / Y / ZOOM): X = coordenada X para la geolocalización, <math>Y = coordenada Y para la geolocalización y <math>Z = zoom con el que se abre el visor

Los referentes territoriales así como las bases cartográficas elegidas nos dan las claves sobre la necesidad de información geográfica que en definitiva se traduce en capas de información incorporadas en el visor. De esta forma se identifican como fuentes de datos: el *Instituto Nacional de Estadística (INE)* e *Instituto de Estadística de Andalucía* (IEA) en relación con la cobertura geográfica del censo electoral (capa de información poligonal con los límites de los

distritos y secciones censales), el *Instituto de Cartografía de Andalucía* (ICA) en el caso de la información relativa a los límites de las entidades de población obtenidos de los Datos Espaciales de Andalucía para escalas intermedias (DEA100), la ortofotografía digital en color de Andalucía, 2007 y el Callejero Digital de Andalucía, 2009 (Tabla 1).

Capa de Información	Tipo	Fecha	Fuente
Entidades de Población	Vectorial Poligonal	Enero 2009	ICA
Secciones Censales	Vectorial poligonal	Enero 2009	INE/IEA
Callejero Digital de Andalucía V2.1	Vectorial lineal/poligonal	01/02/08	ICA
Ortofoto	Raster	junio y julio de 2007	ICA

Tabla 1. Necesidades de información geográfica. Tipo de datos y fuentes

La información sobre los *Límites de Distritos y Secciones Censales* [15] surge como necesidad del IEA de trabajar en la generación y mantenimiento de un marco geográfico con carácter histórico que permita la comparación de información estadística asociada a secciones censales de periodos temporales distintos. El objetivo que se persigue con dicha tarea es disponer de un marco territorial que permita comparar toda la información disponible (datos censales, datos patronales, datos de encuestas,...) desde el año 2001 hasta la actualidad a nivel de sección censal. Se modifican a partir de la capa de secciones censales procedente del Instituto Nacional de Estadística, siempre que no estén en discordancia con la información alfanumérica de movimientos de población proporcionada por el Servicio de Estadísticas Demográficas. Por último se ajustan los términos municipales a partir del BCN25 del Instituto Geográfico Nacional. La información, creada y almacenada en formato SIG, ha sido recogida en diversos niveles de observación. Capa con fecha de revisión Enero 2009.

En cuanto a los *Límites de Entidades de Población* [16], generada y mantenida por el ICA, se ha elaborado tomando la capa de núcleos de población del Mapa Topográfico de Andalucía a escala 1:100.000 y actualizando los núcleos correspondientes a zonas industriales a partir de la información procedente del Sistema de Información sobre Ocupación del Suelo de España (SIOSE) a escala 1:25.000 correspondiente a 2005. Una vez realizada esta actualización se han comparado con la Ortofotografía del año 2007 que ha prevalecido sobre la información anterior y se ha codificado conforme al Nomenclátor del Instituto Nacional de Estadística. Posteriormente ha sido revisado, normalizado y ajustado al modelo de datos del DEA100. Capa con fecha de revisión Enero 2009

Como base cartográfica se utiliza por un lado la *Ortofotografía Digital Color de Andalucía 2007* [17]. Es el ICA el responsable de generar las Ortofotografías en color de 1 metro de resolución, obtenidas a partir de un vuelo fotogramétrico realizado, entre los meses de junio y julio de 2007, a 9.000 metros de altura y con información en RGB e infrarrojo. Se ha utilizado el Modelo Digital obtenido a partir del vuelo a escala 1:20.000 de los años 2.001-2.002, actualizándolo mediante restitución en las zonas donde se han observado cambios en las elevaciones del terreno. En cuanto al sistema de referencia, las ortofotos han sido generadas en el sistema ETRS89. No obstante, en la edición digital se han georreferenciado en ED50 con proyección UTM en el huso 30, para toda Andalucía.

El Callejero Digital de Andalucía [18], como segunda base cartográfica del visor, se identifica como un proyecto interdepartamental de la Junta de Andalucía coordinado por el ICA que comprende la cartografía digital del callejero de la totalidad de los núcleos de población de la Comunidad Autónoma. Cada anualidad se efectúa el mantenimiento de la totalidad de los núcleos de población mayor de 25.000 habitantes y municipios litorales, cada 2 años se revisan los municipios entre 10.000 y 25.000 habitantes y cada 3 años se revisan los municipios de población inferior a los 10.000 habitantes. Las características métricas son su escala variable entre 1:500 y 1:5000 dependiendo de cada ciudad y de la fuente de datos, coordenadas y proyección: UTM huso 30, ED 50 y precisión de 10 m. en el 95% de las medidas. La cobertura representa la totalidad de los núcleos de población que componen Andalucía. Se incluye el dato poblacional del INE/IEA como una pauta para decidir los niveles de detalle y las diferentes capas que debe llevar la cartografía, con los últimos datos del Padrón Municipal de Habitantes.

En cuanto al acceso a dichas fuentes de información hay que destacar que el ICA, coordinador de la *Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía* y responsable del nodo central, da soporte técnico y alojamiento en

los servidores que conforman su infraestructura a cualquier organismo de la Junta de Andalucía que desee publicar información espacial acorde a los estándares internacionales, es por ello que estas capas han sido configuradas en un servidor y publicadas como servicios de mapas estándar Web Map Service.

Un servicio Web Map Service [19] (WMS) permite generar mapas de datos espacialmente referenciados de forma dinámica a partir de información geográfica. Esta Norma Internacional define un "mapa" como una foto de la información geográfica generando una imagen digital adecuada para su visualización en una pantalla de ordenador. Un mapa WMS no son los propios datos. Los mapas WMS son generados en un formato pictórico como PNG, GIF o JPEG, o en ocasiones como elementos gráficos basados en vectores gráficos escalables (SVG [20]).

Para la generación de este servicio de mapas WMS se ha usado tecnología *open source* alojando la información espacial en una base de datos *Postgresql*[21] con la extensión espacial *Postgis*[22] para posteriormente ser explotada por un servidor de mapas *Mapserver* [23]

Para la generación de estos servicios de mapas basados en el estándar del *Open Geospatial Consortium* (OGC) [24] también se han tenido en cuenta las recomendaciones de la *Infraestructura de Datos Espaciales de España* en relación a la creación y configuración de servicios de mapas [25]

En el caso que nos ocupa se han utilizado servicios WMS ya existentes como el servicio WMS de Callejero Digital de Andalucía [26], el servicios de la Ortofotografía Color de Andalucía del año 2007 [27] y el Servicio WMS del Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000 año 2005 [28] . Además se ha creado un servicio específico para este proyecto en el cual se han incorporado la última versión de las secciones censales y distritos y los bordes de los núcleos de población, definiendo una simbología específica para la correcta visualización de la información.

Por último, se incorpora para los casos en los que se aprecian localizaciones específicas de oficinas de farmacia, una capa de información poligonal en formato *KML*.

RESULTADOS

El acceso al visor cartográfico se realiza mediante un buscador previo por provincias y municipios en los que se convoca al menos una oficina de farmacia. Una vez posicionados en el término municipal de convocatoria, y sólo en el caso de que el referente territorial sea una entidad poblacional o una sección censal, se posibilidad la llamada al visor.

La aplicación de Mapea se inserta en el contenido específico de la convocatoria de Concurso Público para la Adjudicación de Oficinas de Farmacia en el perfil Profesional dentro de la estructura de contenidos del portal Web de la Consejería de Salud: perfil profesional en el TEMA: Farmacia y Productos Sanitarios.

El acceso a este contenido se hace de forma directa desde la página principal tanto en el perfil ciudadanía como en el perfil profesional mediante un destacado:



Se crea una estructura para desarrollar los contenidos del Concurso Público para la Adjudicación de Oficinas de Farmacia, en la que se incluye el acceso a la Localización geográfica de Oficinas de Farmacias ofertadas (Figura 1).



Figura 1. Estructura organizativa de los contenidos Web de la convocatoria

El proceso de selección se realiza mediante un mapa inicial de búsqueda por provincias o su lista equivalente (Figura 2). El usuario, una vez seleccionada la provincia correspondiente, accede a una lista de los municipios de la provincia que tienen farmacias ofertadas. Seleccionado el municipio se muestran las ubicaciones y el número de farmacias que se ofertan en cada ubicación (Figura 3)



Figura 2. Diseño del buscador por municipios



Figura3. Acceso a las farmacias convocadas por municipios

Todas las ubicaciones (salvo el término municipal) tienen un enlace a una página Web que llama a Mapea y presenta un visor en el que se ve centrada la ubicación de la oficina de farmacia a concurso. Se puede acercar la imagen mediante el zoom que se debe manejar con los botones (+) y (-) disponibles en la barra que aparece en la

izquierda del visor. Si se prefiere ver el callejero, se debe hacer clic en el botón (+) situado en la parte superior derecha del visor, donde se podrá elegir la opción callejero. Para ver de nuevo el visor centrado en la ubicación de la oficina de farmacia tal y como se le mostró al principio, se debe pulsar la tecla F5 que encontrará en su teclado (Figura 4).



Figura 4. Interfaz de Mapea aplicado a la planificación de oficinas de farmacia

Mediante los siguientes ejemplos se presenta el proceso completo para dos casos de llamada a Mapea: con una ubicación de nueva oficina de farmacia a nivel de sección censal y otra localización en el ámbito de núcleo de población.

Ejemplo de ubicación tipo: Distrito y Sección. Provincia: GRANADA, Municipio: ARMILLA, Ubicación: Distrito 1 Secciones 3 y 6, Código 405:

<iframe

src="http://www.juntadeandalucia.es/servicios/mapas/mapea/Componente/templateMapeaOL.jsp?wmcfile=http://www.csalud.junta-

and a lucia. es/salud/ZHD/VISOR/context SaludB2. xml*Mio&controls=layers witcher, panzoom, panzoom bar, navtoolbar¢erlejero Completo*false*false, WMS*Secciones

Censales*http://www.ideandalucia.es/wms/secciones_censales?*Secciones*true*false&controls=layerswitcher,panzoom,panzoombar,navtoolbar¢er=445071.482,4111408.28&zoom=8"

```
width="700" height="405"
scrolling="no"
marginwidth="0" marginheight="0"
frameborder="1">
</iframe>
```



Ejemplo de ubicación tipo: Núcleo del Término municipal. Provincia: GRANADA, Municipio: SALOBREÑA, Ubicación: La Caleta-La Guardia, Código 419

<iframe

src="http://www.juntadeandalucia.es/servicios/mapas/mapea/Componente/templateMapeaOL.jsp?wmcfile=http://www.csalud.junta-

andalucia.es/salud/ZHD/VISOR/contextSaludA2.xml*Mio&controls=layerswitcher,panzoom,panzoombar,navtoolbar ¢erlejeroCompleto*false*false,WMS*Secciones

Censales*http://www.ideandalucia.es/wms/secciones_censales?*Secciones*false*false&controls=layerswitcher,panzoom,panzoombar,navtoolbar¢er=446454.043,4067063.8&zoom=6"

```
width="700" height="405"
scrolling="no"
marginwidth="0" marginheight="0"
frameborder="1">
</iframe>
```



En cuanto a los niveles de acceso de la herramienta durante el periodo de vigencia de la primera fase de la convocatoria (del 10 al 20 de mayo de 2010) se miden mediante la variable visitas, siendo cada visita contabilizada como un acceso. En un marco de 27.611 visitas a la página principal de la convocatoria, se han realizado 25.045 visitas al mapa de selección de provincias. En cuanto al resto de documentos de la convocatoria se han realizado 14.925 visitas a los Anexos y 6.320 visitas a las preguntas más frecuentes.

En este contexto los accesos concretos o llamadas al visor cartográfico se aprecien en las cifras por provincias (Tabla 2) con un número total de visitas de 177.270.

Provincia	Acceso	
Almería	26.570	
Cádiz	18.210	
Córdoba	12.956	
Granada	24.423	
Huelva	12.306	
Jaén	11.502	
Málaga	32.818	
Sevilla	38.485	
Andalucía	177.27	
	0	

Tabla 2. Accesos al visor cartográfico por provincias

CONCLUSIONES

El proyecto desarrollado supone un laboratorio de muestra del funcionamiento de Mapea así como permite la colaboración efectiva entre departamentos de distintas consejerías: Consejería de Economía, Innovación y Ciencia, Instituto de Cartografía de Andalucía, Instituto de Estadística de Andalucía y Consejería de Salud. Esta afirmación se enmarca en el objetivo de Mapea de dar respuesta a las necesidades de publicación y de edición en la Web de cartografía interactiva por parte de Consejerías y Organismos que carecen de la estructura técnica y organizativa necesaria para tal fin.

Además, es destacable el uso de este tipo de herramientas frente a software propietarios, ya que constituyen la alternativa corporativa de la Junta de Andalucía al empleo de APIs comerciales como Google Maps [8], Microsoft Bing [9] o Yahoo Maps [10]. No sólo por su carácter de software libre, sino también por garantizar la concordancia de los datos cartográficos al usar el sistema de referencia geodésico oficial en España, frente a estas APIs comerciales que trabajan con el datum oficial en Estados Unidos.

Relacionado directamente con lo anterior destacamos que Mapea es capaz de incorporar al visor de mapas interactivos cualquier fuente de datos cartográficos publicada a través de los estándares WMS o KML.

Hasta hace relativamente poco tiempo existían problemas de incoherencias a la hora de la superposición de información geoespacial, ya que en algunos casos se desconocía el sistema de referencia, escala de levantamiento de la información o incluso fecha de origen de los datos. Estos problemas han ido desapareciendo gracias a los procesos de catalogación de la información espacial a partir de la cual se obtiene una ficha con las características más importantes de la información geoespacial. Estos *metadatos* [12], y más concretamente *metadatos de Información geoespacial* [13] tienen como objetivo responder a un conjunto del preguntas del tipo Qué, Quién, Cuándo, Dónde y Cómo de los datos.

El conjunto de información utilizada como referencia territorial cuenta con sus metadatos y pueden ser consultados en el *Catálogo de Datos Espaciales de Andalucía* [14] accesible desde el geoportal del nodo central de la *Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía* (http://www.ideandalucia.es).

Otra de las ventajas de Mapea es su facilidad de implantación. De las dos alternativas tecnológicas existentes para la construcción de *mashups* en páginas Web, marcos embebidos (iframe) o aplicaciones javascript capaces de modificar el modelo de objetos del navegador (DOM [11]), se optó en primera opción por su mayor sencillez de uso al no requerir conocimientos de programación, siendo necesario tan solo saber escribir una dirección Web en un navegador. Las consejerías y organismos de la Junta de Andalucía pueden parametrizar las características de los visores generados por este servicio a través de su API REST, de tal forma que pueden modificar la composición de las barras de herramientas de la aplicación, las capas visualizadas y su simbología (a través de archivos según el formato estándar de OGC WMC -Web Map Context-), o incluso realizar la edición de capas publicadas a través de servidores que implementen el estándar OGC WFS-T. El servicio encargado de generar los mapas interactivos que se insertan en los marcos embebidos (iframe) ha sido construido mediante tecnología J2EE, y los clientes generados por este servicio a partir de las parametrizaciones especificadas por el usuario a través del API REST son clientes AJAX basados en la librería javascript para la construcción de clientes SIG OpenLayers.

Como conclusión podemos afirmar que, en el marco de la convocatoria, se cubren las necesidades de acceso a la información geográfica a través de la infraestructura tecnológica de servicios y herramientas horizontales previstas en el *Proyecto de SIG Corporativo*: Mapea, IDEAndalucia, servicios WMS.

Ello permite no sólo obtener un resultado concreto con coste adicional O para la Consejería de Salud sino también disponer de asesoramiento técnico y apoyo tecnológico en la implantación de las herramientas TIG.

Como muestra del éxito del nivel de acceso al visor diseñado tomamos como referente los datos de accesos generales a *IDEAndalucía* en los dos últimos meses y más concretamente al servicio *WMS de secciones censales*, con datos del mes de mayo 3.940.689 y el mes de junio 29.995 y al servicio *WMS de ortofotos 2007* mes de mayo y 3.350.868 mes de junio 374.271. Podemos concluir que las diferencias de accesos al WMS de secciones censales entre mayo y junio, ya que se publica de cara a la propia convocatoria, nos indica el efecto que ha tenido el visor de farmacia en las peticiones de información a la IDEAndalucía. A su vez suponemos que las diferencias de acceso en el WMS de ortofotos pueden deberse también a las llamadas realizadas desde la página de la convocatoria.

No obstante hay que indicar que la aplicación de dirige a un tipo de usuario muy concreto definido por los farmacéuticos y los técnicos de la administración encargados del seguimiento de la convocatoria, así como en un período de tiempo específico: del 10 al 20 de mayo del 2010.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Goodchild, M. (2007): Citizens as sensors: the world of volunteered geography. Geojournal, Volume 69, pp. 211-221.

[19] Open Geoespatial Consortium. OpenGIS Web Map Service (WMS) Implementation Specification v.1.3.0 OpenGIS Web Map Service (WMS). Implementation Specification

ENLACES WEB

- [1]Wikipedia en español. Concepto de mashup. http://es.wikipedia.org/wiki/Mashup (aplicaci%C3%B3n_web_h%C3%ADbrida)
 - [2]Wikipedia en español. Concepto de REST. http://es.wikipedia.org/wiki/Representational_State_Transfer
- [3]Wikipedia en español. Concepto de API. http://es.wikipedia.org/wiki/Interfaz_de_programaci%C3%B3n_de_aplicaciones
 - [4]Wikipedia en español. Concepto de Web 2.0. http://es.wikipedia.org/wiki/Web_2.0
 - [5]Wikipedia en español. Concepto de Redes Sociales. http://es.wikipedia.org/wiki/Red_social
 - [6] Wikipedia en español. Concepto de Neogeografia. http://es.wikipedia.org/wiki/Neogeograf%C3%ADa
 - [8] Google Maps. http://maps.google.es/
 - [9] Microsoft Bing Maps. http://www.bing.com/maps/
 - [10]Yahoo Maps. http://espanol.maps.yahoo.com/
 - [11] Wikipedia en español. Concepto de DOM. .http://es.wikipedia.org/wiki/Document_Object_Model
 - [12] Wikipedia en español. Concepto de Metadato. http://es.wikipedia.org/wiki/Metadato
- [13]Portal de Metadatos de Información Geográfica. ¿Que son los metadatos? http://metadatos.latingeo.net/metadatos/ssss/
- [14]Catálogo de Datos Espaciales de Andalucía. http://www.ideandalucia.es/index.php/es/catalogos/catalogo-de-datos-espaciales-de-andalucia
- [15]Catálogo de Datos Espaciales de Andalucía. Metadato Secciones Censales. http://www.ideandalucia.es/catalogo/info.php?file={086DEA60-3BF1-4DC6-8ACA-8D54BD20FACE}_100237_es
- [16]Catálogo de Datos Espaciales de Andalucía. Metadato Núcleos de Población. http://www.ideandalucia.es/catalogo/info.php?file={086DEA60-3BF1-4DC6-8ACA-8D54BD20FACE}_100069_es

- [17]Catálogo de Datos Espaciales de Andalucía. Metadato Ortofotografía Digital a Color de Andalucía hoja 98414. http://www.ideandalucia.es/catalogo/info.php?file={086DEA60-3BF1-4DC6-8ACA-8D54BD20FACE}_100021_full1387_es
- [18] Catálogo de Datos Espaciales de Andalucía. Metadato Callejero Digital de Andalucía. http://www.ideandalucia.es/catalogo/info.php?file={086DEA60-3BF1-4DC6-8ACA-8D54BD20FACE}_100000_es
- [20]Wikipedia en español. Concepto Scalable Vector Graphics (SVG). http://es.wikipedia.org/wiki/Scalable_Vector_Graphics
 - [21] Wikipedia en español. Postgresql. http://es.wikipedia.org/wiki/Postgresql
 - [22] Wikipedia en español. Postgis. http://es.wikipedia.org/wiki/PostGIS
 - [23] Wikipedia en español. Mapserver. http://es.wikipedia.org/wiki/MapServer
 - [24] Página Web del Open Geospatial Consortium. http://www.opengeospatial.org/
- [25] Recomendaciones para la creación y configuración de servicios de mapas. Infraestructura de Datos Espaciales de España. http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/RecomendacionServicioMapas.pdf
- [26]Url del Servicio WMS del Callejero Digital de Andalucía. http://www.juntadeandalucia.es/servicios/mapas/callejero/wms?
- [27]Url del Servicio WMS de la Ortofotografía Color de Andalucía del año 2007. http://www.ideandalucia.es/wms/ortofoto2007?
- [28]Url del Servicio WMS del Mapa Topográfico de Andalucía 1:100.000 Vectorial. http://www.ideandalucia.es/wms/mta100v_2005?
 - [29] Wikipedia en español. XML Extensible Markup Language

Rodríguez Mellado, J.A. y Torres Manjón, J. (2010): "Redes geosociales": una Web cercana, cartográfica y de sensaciones, realizada por todos y basada en el geoconocimiento colectivo. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.369-1.378. ISBN: 978-84-472-1294-1

"REDES GEOSOCIALES": UNA WEB CERCANA, CARTOGRÁFICA Y DE SENSACIONES, REALIZADA POR TODOS Y BASADA EN EL GEOCONOCIMIENTO COLECTIVO

José Antonio Rodríguez Mellado 1 y Julio Torres Manjón 2

- (1) Gerente de Cuenta de Eptisa Tecnologías de la Información, Avda. San Juan, 8, 41927, Mairena del Aljarafe (Sevilla)
- (2) Responsable del Sistema de Información Geográfica de la Diputación Provincial de Jaén, Plaza de San Francisco s/n, 23071, Jaén

RESUMEN

Las Redes Geosociales son la clave para permitir converger el saber y el conocimiento tanto de los usuarios como de las distintas instituciones que, pese a tener intereses comunes, hasta ahora solo han desarrollado la visión restringida de sus especialidades y temáticas, limitando así las posibilidades de sus alcances de servicio público y de participación informativa de la comunidad.

La creación de Redes Geosociales ofrecerán a los usuarios las herramientas necesarias para interactuar con respecto a la ubicación cartográfica y el tiempo, abriendo así un abanico de posibilidades enorme de servicios y funcionalidades puestas a disposición de todos los usuarios.

Para lograrlo, se deben aprovechar plenamente las facilidades de comunicación que nos permiten las tecnologías de la información (Web2.0), la telefonía móvil e Internet, con el fin de apoyar la elaboración descentralizada de políticas de acceso y uso de la cartografía en favor del Geoconocimiento Colectivo

Se trata de compartir entre todos y de crear una Geosociedad cartográfica en red en la que los usuarios tomen el control y conozcan a gente con los mismos gustos que ellos, puedan crear contenidos e información cartográfica y subirlos a la red para compartirlos con todos.

Palabras Clave: Conocimiento, Redes Sociales, SIG, Relaciones, Web 2.0.

ABSTRACT

The geo-social networks are the key to enabling both users' and institutions' knowledge convergence, that despite having common interests, so far they have developed only limited vision of their subject specialties, thus limiting the possibilities of their public service scope and the community in-formative participation.

The creation of geo-social networks will offer users the necessary tools to interact in relation to geographic locations and time, thus opening up a huge range of possibilities of functionalities and services.

To achieve this we must fully take advantage of the communication aids that IT(web 2.0) allow us, aiming to support the elaboration of decentralized policies of mapping access and use in favour of the collective geoknowledge.

It is all about everyone sharing it, creating a Mapping Geosociety network in which users take control and meet people with common tastes, also to create mapping content and information and to upload it to the network sharing it with everybody.

Key words: Knowledge, Social Networks, GIS, Relationships, Web 2.0.

INTRODUCCIÓN

Es indudable que hoy en día, el análisis, presentación y comunicación de información geográfica vía Internet es el principal canal de comunicación requerido por los usuarios, que demandan cada vez más consultas interactivas en las que un mapa, es la parte fundamental de interacción y de muestra de resultados.

El principal objetivo de las aplicaciones geográficas actuales es la integración, lo más eficaz y accesible posible de la información sobre el territorio local en sistemas globales, la forma de acceso simple y eficaz es la principal premisa hoy en día, y que los usuarios tengan un acceso fácil y rápido a las funciones de consulta interactiva ya no es una utopía, sino más bien una imposición dictada por las necesidades del mundo geográfico actual.

Por otro lado, los satélites y la telefonía móvil, entre otras tecnologías, están revolucionando la forma de hacer entender y consultar la cartografía. Los mapas han dejado de ser un simple elemento estático en las páginas web y han pasado a ser dinámicos y ricos en datos referenciados que los propios usuarios generan con sus dispositivos móviles.

Esta surgiendo un nuevo concepto y es que la cartografía del siglo XXI la hacemos entre todos, en este contexto la accesibilidad, democratización y actualización en línea y constante son sus principales características (Moren, 2010).

En cierto modo es una vuelta a las fuentes, a los orígenes, ya que el mapa es anterior a la escritura y lo es por su capacidad para trasmitir no solo información sino donde está y como se mueve o evoluciona. En las pinturas rupestres ya se utilizaba ese criterio, y se hacía por su simplicidad, su facilidad de ejecución y de entendimiento. Estamos en ese punto, pero con los conocimientos y la tecnología de hoy. No es malo volver a las fuentes del conocimiento y la comunicación, enriqueciéndola con las nuevas tecnologías. Lo único que varía es el "auditorio" y el "altavoz" utilizado (Torres Manjón, 2010).

GEOINFORMACIÓN Y REDES SOCIALES

Geoinformación

La geoinformación tiene dos elementos fundamentales. Por un lado la cartografía base o topográfica, que es la que llevan a cabo las instituciones de cartografía como el Instituto Cartográfico de Andalucía (ICA) o el Instituto Geográfico Nacional (IGN), utilizando datos territoriales, de infraestructuras, de carreteras, de comunicaciones etc. Por otro lado la cartografía temática permite introducir datos de diferente naturaleza sobre estos mapas base y permiten darle un sentido diferenciador a la cartografía (Cultura, Sanidad, educación, Medio Ambiente, etc..). Ambos tipos de datos son complementarios y van unidos en la difusión de información (Moren, 2010).

A estos dos elementos fundamentales se ha unido en la actualidad un nuevo tipo de información que es la producida por los usuarios, esta información desnormalizada, y de "dudosa validez administrativa", va a comenzar a tener un valor incalculable en la cartografía actual ya que cada vez mas aparecen aplicaciones que permiten la introducción de este tipo de información en los que Internet juega un papel fundamental.

Este espíritu de colaboración hace que, por ejemplo, cada hora se introduzcan en Google Maps mas de 10.000 actualizaciones de cartografía. La contrapartida, "la calidad de la información es una incógnita". Sin embargo, a pesar de esto, no podemos dejar de mirar este fenómeno social que aporta tantísima información (Masso, 2009)

Geoportales y redes sociales

Las redes geosociales van a jugar un papel fundamental los próximos años, estas redes, son redes sociales tradicionales (Facebook, twitter, Myspaces,etc.) en las que los servicios geográficos y las funcionalidades, como la geoetiquetación se podrán utilizar para habilitar una dinámica social y de colaboración adicional. Los datos de localización enviados por el usuario o las técnicas de geolocalización, permitirán a las redes sociales conectar y coordinar usuarios con la población local o eventos que coincidan con sus intereses. En las redes sociales para móviles, la información de localización escrita o el seguimiento de teléfonos móviles pueden permitir servicios basados en localización para enriquecer el valor y la información suministrada, permitiéndonos interactuar con respecto a nuestra ubicación y al tiempo, dos valores esenciales en la sociedad actual.

Los geoportales actuales cada vez más, permiten al internauta colaborador intervenir en la cartografía base que han producido las instituciones. De este voluntarismo salen productos muy interesantes y útiles para determinados usuarios que, si bien no están normalizados y estandarizados, aportan una información de mucho valor en determinados sectores. Por ejemplo, podemos ver como las aplicaciones de turismo le dan más importancia, cada día, a los comentarios y valoraciones de lugares de interés. Esta información es utilizada para que otros usuarios determinen sus predilecciones hacia un lugar determinado o hacia un hotel específico según los comentarios de otros usuarios que han visitado el lugar o han estado en las mismas instalaciones.

Como alternativa a la falta de estandarización de los productos web actuales existen las infraestructuras de datos espaciales (IDE). Una IDE nos es mas que un conjunto de servidores que publican en Internet cartografía y aplicaciones relacionadas, de acuerdo con los estándares mas extendidos y utilizados, definidos por organizaciones abiertas a la participación, tales como la Organización internacional para la estandarización (ISO), el Open Geoespatial Consortium (OGC) o el Consorcio World Wide Web (W3C), Rodriguez Pascual (2006),

El problema de estos servicios es, en un momento dado, la rapidez de acceso y despliegue de la información, la cual no puede competir con otras herramientas como Google Maps pero, sin embargo, nos ofrecen otra serie de ventajas como el acceso a la cartografía de diferentes fuentes estandarizadas y normalizadas, en las que colaboran un gran numero de actores, tales como comunidades autónomas, ministerios, el Instituto Geográfico Nacional, etc.

GEOWIKI: LA INTEGRACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE LAS DIPUTACIONES Y EL GEOCONOCIMIENTO COLECTIVO EN UNA PLATAFORMA COMÚN

Resulta incuestionable que en determinadas administraciones como las Diputaciones, con amplias responsabilidades en la ordenación y gestión del territorio, así como en la prestación de servicios de importancia prioritaria en el ámbito local y municipal, se debe disponer de un sistema de Información basado en datos espaciales y administrativos que ofrezca las herramientas necesarias para compartir, difundir y facilitar el acceso a la información. Igualmente es necesaria una serie de herramientas colaborativas que faciliten el tratamiento de dicha información. Si, además, este sistema gestiona y toma decisiones fundamentalmente sobre el ámbito local y debe interrelacionar tanto datos georreferenciados como administrativos, producidos dentro de sus servicios centrales o por organismos dependientes o fuera de su organización, dicho sistema ha de ser necesariamente complejo, altamente descentralizado en cuanto a la alimentación de sus bases de datos y con distintos niveles de acceso a los mismos.

En definitiva el Sistema de Información Geográfica (SIG) Corporativo de una Diputación, pretende ser una herramienta que acerca los Datos y la información cartográfica de la provincia a ciudadanos e instituciones, permitiendo recoger una visión integrada del territorio de la provincia, tanto desde su estructura espacial como temática. A partir de la información recogida en las bases de datos alfanuméricas, convenientemente georeferenciadas, se constituyen en una herramienta de presentación de datos temática, temporal (evolución de las variables) y espacial adecuada para la toma de decisiones. En este sentido, una de las tareas mas importantes de las Diputaciones es la posibilidad que ofrecen para visualizar y consultar la "Encuesta de Infraestructuras y Equipamientos Locales" (EIEL), gestionar dicha información de la provincia y ponerla al servicio de los ciudadanos.

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

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

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

La cantidad de datos a actualizar, la complejidad de algunos sistemas para realizar dichas actualizaciones y la desnormalización y no estandarización de procedimientos, así como la utilización de diversas herramientas, tanto Open Source como privativas a la hora de realizar el levantamiento y actualización de la información, ha dado lugar a que la información cartográfica oficial esté en cierta manera desactualizada incluso antes de hacerse pública y que, además, esté disponible en varios formatos denominados de facto que a veces no son legibles desde todas las herramientas del mercado. Todo esto, unido a que la noción de "información oficial" ha dejado de ser un canon histórico-científico y que está evolucionando hacia un objeto modelador y detonador de la conversación social (Estefania Trisotti, 2007), está dando paso a la Democratización de la información cartográfica.

Objetivos

El objetivo principal del proyecto es crear una "Wikipedia espacial" en la que tanto las administraciones como los ciudadanos puedan incluir información.

Una Wiki (del hawaiano wiki wiki, «rápido») es un sitio Web colaborativo que puede ser editado por varios usuarios. Los usuarios de una Wiki pueden así crear, editar, borrar o modificar el contenido de una página web, de una forma interactiva, fácil y rápida; dichas facilidades hacen de una Wiki una herramienta efectiva para la escritura colaborativa.

La tecnología Wiki permite que páginas Web alojadas en un servidor público (las páginas Wiki) sean escritas de forma colaborativa a través de un navegador, utilizando una notación sencilla para dar formato o crear enlaces, conservando un historial de cambios que permite recuperar fácilmente cualquier estado anterior de la página. Cuando alguien edita una página Wiki, sus cambios aparecen inmediatamente en la Web, sin pasar por ningún tipo de revisión previa.

La principal utilidad de un Wiki es que permite crear y mejorar las páginas de forma instantánea, dando una gran libertad al usuario, por medio de una interfaz muy simple. Esto hace que más gente participe en su edición, a diferencia de los sistemas tradicionales, donde resulta más difícil que los usuarios del sitio contribuyan a mejorarlo.

Para no partir de "cero" o de un repositorio "vacío" se propone la utilización de la información de la Encuesta de Infraestructura de diversas Diputaciones como base fundamental del repositorio de información del Sistema, esto nos permitirá, unido a la utilización de cartografía básica de referencia, contar con una gran cantidad de información inicial para facilitar al usuario las tareas de actualización y de creación de nuevos elementos espaciales.

La creación de una Wikipedia espacial (GeoWiki) es una de las tareas del proyecto, pero no la única ya que se pretende también la generación de distintas APIS de comunicación con los principales productos del mercado para permitir la edición de información sin necesidad de estar en la página principal del proyecto.

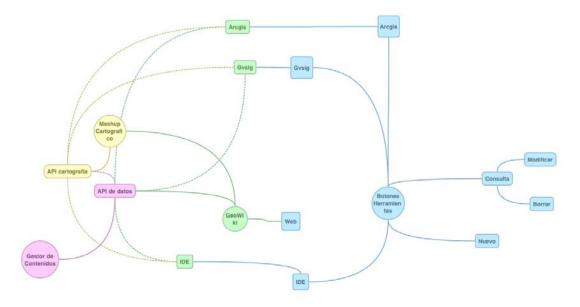


Figura 1. Marco Conceptual

Metodología

La propuesta consiste en el diseño y creación de una estructura Web que reúna archivos, elementos geográficos y geoetiquetas en torno a eventos o hechos que tengan en común características tiempo-espaciales. El proceso de geoetiquetado (o geotagging en inglés) permitirá agregar información geográfica en los metadatos de archivos de imágenes, videos, sonido, sitios web, etc. que sirvan para su georreferenciación. Por lo general, estos datos suelen ser coordenadas que definen la longitud/latitud donde el archivo multimedia ha sido creado, aunque también pueden incluir la altitud, nombre del lugar, calle y número de policía, código postal, etc. para posteriormente hallar sus coordenadas geográficas. Mediante la geoetiquetación los usuarios podrán encontrar una amplia variedad de información sobre un lugar específico. Así, por ejemplo, será posible hallar imágenes tomadas próximas a un sitio determinado mediante la introducción en un buscador de sus coordenadas geográficas.

La plataforma se enmarca en un modelo de registro en desarrollo permanente orientado a mejorar la calidad de la información, en base a un diseño de interacción que entiende a los usuarios como primera fuente para la creación de información, y son ellos quienes pueden otorgar distintas visiones y conceptos entorno a la información publicada.

Esta aplicación se distingue por tener la capacidad de almacenar, organizar, y georeferenciar elementos cumpliendo con las buenas prácticas de la categorización de contenidos, pero a la vez está asociado y beneficiado por el aparente "caos" que implica la conversación libre y el control que se le otorga al usuario. La propuesta de la arquitectura del proyecto va en conjunto con la evolución actual de la Web, caracterizada por estimular la generación de contenidos en base a la inteligencia colectiva.

La creación de eventos cumple un rol importante en la colección de contenidos, pues significa una nueva coordenada de los elementos que hasta el momento sólo se distinguían entre sí por sus características de formato (texto, imagen, audio y video) e información objetiva como fechas y autores. Al igual que la memoria humana, una colección o archivo no debe ser un espacio donde se depositen imágenes que se puedan recorrer tantas veces como se quiera. Más bien, es un proceso de recategorización, de recreación. Se necesitan imágenes, pero también agruparlas en categorías y conceptos para luego asociarlas con valores que signifiquen para cada persona lo conveniente. Esta inteligencia sólo es factible mediante la colaboración colectiva, para la cual se diseñó el entorno social.

Por otro lado, la dimensión cartográfica que se le puede otorgar a la información publicada, tiene la particularidad de que un mapa visual proporciona una respuesta inmediata a las cuestiones que el usuario se hace de "dónde" y "qué", respecto a un tema o contenido concreto.

El esquema siguiente representa los tres niveles básicos de cómo se considera necesario ordenar los elementos del sistema. En este caso "Geoelemento" es el meta-elemento mayor, que puede contener una cantidad indefinida de eventos.

Los eventos poseen información relativa al tiempo y a la georreferencia que es heredada por los elementos contenidos en cada uno.

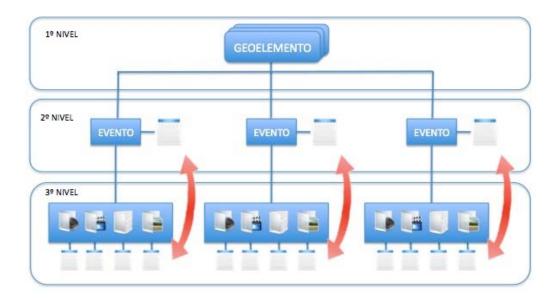


Figura 2. Niveles de información

Para una plataforma de archivos, es muy favorable la cualidad gráfica de que los eventos y en consecuencia, los Geoelementos, estén georeferenciados, pues así tienen la ventaja de comunicar inmediatamente información visual bastante exacta de dónde se ubican los contenidos, cómo se relacionan entre ellos espacialmente y son muy fáciles de interpretar. La creación de los eventos tiempo-espaciales favorecen el geoposicionamiento, pues un mismo punto en el mapa puede ser común para muchos geoelementos a la vez. Debido a que los eventos tienen asignado un tiempo y espacio determinada, el sitio no atenta contra la legibilidad a gran escala de los mapas y funciona, a la vez, como un recurso que facilita la categorización de geoelementos pues, al publicar, se le puede asignar a la información un evento creado con anterioridad.

Todas las herramientas estarán basadas en la aportación y colaboración de todos los miembros de la comunidad en general unida a una serie de geoprocesos de control de calidad y normalización de la información y pretende ser un nuevo referente en el concepto de participación y fomento de esta nueva era del geoconocimiento colectivo.

Para desarrollar herramientas realmente colaborativas, basadas en la participación de la comunidad de usuarios, es necesaria la utilización de estándares que permitan compartir los datos espaciales, con auténticas garantías de interoperabilidad tanto de información como de sistemas. Se plantea, por ello, la utilización del estándar Web Feature Service – Transactional (WFS-T) del Open Geoespatial Consortium en el que los protocolos para compartir datos están implícitos en la propia especificación.

Esta especificación soporta todas las operaciones del WFS Básico, más la realización de transacciones, e incluye búsqueda, filtrado o simbolización y edición de esos datos tal y como se realiza en un entorno SIG, pero de forma remota a través de la red. Todas las funcionalidades para edición están contempladas en las operaciones de 'Transaction', incluidas en la especificación WFS-T.

La operación 'Transaction' se descompone a su vez en tres elementos básicos: <Insert>, <Update> y <Delete>.

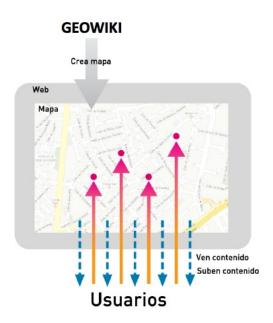


Figura 3. Edición de información

Como se comentaba anteriormente el punto de partida es la creación de un gestor de contenidos multimedia y geográfico, que permita el almacenamiento de elementos cartográficos por parte de los usuarios así como información multimedia (fotografías, videos, comentarios) asociada a dichos elementos, pero, paralelamente, se desarrollarán una serie de API´s de conexión que permitan por un lado, la edición de información geográfica desde las herramientas más utilizadas en el mercado y por otro lado la colaboración y consulta de información del repositorio de la GeoWiki.

En concreto se desarrollaran API´s de integración para las herramientas más comunes:

- GVSIG
- ARCGIS
- OGC (IDE´s)

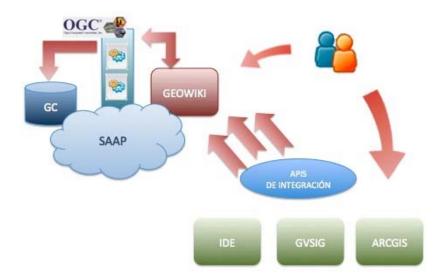


Figura 4. Integración del sistema

El desarrollo de API´s comunes y modularizadas contempla fundamentalmente un desarrollo en el que los distintos componentes que formen parte de la solución a implementar no sean dependientes unos de otros, ni necesarios dentro del sistema, pudiendo ser reemplazados en cualquier momento por otro componente de nueva aparición o con mas prestaciones que el que se esté utilizando para ello.

De forma adicional, se consideran de especial importancia algunos criterios que, si bien algunos no han sido identificados como requisitos, sí que son necesarios y deseables para abarcar un proyecto como el que se describe, por lo que también serán incluidos como valor añadido. Dichas características son:

- Independencia tecnológica: el sistema no debe estar ligado a ninguna tecnología en concreto, tanto en términos de licencias, como de arquitectura y cumplimiento de estándares, que no garantice no sólo la facilidad de posibles integraciones con otros sistemas existentes en la organización, independientemente de su tecnología, sino también la escalabilidad, migraciones y actualizaciones futuras del sistema. A modo de ilustración, las herramientas seleccionadas podrán coexistir, independientemente de si su tecnología es .Net, J2EE, PHP o cualquier otra.
- Estándares: Es muy importante que el sistema esté basado en estándares, tanto a nivel de arquitectura interna como de integración. En las tecnologías de la información, existen multitud de estándares, algunos promovidos por organismos internacionales, y otros de facto, que tienen gran aceptación y que garantizan el buen entendimiento y comunicación entre sistemas, así como la robustez en la construcción de aplicaciones.
- APIs de integración: El sistema dispondrá de diferentes mecanismos de comunicación así como APIs (Application Program Interface) estándares que permitan la integración de los subsistemas generados y la integración con otros sistemas externos.
- Arquitectura: es necesario dotar al sistema de una arquitectura abierta y escalable, garantizando la independencia de los subsistemas, así como la capacidad de crecer según las necesidades de la organización.
- Escalabilidad: como se ha descrito anteriormente, el sistema deberá ser altamente escalable, a fin de poder atender la afluencia de los usuarios y el volumen de información de una forma eficiente, garantizando el potencial de crecimiento. Dicha escalabilidad debe ser garantizada no sólo físicamente (máquinas y comunicaciones), sino también a nivel de arquitectura interna y diseño del sistema.

Descripción Funcional

Para la consecución de los objetivos especificados en los apartados anteriores, se han propuesto las siguientes actividades principales para el desarrollo del sistema:

- Diseño e implementación del Modelo de Datos de la Base Cartográfica que ha de soportar al Sistema GeoWiki.
- Implantación de un Gestor de contenidos que permita la edición, categorización, almacenamiento y consulta de la información del sistema.
- Desarrollo de un aplicativo Web (wiki) de consulta de información, que contemple funcionalidades avanzadas de búsqueda.
- Diseño e implementación de Mashup cartografico, integrado en la página Web que permita representación y consulta de información cartográfica.
- Desarrollo de una API cartográfica que integre la funcionalidad de Edición, consulta y representación cartográfica asi como la integración de los servicios cartográficos de otras entidades mediante Servicios WMS.
- Desarrollo de una API de Datos que contenga la lógica de acceso a datos así como las capacidades de categorización y almacenamiento de información tanto multimedia como geográfica.
- Desarrollo de las API´s de conexión a herramientas geográficas.

RESULTADOS ESPERADOS

Para que esta difusión masiva sea posible las tecnologías a utilizar tienen que sufrir un amplio proceso de normalización, simplificación en el uso y mejora en sus capacidades. Y para ello es precisa una difícil labor de formalización del lenguaje geográfico utilizado, que lo haga, simultáneamente, más potente y más sencillo de emplear, así como una "evangelización" de los usuarios para acercarlos a las herramientas y procedimientos disponibles en el sistema.

Todos estos procesos originarán una serie de nuevos problemas, que se pueden concretar en dos:

- Interoperabilidad, tanto de la información como de las tecnologías utilizadas.
 - Interoperabilidad de los datos. Las operaciones de intercambio de datos, de formatos, entre los distintos programas debe ser sencilla y automática. Esto exige que los datos que describen una situación geográfica estén siempre acompañados de unos metadatos que expliquen a otros posibles usuarios la estructura y el significado los mismos.
 - Interoperabilidad de los programas informáticos y de las operaciones de análisis y tratamiento de la información geográfica. El objetivo sería que la enorme variedad de funciones analíticas y de manipulación de los datos geográficos ideadas en la diversidad de programas existentes, estén normalizados, estandarizados y simplificados para su uso por usuarios
- Normalización de las relaciones y de colaboración entre la sociedad de la información y las tecnologías geográficas.
 - Privacidad e información geográfica.
 - Infraestructuras sociales para la difusión nacional e internacional de la información geográfica.
 - Los cambios provocados por el uso de estas tecnologías en las organizaciones sociales o de la administración pública y en sus métodos para la toma de decisiones. ¿Se hace más participativa esta toma de decisión o más elitista? ¿Cuáles son los obstáculos para que estas tecnologías puedan ser empleadas por todos los grupos sociales en una toma de decisión más racional y justa? .En el número especial: "Public participation GIS", de la revista Cartography and GIS, vol. 25, no 2, abril 1998, se planteaban ya algunas cuestiones útiles sobre este tema (Bosque Sendra, 1995).

CONCLUSIONES

El proyecto está enmarcado en el estado actual de la Web como sede común de nuestra memoria y capacidad de asociación, navegación y filtrado. Las redes sociales llevan implícito el desafío de mantener una estructura en un campo abierto a la conversación, el debate y el estado beta permanente de las plataformas de desarrollo.

A pesar de los importantes esfuerzos que están realizando las administraciones para la captura y mantenimiento de la información, los esfuerzos económicos y personales que están realizando todos los agentes de las administraciones como son el Sistema Cartográfico de Andalucía, las distintas Consejerías de la Junta de Andalucía, el Consejo Superior Geográfico y, prácticamente todos los Ministerios de la Administración General del Estado, el volumen de la información a procesar y su complejidad pensamos que, posiblemente, dichos esfuerzos sean insuficientes para el mantenimiento de la totalidad de los datos existentes y la incorporación de nuevos servicios.

Para nuestro caso en particular, la información de la Encuesta de Infraestructuras se encuentra en una posición privilegiada donde ya no es sólo la Administración quien tiene el control sobre los contenidos, sino que ahora serán los mismos usuarios la primera fuente de información y quienes utilizarán masivamente las tecnologías, generando contenidos, conversaciones y jerarquías que mejoraran la calidad de la información.

Se hace necesaria y habrá que reclamar a los ciudadanos, por tanto, su colaboración y participación activa en un proyecto tan ambicioso e ilusionante como es el hacer algo útil a todos y entre todos. Los ciudadanos responderán sin duda con su colaboración si se les facilita "un idioma" y "una plataforma" donde expresarse que les permita incluir no solo la información disponible sino sus necesidades, su conocimiento y, sobre todo, sus vivencias, información que hará que cada día conozcamos más y mejor el territorio donde vivimos.

AGRADECIMIENTOS

Al Área de Infraestructuras Municipales de la Diputación de Jaén, por impulsar la utilización de la IDEJaén en todos los ámbitos de la gestión cartográfica en la provincia y, en concreto, a Julio Torres Manjón responsable del Departamento SIG, por su ilusión y ayuda inestimable a la hora de trabajar en el proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bosque Sendra, Joaquín (1995): La ciencia de la Información Geográfica y la Geografía. *VII Encuentro de Geógrafos de América latina*. Publicaciones CD, Inc. ,CD-ROM, San Juan de Puerto Rico, 1999. 15 p.

Rodríguez Mellado, J.A., Falcón Martín, J.A. y Miranda Arroyo, Y. (2007): Edición cartográfica web WFS-T (Cartomod). *I Jornadas de SIG libre*. Universitat de Girona.

Trisotti, Estefanía (2007): Creación de un espacio digital de registro corporativo. http://www.slideshare.net/estrisotti/presentacion-04-avance-proyecto

Junta de Andalucía. (2008): Plan Cartográfico de Andalucía. 2009 - 2012. Junta de Andalucía.

Sánchez Díaz, F. y Barea Solís, M. (2008): Hacia una IDE social. JIDEE, 2008.

Schuyler, E., Gibson, R. y Walsh, J. (2008): Mapping hacks. O'Reilly.

Torres Manjon, Julio (2009): IDEJaén, una IDE como herramienta Municipal para la Gestión del Territorio. JIDEE 2009.

Moren, Patricia (2010): http://www.ca.globaltalentnews.com/actualitat/reportatges/2860/La-nova-cartografia.html

Sánchez Ortega, I. (2010): Cartografía extrema. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.379-1.384. ISBN: 978-84-472-1294-1

CARTOGRAFÍA EXTREMA

Iván Sánchez Ortega1

(1) OpenStreetMap Foundation. ivan@sanchezortega.es

RESUMEN

Durante la última década, las metodologías ágiles de desarrollo de software, como Scrum y la programación extrema, han cobrado relevancia y están modificado la manera en la que se desarrolla software en las empresas, apartándose radicalmente de las metodologías tradicionales de desarrollo en cascada.

Sorprendentemente, muchas de las técnicas ágiles son aplicables también a la producción, gestión y control de calidad de la información geográfica. El conocimiento de estas técnicas proporciona una visión de cómo puede mejorarse en conjunto el ciclo de producción y mantenimiento de la información geográfica, basándose en los cambios que han sufrido los ciclos de producción y mantenimiento de software.

Palabras Clave: programación extrema, agilismo, OpenStreetMap

ABSTRACT

During the last decade, agile methodologies for software development, as Scrum and extreme programming, have become relevant and are chancing the ways in which software is developed, moving away from traditional waterfall development methodologies.

Surprisingly, many of the agile programming techniques can also be applied to geographical information production, management and quality control. Knowledge of these techniques gives a big picture of how the geographical information production and maintenance cicle can be improved as a whole, based in the changes that software development and maintenance have suffered.

Key Words: extreme programming, agile programming, OpenStreetMap

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, para el desarrollo de software, se ha utilizado una metodología denominada "en cascada". Este método consiste en realizar una fase después de otra, y empezar una nueva fase sólo después de que la anterior esté totalmente completa. Aunque la distinción entre fases puede variar dependiendo de la metodología específica, típicamente estas fases son diseño, implementación (o codificación), pruebas (o verificación), y despliegue (o implantación).

De manera análoga, los proyectos de índole cartográfica siguen a grosso modo estas mismas fases:

- 1. Diseño: qué tipo de geometrías se van a utilizar, qué campos tienen, qué formatos va a tener el producto final.
- 2. Trabajo de campo: recogida in situ de los datos necesarios.
- 3. Gabinete: digitalizar los datos recogidos en campo.
- 4. Control de calidad: Asegurar diversos parámetros de los datos procesados en gabinete.

5. Despliegue: Generación del producto final, y publicación, entrega, o puesta a disposición del mismo.

Estas metodologías, con fases secuenciales, funcionan bien para las ingenierías "tangibles" (por llamarlas de alguna manera), aquellas que producen objetos que podemos tocar y manipular. Por ejemplo, un ingeniero de caminos primero diseñará un puente; sólo después de tener el diseño completo podrá empezar a construirlo; y sólo una vez construído podrá realizar un control de calidad.

Esto es así porque no se puede realizar un control de calidad sin tener el puente construído: es imposible ver cuánto se deforma el puente si no hay puente. De igual manera, no se puede empezar a construir sin haberlo diseñado completamente, pues no se sabría qué materiales utilizar.

En definitiva: en este tipo de ingenierías, el coste de realizar un cambio en una fase ya terminada (por ejemplo, realizar un cambio de diseño en la fase de construcción) es prohibitivamente alto. Es por ello que una metodología en cascada es apropiada para estos casos.

Sin embargo, el caso de las ingenierías "intangibles" (que producen objetos que no se pueden tocar) es bien distinto. En estos casos, sí que es posible empezar una fase antes de haber terminado las anteriores, y el coste del cambio, en contra de lo que pudiera parecer intuitivo, es menor cuanto menos tiempo se tarda en realizar el cambio en las fases anteriores.

Concretamente, en el ámbito de la ingeniería del software, existen estudios en torno a las denominadas técnicas ágiles, y en particular, en torno a la programación extrema (que consiste en o bien eliminar un aspecto de las metodologías no ágiles, o bien potenciarlo en grado extremo, de ahí el nombre). Merece una especial atención el libro Extreme Programming Explained: Embrace Change, en el cual se basa gran parte de este artículo. Este libro narra cómo, utilizando determinadas técnicas que hacen replantearse el flujo de trabajo de un proyecto de ingeniería de software, se puede conseguir un producto de mejor calidad, manteniendo bajos los costes de realizar cambios.

La cuestión que aquí se plantea debería ser obvia. Si tanto la ingeniería del software, como la cartografía, topografía, geomática y demás ciencias afines producen objetos intangibles (es decir, ficheros de ordenador y bases de datos), ¿Son aplicables las técnicas ágiles y de programación extrema al campo de la cartografía?

Intentaremos resolver esta cuestión viendo cómo algunos proyectos ya hacen lo que podríamos denominar como "Cartografía Extrema".

Sentarse juntos ("Sit together")

La primera técnica de programación exrema no tiene nada que ver con la programación, sino con las personas. Consiste en tener un espacio de trabajo abierto, en el que las personas puedan hablar entre sí sin necesidad de tener que llamar a la puerta de un despacho. Algo tan sencillo como unir a toda la gente en un misma sala para que puedan consultarse dudas mutuamente ha ayudado ya a múltiples proyectos de software.

¿Cómo se puede aplicar este principio a la cartografia?

No hay nada que impida a un equipo de SIG el sentarse en la misma sala. No es raro encontrarse en situaciones en las que haya que pregunar cómo funciona cirto software SIG, o pedir una segunda opinión sobre un conjuno de datos, o sencillamente hacer que el espacio de trabajo tenga un aspecto más humano.

Un ejemplo de esto lo tenemos en la geolocalización de SMSs durante la crisis del terremoto de Haití en un improvisado *crisis camp*. Los SMSs que se enviaban a la central de emergencias eran traducidos del criollo al inglés, y posteriormente georreferenciados. Buscar constantemente la localización geográfica de puntos de interés o direcciones postales puede ser bastante tedioso, pero si se hace en grupo, todas las personas involucradas tienen una mayor sensación de estar haciendo algo útil, además de poder pasarse de unos a otros la carga de trabajo, dependiendo de si alguna persona se especializaba en algún área de las ciudades o algún tipo de entidades geográficas.

Espacio de trabajo informativo ("Informative workspace")

Esta práctica nos dice que no hay nada más informativo que un tablón de corcho con notas de papel. El uso de sofisticadas herramientas para llevar el control de qué tareas están completas y qué tareas están pendientes.

La razón para esto es que, a pesar de que las herramientas informatizadas permiten tener teóricamente un mejor control de las tareas, la realidad es que estas tareas se hacen invisibles. Al tener todas las tareas pendientes y completas en un lugar visible del espacio de trabajo, se tiene una idea clara, a simple vista, sin necesidad de teclear nada, de qué se puede hacer ahora. El tener algo físico y tangible para llevar un control de progreso ayuda a que el objeto del trabajo aparene ser menos intangible.

¿Cómo se puede aplicar este principio a la cartografía?

La respuesta debería estar bastante clara: mapas de situación. Si se decide trabajar por cuadrícula, entonces es conveniente imprimir esa cuadrícula a gran tamaño, colgarla en la pared, y escribir sobre ella según se vayan completando cuadrantes o se vayan detectando zonas que necesitan corrección. O bien plastificarlo y utilizar rotuladores de pizarra blanca, o notas adhesivas. El objetivo es poder ver de un vistazo qué necesita atención, pero sin necesidad de lanzar un SIG, una aplicación o ver un documento en un ordenador.

Programación por pares ("Pair programming")

La programación por pares consiste en que haya un sólo teclado y monitor por cada pareja de trabajadores. Esto, que a priori parece contraproducente, tiene múltiples implicaciones positivas.

La primera es la transferencia de conocimiento. Al trabajar por parejas, ambas personas estarán constantemente hablando entre sí, intercambiando pequeñas técnicas, resolviendo dudas, o sugiriendo maneras liberamente distintas de trabajar. Como una parte de la programación por parejas es rotar la composición de las parejas cada poco tiempo (un par de horas), se consigue que exista una transferencia de conocimiento entre todo el equipo al completo.

La segunda ventaja de la programación por parejas es que el trabajo de alguien siempre está verificado por otra persona. En el ámbito del software, esto hace que la tasa de defectos sea menor, al estar constantemente verificando el trabajo de los demás y detectar muy rápidamente pequeños errores que pudieran pasar inadvertidos. El detectar los errores rápidamente es una parte importante de las ingenierías "intangibles", puesto que si pasan inadvertidos a otra fase, suponen un coste (tanto económico como de horas de trabajo) mucho más alto que el eliminar estos errores nada más se producen.

¿Cómo se puede aplicar este principio a la cartografía?

Este principio ha sido puesto en marcha, quizás inadvertidamente o por necesidad, por las grandes empresas de cartografía digital de redes de transporte. Lo habitual en estas compañías es realizar el trabajo de campo por parejas, en un coche: una persona conduce mientras otra digitaliza.

Esto hace que, al encontrar alguna entidad potencialmente conflictiva, se tengan de manera inmediata dos puntos de vista: se comprueba la entidad por una segunda persona sin necesidad de esperar a una fase de verificación y sin necesidad de enviar a esta segunda persona d nuevo a campo. Y, obviamente, si se rotan las parejas de trabajo de campo, al cabo de un tiempo todas habrán aprendido de la experiencia de los demás.

Integración continua ("Continous integration")

La integración contínua consiste en que desde que se realiza un cambio en el código hasta que ese cambio tiene repercusión en el producto final deben pasar como mucho unas horas, y este proceso debe ser totalmente automatizado y controlado.

En muchos sistemas informáticos, existen procesos que deben ser lanzados manualmente de manera sistemática. En bastantes ocasiones, el resolver un proceso manual toma tan sólo un poco menos de esfuerzo de lo que sería necesario para lograr automatizarlo completamente.

El objetivo de la integración contínua es establecer los mecanismos necesarios para que, cuando se añada o modifique código, el software se compile y despliegue automáticamente.

¿Cómo se puede aplicar este principio a la cartografía?

Cada vez que se añade más detalle, o se corrige un conjunto de datos, todo lo que dependa de ese conjunto de datos debe ser actualizado y desplegado en consonancia, de manera totalmente automática y contínua.

El mejor ejemplo de de integración contínua son todos los derivados de OpenStreetMap que se despliegan automáticamente con los datos máas actualizados. Actualmente, desde que un usuario modifica los datos hasta que se despliegan en la web pasan entre unos minutos y unas pocas horas. El proceso es relativamente complejo (exportar deltas de la BDD, comprimir, descargar, descomprimir, aplicar deltas a una BDD de sólo lectura, limpiar caché de teselas sucias a re-renderizar, renderizar y servir en tiempo real según demanda de la web), pero absolutamente nadie se tiene que preocupar de ninguno de los pasos. Una vez que se sabe cómo se tiene que trabajar con los datos, el coste extra de automatizarlo por completo es relativamente pequeño y hace que la carga de trabajo baje enormemente.

Programación con los tests por delante ("Test-first programming")

En la programación con los tests por delante, primero se realiza la batería de pruebas, y sólo entonces, cuando la batería de pruebas es funcional, se empieza la implementación.

Esto permite asegurarse de que el código funciona exactamente igual que como está previsto que funcione, o bien comprueba que su calidad es correcta. Por otro lado, permite ver si cualquier cambio realizado rompe la funcionalidad ya existente.

Lo más chocante de esta práctica es que es normal que las pruebas fallen al principio (puesto que se han realizado antes de aquello que intentan comprobar). Esto, que puede parecer contraproducente, realmente ayuda a saber cuándo el software puede considerarse como que está completo en algún aspecto.

¿Cómo se puede aplicar este principio a la cartografía?

En proyectos de SIG, se pueden realizar primero las herramientas que midan la calidad de los datos, y después (y/o mientras), crear los datos.

Por ejemplo: se pueden crear herramientas para medir cuán completo es el conjunto de datos, o automatizar las herramientas de comprobación topológica.

Por un parte, tener estas pruebas antes que los datos ayuda a tener una métrica de cuán completos o correctos son los datos. Por otra, el tener pruebas automatizadas permite detectar cuándo un cambio rompe otros datos que a priori no deberían estar afectados por los cambios.

En OpenStreetMap podemos encontrar al menos dos buenos ejemplos de esta práctica. Uno es el coastline checker: una vez cada pocos días comprueba de manera automática que la línea de costa de todo el mundo consiste en un polígono cerrado convenienemene, y avisa de los errores topológicos que pudiera haber. Así, si alguien rompe la línea de costa inintencionalmente, puede saberse cuándo y donde está el error. La clave está en que no se necesita una línea de costa totalmente completa antes de implementar esta herramienta.

Otro ejemplo es el 50 cities, que sirve para comprobar la calidad de la topología de la red de carreteras. Consiste en, dadas 50 grandes ciudades norteamericanas, calcular la ruta mínima de la una a la otra y viceversa, y comprobar la longitud de esas rutas con otra longitud calculada a priori. La primera vez que se puso en marcha esta comprobación, muchas rutas entre muchas ciudades mostraban valores incorrectos (el objetivo de la programación con los tests por delante). A partir de entonces, el trabajo de comprobación topológica de la red se centró en aquellos tramos que hacían fallar las pruebas.

El tener pruebas antes que datos también es reconfortante para las personas trabajando en el proyecto. Dan una medida tangible de progreso, e incluso ayudan a reducir la ansiedad, porque permiten ver si cambios de última hora, potencialmente peligrosos, son demasiado disruptivos o no.

Diseño incremental ("Incremental design")

El principio de diseño incremental nos dice que no es necesario diseñar el sistema completamente antes de ponerse a construirlo. Esto es posible hacerlo con el software dado que es intangible, y corregir un fallo de diseño no implica volver a rehacer completamente lo que se ha hecho después.

Particularmente en el software, es bastante común el encontrarse con nuevos requisitos del cliente a mitad de un proyecto. Si la metodología dice que hay que hacer primero el diseño y después la implementación y despliegue, el equipo tendrá que rehacer el diseño, rehacer la implementación, y rehacer el despliegue. Por el contrario, si se da

por hecho que el diseño puede cambiar constantemente, todo estará preparado para acoger cambios de diseño sin necesidad de rehacer todo el sistema.

¿Cómo se puede aplicar este principio a la cartografía?

Fácil: no suponiendo que la estructura de la información geográfica es fija e inmutable. Es posible que, a mitad de un proyecto, se vea que las entidades necesitan una estructura distinta. En vez de rehacer el diseño de la base de datos geográfica (u otras estructuras de datos), y después volver a digitalizar toda la información, los sistemas deben estar preparados para poder modificar la estructura de la información geográfica. Asimismo, el equipo de trabajo debe saber cómo transformar la estructura sin destruir la información.

Un ejemplo de un sistema que admite diseño incremental es, de nuevo, OpenStreetMap. En OSM las entidades geográficas no tienen un número fijo y estático de campos para sus atributos, sino que tienen un número variable de etiquetas, y la definición de estas mismas etiquetas es también variable, incluso volátil en algunos casos.

Esto, que puede verse como una falta de planificación, permite que el diseño correcto se alcance únicamente con el paso del tiempo. La mayor ventaja es que permite una adaptación increíblemente rápida a nuevos tipos de entidades no planificadas a priori, como se demostró con el modelo de datos para el terremoto de Haití: añadir las características de edificio derruído y corte de carretera por escombros apenas llevó un par de horas, y no interfirió en absoluto con el resto de entidades.

Código compartido ("Shared code")

El principio de código compartido dice que no hay personas responsables de partes del código: todos son responsables de todas las partes.

Más concretamente, significa que si es necesario cambiar algo para poder corregir otra cosa distinta, no hay que pedir permiso a nadie. Sencillamente se cambia.

Este principio puede parecer contraproducente, pues parece que deja de haber personas responsables, o que habrá conflictos de responsabilidad sin que haya herramientas para evitarlos. En realidad, el resto de las prácticas (integración contínua, tests) hace que la responsabilidad compartida deje de ser un problema.

¿Cómo se puede aplicar este principio a la cartografía?

Actualmente, es común encontrar empresas o administraciones públicas en las que varios departamentos o secciones utilizan SIGs, y cada uno de estos departamentos es el responsable único de sus datos. Esto, que parece tener sentido a priori, es perjudicial a largo plazo. Muchos profesionales del SIG saben que en grandes empresas y administraciones, muchos retrasos y errores son debidos a que un departamento no tiene ningún acceso a los datos de otro departamento, y mucho menos puede corregirlos.

La solución es que cualquier persona pueda modificar los datos que haya realizado cualquier otra persona, aunque a priori no sean de su competencia ni tenga gran experiencia modificándolos. En el mejor de los casos, se ahorra trabajo a las dos partes y se acelera la transferencia de información correcta. En el peor de los casos, el resto de prácticas (como los tests por delante y la integración contínua) permitirán notificar rápidamente de cualquier error a las partes interesadas.

Dicho de otra manera, si alguien toca donde no tiene que tocar, es que tiene una razón para hacerlo, probablemente porque el territorio haya sufrido algún cambio. Al cambiar la información y provocar errores en los sistemas automáticos de validación, no se está destruyendo la integridad, sino haciendo notar que el territorio ha cambiado y el resto de las partes ha de actuar en consecuencia.

En definitiva, si lo que se busca es una mayor corrección de la información, el prohibir a otras personas dentro de la organización el modificarla es contraproducente.

Base de código única ("Single code base")

La práctica de la base de código única dice que el código del software debe estar centralizado en un sólo punto. Las personas y organizaciones sin experiencia en la gestión del desarrollo de software comúnmente caen en el error de tener varias copias ligeramente distintas del código en distintos ordenadores, sin tener idea de cuál de ellas es la correcta.

Para la gestión del software es frecuente utilizar sistemas de versiones como CVS (Concurrent Versioning System), SVN (SubVersion), GIT, Mercurial u otros. Estos sistemas llevan cuenta de quién es el autor de cada línea de código, de cuándo y porqué se han hecho todas y cada una de las modificaciones, y en qué consiste exactamente una modificación.

¿Cómo se puede aplicar este principio a la cartografía?

Si se puede detectar a un desarrollador novato por copias ligeramente distintas del código sin versionar, a alguien novato en SIG se le detecta por el rastro de shapefiles.

La práctica de la base de código única se traduce en tener una base de datos geográficos única. No debe haber una copia en cada ordenador.

Sin embargo, si bien existen paquetes SIG que permiten la gestión centralizada de bases de datos, y los controles de cambios, estas funcionalidades no se acercan a las que tienen los sistemas de control de versiones de código. Los sistemas de versionado existentes en la industria están orientados a poner tiritas a los flujos de trabajo existentes, pero no a dar pie a un flujo de trabajo con las ventajas de un versionado real. Es difícil saber, por ejemplo, la lista de personas que han editado una determinada entidad (mientras que es trivial saber quién ha tocado una cierta línea de código en un sistema de versionado de código).

Una base de datos geográficos única, con un versionado en condiciones, tiene multitud de ventajas. Sin embargo, el estado del arte de estas bases de datos deja todavía bastante que desear. WFS-V puede ser un paso en la dirección correcta, pero todavía necesita bastante esfuerzo para ser completamente funcional.

Un ejemplo de una base de datos geográficos que es única y funciona debidamente es OpenStreetMap. Existe un único servidor de datos, que controla versiones y usuarios sin ningún problema. Un interesante campo de estudio sería la utilización de esta tecnología para gestionar información gubernamental de manera conjunta entre varios organismos (implementando así los principios tanto de base única como de responsabilidad compartida).

CONCLUSIÓN

Varias de las técnicas de desarrollo ágil y programación extrema son aplicables al campo de la cartografía. Aunque estas técnicas no sean todavía muy utilizadas en el campo de los SIGs, merecen ser estudiadas para una posible implantación. Un caso de éxito de la implantación (inintencionada) de estas técnicas es OpenStreetMap, de donde se puede ver que estas prácticas y técnicas son válidas, si bien no existen datos que garanticen que su implantación es válida en cualquier entorno.

Sea como fuere, la recomendación del autor es que estas técnicas sean consideradas y evaluadas a la hora de realizar proyectos de SIG.

AGRADECIMIENTOS

A Javier Sánchez y a Micho, por su conocimiento de técnicas ágiles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Kent Beck, Cynthia Andres (2004): Extreme Programming Explained: Embrace Change, 2nd edition. Addison Wesley Professional. ISBN 0-321-27865-8.

Simonazzi Domínguez, W., Ramos Jordan, M.J. y Ubach, R. (2010): Integración y explotación de datos ambientales y socioeconómicos a escala europea. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Pp. 1.385-1.392. ISBN: 978-84-472-1294-1

INTEGRACIÓN Y EXPLOTACIÓN DE DATOS AMBIENTALES Y SOCIOECONÓMICOS A ESCALA EUROPEA

Simonazzi Dominguez, Walter¹, Ramos Jordan , María Jose¹, Ubach, Raquel¹

(1) Centro Temático Europeo de Usos del Suelo e Información Espacial (ETC-LUSI). Universidad Autónoma de Barcelona, Facultad de Ciencias, Torre C5-S, 4ª planta, walter.simonazzi@uab.es, mariajose.ramos@uab.cat, ubach.r@gmail.com

RESUMEN

Dentro del proyecto Land and Ecosystem Accounting (LEAC) que se realiza en el contexto de trabajo de la Agencia Europea de Medio Ambiente, se ha desarrollado una metodología y posterior implementación de una herramienta que permite analizar los usos del suelo, sus cambios y tendencias para diferentes años. Además, esta herramienta permite la integración no sólo de datos medioambientales sino también la incorporación de otro tipo de datos como son los socio-económicos a través de diferentes metodologías; como por ejemplo: el Producto Interior Bruto, la población activa o zonas de influencia urbana. Esta integración de datos de diferentes temáticas permite realizar un análisis de la información disponible desde una perspectiva mucho más holística.

En el presente artículo se describe la naturaleza de los datos, así como los distintos procesos que se llevan acabo con los datos espaciales y temáticos mediante el uso de diferentes programas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), su introducción en una base de datos relacional y finalmente, mediante el uso de la tecnología Online Analytical Processing (OLAP), la generación de una pequeña base de datos, denominada "cubo" en terminología OLAP, que contiene todas las combinaciones y posibles agregaciones de la información de partida.

El usuario final es capaz de realizar una gran multitud de consultas espaciales de forma inmediata, sin la necesidad de utilizar ningún programa SIG utilizando para ello simples paquetes de ofimática, como por ejemplo Excel que ofrece la posibilidad de generar tablas y gráficos. Sin embargo, el futuro de dicha herramienta pasa por el desarrollo de una plataforma Web que permita la explotación y análisis de estos cubos en forma de gráficos, tablas y mapas interactivos. Es por este motivo que en el contexto del proyecto LEAC se desarrollará un prototipo de herramienta Web, que facilite el uso y acceso universal a la información con la funcionalidad anteriormente descrita.

Palabras Clave: OLAP, Integración de datos, Sistemas de Información Geográfica, Datos ambientales y socioeconómicos.

ABSTRACT

Within the Land and Ecosystem Accounting (LEAC) project developed in the context of work of the European Agency of Environment, it has been developed a methodology, which was then implemented into a tool that allows to analyze the uses of the land, its changes and tendencies for different years in Europe. In addition, this tool allows the integration not only of environmental data but also the incorporation of others types of data, as for example the socio-economic information, through different methodologies. Example of variables could be the Gross Domestic Product, active population or zones of urban influence. This integration of different thematic data allows undertaking an analysis of the available information available from a holistic perspective. In the present article the nature of the data is described, as well as the different processes to involve spatial and thematic data by means of the use of

different Geographic Information System (GIS) tools ,its introduction in a relational database and finally, by means of the use of the technology On-line Analytical Processing (OLAP), the generation of a small data base, denominated "cube" using the OLAP terminology which contains all the possible combinations and aggregations of the information included in the cube.

In this way, the end user is able to analyze of space consultations of immediate form, without the necessity to use any GIS program, instead of that using common software packages, like a spreadsheet, Excel in example, offers the users the possibility of generating tables and graphs. Nevertheless, the future of this tool goes through the development of a Spatial Web platform which will allows in the future the analysis of the cubes generating graphs, interactive tables and coropleth maps. This is the reason why in the context of the LEAC project a prototype of this tool has been planned to be developed, tool that will facilitate the exploratory analysis of the results through maps, charts and tables and a will also bring an universal access to the information and functionality due to it will be based in the Web2.0 technology.

Key words: Technology OLAP, Integration of data, GIS, environmental and socioeconomic Data

INTRODUCCIÓN

En el año 2001, momento en el cual el Centro Temático Europeo en Medio Ambiente Terrestre comenzó a desarrollar su actividad, la oficina europea de estadística, Eurostat, propuso testear la metodología LEAC (Land and Ecosystems Accounts) con vistas a su posible aplicación a los datos generados en el proyecto CORINE Land Cover (CLC). Dos casos de estudio fueron desarrollados y fueron seleccionados gracias a la disponibilidad de datos de cambios en usos del suelo.

- La costa europea (proyecto LACOAST, para los años 1975 y para el año 1990)
- Cuatro países de Europa Central (República Checa, Eslovaquia, Hungría y Rumania), que habían hecho una evaluación de la Corine Land Cover para 1975.

Durante los años 2004 y 2005, los productos del proyecto Corine Land Cover generados a nivel Europeo se pusieron a disposición de forma gradual. Esta fue la primera vez que la mayor parte de la extensión de Europa quedó mapeada para dos fechas 1990 y 2000, hecho que permitió derivar una capa de cambios de usos del suelo.

La metodología LEAC, testeada en los dos estudios piloto anteriormente mencionados, se adaptó a los nuevos conjuntos de datos, hecho que suponía la posibilidad de aplicar la metodología a Corine Land Cover 1990 y 2000, así como las correspondientes capas de cambios generadas.

Actualmente, y con la finalización de CLC para el año 2006, se nos presenta la posibilidad de aplicar la metodología LEAC para las tres fechas disponibles en CLC (1990, 2000 y 2006) y de esta forma analizar cambios y tendencias en los usos del suelo en Europa .

El objetivo principal de la metodología LEAC es proporcionar un acceso fácil y comprensivo a los datos generados en el proyecto Corine desde una perspectiva analítica; permitiendo cuantificar el "stock" y los "cambios" en cada clase de CLC para una determinada unidad de análisis, así como la cuantificación de los cambios en la cobertura del suelo producidos entre dos fechas.

La metodología LEAC también provee de una clasificación en "flujos" de los cambios en la cobertura del suelo que suponen una forma más comprensiva de analizar los cambios.

Los beneficios que aporta la metodología LEAC en comparación al análisis convencional que se puede hacer con un software SIG, es que contempla el procesado de toda la información a nivel Europeo y de cuantas unidades de análisis se requieran en un solo proceso continuo, generando una base de datos en las que todas las posibilidades de consulta se precalculan, permitiendo que posteriormente, las estadísticas basadas en CLC puedan ser consultadas de una forma fácil y rápida por el usuario final.

METODOLOGÍA Y DATOS QUE INTERVIENEN EN LEAC

La metodología LEAC se basaba en el análisis de los "stocks" y cambios para dos fechas de CLC, 1990 y 2000. Durante 2010 se espera que se complete CLC para el año 2006, lo que supondrá la posibilidad de disponer de una

tercera fecha en CLC y así poder aplicar la metodología para las fechas 2000 y 2006 permitiéndose el análisis de las tendencias en la cobertura del suelo en Europa.

En cualquier caso, y tomando como ejemplo las fechas 1990 y 2000, los productos finales del proyecto CLC 2000 se toman como principal insumo para la construcción de la bases de datos LEAC. Los productos del proyecto Corine son entregados por cada país que interviene en el proyecto al Centro Temático Europeo de Usos del Suelo e Información Espacial, en el cual se aplica un control de calidad de los datos y se procede a la generación de una capa continua para Europa. El producto final consiste en tres capas geográficas:

- CORINE Land Cover 2000
- CORINE Land Cover 1990 revisado.
- Los cambios que se han producido entre el año 1990 y 2000.

Estas capas proporcionan información sobre la superficie ocupada por diferentes tipos de cubierta del suelo y los cambios ocurridos en estas superficies entre dos fechas (1990 - 2000, 2000 - 2006) permitiéndonos analizar la información contenida por país como unidad de análisis territorial.

Dado que el objetivo de LEAC es permitir al usuario el análisis a diferentes unidades de análisis tales como:

- A nivel administrativo: límites a diversas escalas harmonizados a nivel Europeo: NUTSO, NUTS1, NUTS2 y NUTS3, etc.
- Unidades físicas, tales como las cuencas, cuencas marinas, regiones biogeográficas, etc.

El primer objetivo en la metodología LEAC es asignar estas unidades territoriales a los datos *Corine Land Cover*. Para ello la metodología utilizada pasa por la integración de los diferentes tipos de información espacial a una malla de referencia de 1km² (1km² European reference grid) por medio de la intersección de cada unidad territorial con la malla de referencia. El uso de un sistema de referencia estándar como unidad territorial mínima facilita la posterior integración de otras fuentes de datos, tales como datos socio-económicos pudiéndose de esta forma su posterior análisis de forma conjunta con los datos de los usos del suelo, lo que a su vez permite establecer correlaciones entre los usos y cambios en los usos del suelo y su impacto en las variables socio-económicas.

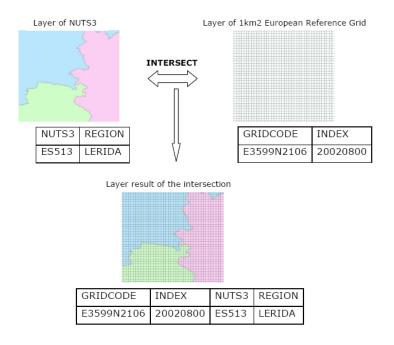


Figura 1. Intersección de Unidades administrativas en la malla de referencia.

INTEGRACIÓN DE DATOS DE COBERTURA DEL SUELO

El paso previo a la integración en la malla de referencia de todos los datos que intervienen en LEAC, es la preparación de la base de datos de cambios. De cara a obtener una base de datos coherente que nos permita identificar los cambios entre dos fechas de CLC y conocer no solo donde se ha producido un cambio en la cobertura del suelo sino que tipo el cambio se ha producido, se hace necesario construir un código único de cambio por medio del uso de los códigos asignados a cada clase de CLC. Para ello, y en las áreas donde se ha producido un cambio en la cobertura del suelo se combinan los códigos asignados para cada clase de CLC de ambas fechas, de tal manera que se puede generar un código de cambio que nos permitirá identificar en un área determinada si se ha producido un cambio en la cobertura del suelo así como identificar el cambio en si.

Para ilustrar lo descrito anterior consideremos que en un área determinada se ha producido un cambio entre los años 1990 y 2000 de "coniferous forest" que según la nomenclatura de CLC esta codificado como 311 a "continuous urban fabric" codificado como 111. Según el ejemplo anterior, el código de cambio resultante será 311111. Continuando con este ejemplo, y en caso de que no existiera un cambio en la cobertura del suelo, el código resultante sería 311311.

Los posibles cambios entre las clases de CLC están recogidos en lo que se ha denominado "Land Cover flows" que se comentarán más adelante.

Dependiendo del formato de los datos (raster o vector) se pueden utilizar diferentes procesos SIG para obtener el mismo resultado: Una tabla que contenga la superficie total para cada tipo de cambio en cada celda de la malla de referencia.

Esta tabla se considera la tabla principal del modelo de datos de LEAC. La tabla "LEAC_DATA" contendrá tres campos con la siguiente información:

- Código de celda de la malla de referencia.
- Código de Cambio (más no cambios)
- Superficie (en hectáreas)

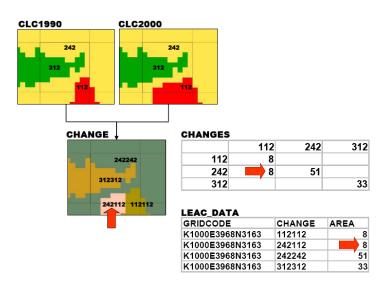


Figura 2. Creación de la tabla LEAC_DATA

INTEGRACIÓN DE LAS UNIDADES TERRITORIALES

Una vez que los datos de CLC se han asignado a las celdas de la malla de referencia se hace necesario asignar a cada celda las distintas unidades territoriales. Estas unidades territoriales se utilizarán para agrupar las celdas en el momento de analizar los cambios o el "stock" en la cobertura del suelo. Además, estas unidades territoriales serán utilizadas para reportar los resultados de los resultados obtenidos tras la consulta a la base de datos LEAC.

En el contexto de la LEAC nos referimos a estas unidades territoriales como LARUS (*Land Analytical and Reporting Units*). Cada celda contiene un valor único para un LARU dado. Para asignar un valor de LARU a una celda de la malla de referencia, utilizamos el criterio de "área máxima", que se explicará en el siguiente capitulo.

Otro factor a tener en cuenta es que debido a las diferencias geométricas entre las capas de CLC y las unidades territoriales (LARUS), algunas de las celdas de la malla de referencia cercanas a la costa no heredan datos. Para minimizar este error se aplica un proceso SIG llamado "proximity" por el cual los atributos de los LARUS se interpolan a las zonas donde anteriormente no existían datos debidos a diferencias en las geométricas.

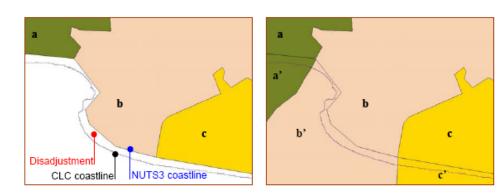


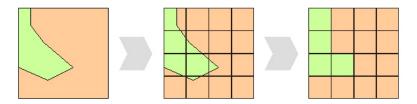
Figura 3. Proceso "Proximity"

De esta forma cada LARU se almacena en un campo de una tabla que posteriormente se vincula a la tabla LEAC_DATA a través del código de la celda de la malla de referencia. De esta forma, la vinculación entre ambas tablas nos permite consultar el modelo de datos y obtener los cambios o "stocks" en la cobertura del suelo a nivel de unidad territorial.

METODOS DE INTEGRACIÓN DE INFORMACIÓN EN LA MALLA DE REFERENCIA

Dadas las posibilidades de integración de información utilizando la metodología LEAC, dependiendo de la naturaleza de cada variable o indicador que se quiera incluir en la base de datos se ha de definir el método más óptimo para llevarlo a cabo. Para ello, hemos definido y testeado con diferentes datos los siguientes métodos de integración:

Área Máxima: La celda de la malla de referencia hereda el valor de la unidad que cubre la mayor área de la celda. Este método es apropiado para variables incontables.



Cálculo proporcional: La celda hereda un valor calculado dependiendo de los valores de las unidades que caen en su interior, y su porcentaje de ocupación de la celda. Este método se plantea apropiado para variables contables.



Cell value = Σ (V_i * Share_i) Where: V_i = Value of unit i

 $Share_i = Share of unit i within the cell$

In the example: $V_1 * 0.85 + V_2 * 0.15$

Cálculo proporcional y ponderado: La celda hereda un valor proporcional calculado, pero este valor esta ponderado para cada celda acorde a una variable externa (por ejemplo, la población). Este método puede ser aplicado para hacer una mejor distribución territorial de indicadores socioeconómicos



Cell value = $W_c \Sigma$ (V_i * Share_i) Where: V_i = Value of unit i Share_i = Share of unit i within the cell W_c = weight assigned to cell c In the example: W_c * (V_1 * 0.85 + V_2 * 0.15)

Dependiendo del tipo de indicador o variable que se quiera integrar en la malla de referencia se podrá definir un método más óptimo de integración. Independientemente del método de integración seleccionado, hay que considerar que ciertos indicadores vienen definidos por una unidad de área distinta al km2. Este hecho hace que en ciertas ocasiones se haga necesaria una conversión de las variables considerando que el área de cada celda de la malla de referencia es de 1 km2.

CLASIFICACIÓN DE LOS CAMBIOS: LAND COVER FLOWS

La metodologia de LEAC considera los 1892 (43x44) posibles cambios entre las 44 clases existentes en *Corine Land Cover*. Los cambios en los usos del suelo están agrupados en lo que se denomina *Land Cover Flows* los cuales están a su vez clasificados de acuerdo a los siguientes procesos de usos del suelo:

- lcf1 Urban land management
- lcf2 Urban residential sprawl
- Icf3 Sprawl of economic sites and infrastructures
- Icf4 Agriculture internal conversions
- Icf5 Conversion from forested & natural land to agriculture
- Icf6 Withdrawal of farming
- Icf7 Forests creation and management
- Icf8 Water bodies creation and management
- Icf9 Changes of Land Cover due to natural and multiple causes

En la base de datos de LEAC los *Land Cover Flows* están descritos en la tabla FLATMATRIX. Esta tabla puede ser modificada de acuerdo a las posibles revisiones en la definición de los procesos de usos del suelo. Los cambios que se puedan producir en la definición de estos procesos, tiene un efecto directo en los resultados que se obtienen tras consultar los datos contenido en la base de datos LEAC.

EL MODELO DE DATOS DE LEAC

Una vez descritas los principales pasos a seguir de cara a asignar a la malla de referencia la información de la cobertura del suelo así como las unidades de análisis y de reporte, es importante ver cual es el modelo de datos final de LEAC y las posibilidades de consulta que brinda.

Es importante volver a resaltar que cada celda de la malla de referencia de 1km² esta asociada a los valores de cobertura del suelo así como a las unidades de reporte y análisis, LARUS y que dicha vinculación se establece a partir del código de la celda del GRID. El código de celda de la malla de referencia actúa como clave primaria y posibilita la vinculación de la tabla LEAC_DATA y la tabla de LARU. De esta forma el modelo de datos permite la consulta de estadísticas para un determinado LARU por medio de la selección de las celdas de la malla de referencia que se encuentran dentro de ellos. La base de datos de LEAC se compone de dos tablas principales y un conjunto de tablas de definición. Las tablas principales son las que se detallan a continuación:

LEAC_DATA: contiene la información de la cobertura del suelo para cada celda de la malla de referencia. Esta tabla a su vez puede vincularse con la tabla de LARUS y la tabla FLATMATRIX tablas que se utilizan para analizar los cambios en la cobertura del suelo.

LARU: Contiene los codigos para cada unidad de analisis y reporte para cada código de celda de la malla de referencia.

A continuación se muestra de forma gráfica cada una de estas tablas así como las relaciones que se establecen entre las tablas.

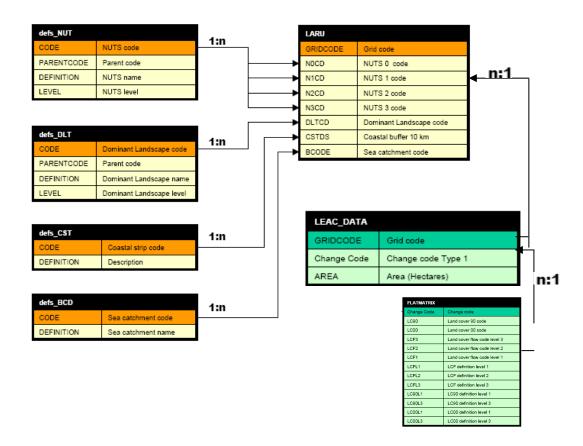


Figura 4. Modelo de datos de LEAC, tablas principales, relaciones y cardinalidad

CONCLUSIONES

Transformar la información espacial a una estructura clásica de modelo entidad-relación tiene el propósito de simplificar el procedimiento de geoprocesamiento de consulta de la información contenida en CLC. De esta forma, por ejemplo, consultas sobre la superficie de una determinada cobertura del suelo para una unidad de análisis resultado de la combinación entre diferentes unidades de análisis, se pueden general por medio de simple consultas SQL. Sin embargo, aunque por un lado la metodología LEAC facilita enormemente la consulta de estadísticas de usos del suelo, dado que la información espacial se convierte en información alfanumérica durante el proceso de construcción del modelo de datos, se pierde la capacidad directa que ofrece una herramienta SIG en explorar lo datos espaciales, haciéndose necesario la exportación de los resultados de las consultas a la base de datos LEAC y vincularlos a datos SIG para su posterior visualización y exploración visual.

En este sentido, el Centro Temático en Usos del suelo e Información Espacial ha comenzado un proyecto para el desarrollo de una aplicación Web que facilitará la consulta de la base de datos LEAC, y la posterior visualización de los resultados en forma de tablas, gráficos y mapas de coropletas que facilitará en gran medida la exploración de los resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Milego,R. and Ramos, M.(2010). Disaggregation of socioeconomic data into a regular grid: Results of the methodology testing phase, *ESPON Data Base*, Technical report.

Gomez, O., Paramo, F. (2005). Land and Ecosystems Accounts, Technical methodology, ETC/TE.

Weber, J. (2006). Implementation of land and ecosystem accounts at the European Environment Agency.

Land cover flows: http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/land-cover-flows-based-on-corine-land-cover-changes-database-1990-2000-1

Torres Manjón, J. (2010): IDEJAEN – Una herramienta para el mantenimiento continuo de la EIEL y su difusión en Internet. En: Ojeda, J., Pita, M.F. y Vallejo, I. (Eds.), *Tecnologías de la Información Geográfica: La Información Geográfica al servicio de los ciudadanos*. Secretariado de Publicaciones de la Universidad de Sevilla. Sevilla. Pp. 1.393-1.412. ISBN: 978-84-472-1294-1

IDEJAEN - UNA HERRAMIENTA PARA EL MANTENIMIENTO CONTINUO DE LA EIEL Y SU DIFUSIÓN EN INTERNET

Julio Torres Manjón

Responsable del SIG de la Diputación Provincial de Jaén. Plaza de San Francisco, 2 - 23071 Jaén. jtorres@promojaen.es

RESUMEN:

La Diputación de Jaén dispone desde 1998 de un SIG que recoge todos los datos municipales exigidos por la EIEL realizándose mantenimiento continuo desde el año 2005.

Actualmente los 95 ayuntamientos afectados por la EIEL, empresas de abastecimiento de agua y de recogida de residuos demandan información geográfica. Hasta 2009 se les facilitaba la información mediante mapas en soporte papel. Desde 2009 el mantenimiento de la EIEL hay que hacerlo anualmente por lo que se necesita disponer de servicios de publicación que satisfagan la demanda existente de IG asegurando su mantenimiento y realimentación del SIG. En abril 2010 se implemento el Geoportal IdeJaen (http://www.dipujaen.es/geoportal/) que incorpora servicios WMS. Actualmente 61 municipios de la provincia colaboran activamente en el mantenimiento de los datos mediante software libre gvSIG. Se han entregado 57 TabletPC a los ayuntamientos y se han realizado programas de formación para proporcionar a los mismos los medios técnicos y los conocimientos necesarios para la actualización de los datos.

Estos servicios WMS ofrecen información sobre la EIEL de los 95 municipios con menos de 50,000 habitantes (todos excepto Jaén y Linares) con IG a nivel de calle en todos los núcleos de población de dichos municipios.

Palabras Clave: EIEL, SIG, WMS, IG.

ABSTRACT:

Jaén Provincial/County Council since 1998 available a GIS that contains all data required by municipal Survey of Local Infraestructure and Equipment (EIEL) ongoing maintenance carried out since 2005.

Currently, 95 affected municipalities by the EIEL, water companies and waste collection companies demand geographic information services. So far they are being provided by other means of publication with paper maps. Since 2009 the EIEL maintenance must be done annually for what is needed publishing services available to meet IG existing demand and feedback ensuring maintenance of the GIS. In April 2010 the portal was implemented IdeJaen (http://www.dipujaen.es/geoportal/) incorporating WMS services. Currently 61 province municipalities are actively involved in the data maintenance using free software gvSIG. 57 TabletPC have been delivered to the municipalities, and have been realized training programs that give them the necessarytechnical means and knowledge to updating the data.

These WMS services provide information about the 95 municipalities EIEL with fewer than 50,000 inhabitants (all except Linares and Jaen) with IG at street level by all population cores of the above mentioned municipalities.

Key Words: EIEL, GIS, WMS, IG.

1. EL SIG CORPORATIVO DE LA DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE JAÉN

El Sistema de Información Geográfica de la Diputación de Jaén se implantó en 1998. Su definición se realizó bajo la premisa de acogerse a estándares de la época (formatos, modelo de datos, plataforma, etc.) de manera que permitiese la compatibilidad con otras fuentes de datos. Se realizó así la integración en una sola base de datos espacial de toda la información territorial recopilada desde 1995 hasta la fecha procedente de las fuentes siguientes:

- Tomas de datos en campo (cada cuatro años hasta el año 2005).
- Mantenimiento continuo de los datos a partir del año 2005.
- La Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales.
- La procedente de las inversiones de los Planes de Obras y Servicios de esta Diputación.
- La procedente de los Ayuntamientos.
- La procedente de otras Administraciones.
- La procedente de las empresas de Servicios.

En la actualidad los 95 ayuntamientos afectados por la EIEL y cuatro empresas de servicios demandan información geográfica que utilizan a diario. Hasta la fecha se les está facilitando por otros medios de publicación (mapas en soporte papel, imágenes capturadas, ficheros pdf, etc.)

Para la actualización de la EIEL2008 la Diputación de Jaén facilitó a los ayuntamientos más de 3,000 mapas temáticos en soporte papel en color y formato A3 que reflejaban el estado de sus infraestructuras y equipamientos municipales. A partir de 2009 el mantenimiento de la EIEL hay que hacerlo anualmente según lo establecido por el Ministerio de Política Territorial por lo que este importante esfuerzo de edición habría que repetirlo cada año.

Se impone por tanto disponer de unos servicios de publicación más eficaces que los actuales para satisfacer plenamente la demanda existente de Información Geográfica y que aseguren su mantenimiento sobre las bases siguientes:

MAS ACCESIBILIDAD = MAS SUPERVISORES = MAS COLABORADORES = MAS CALIDAD DE LOS DATOS

Considerando que es un criterio de calidad de la información, constituye además una decisión estratégica para asegurar la REALIMENTACIÓN DEL SISTEMA de Información Geográfica.

Mas información en:

http://www.dipujaen.es/conoce-diputacion/areas-organismos-empresas/areaF/informacion-geografica/que_es_un_sig.html

2. SERVICIO WMS DE LA DIPUTACIÓN DE JAÉN

En base a lo anterior se optó por el desarrollo e implantación de un geoportal o IDE local a desarrollar en dos fases.

Primera Fase:

En una primera fase, destinada especialmente a dar servicio a los ayuntamientos de la provincia, se implantó un Servicio WMS desarrollado íntegramente en software libre que diera satisfacción a las necesidades anteriores y que cumpliera además los estándares OGC y la Directiva Europea InspirE.

Este servicio WMS está operativo desde septiembre de 2009.

Segunda Fase:

Desarrollo e implantación del geoportal IdeJaen integrando los servicios WMS desarrollados en la primera fase. El geoportal está accesible en Internet desde mayo de 2010.

2.1 Accesibilidad a los servicios WMS de la Diputación Provincial de Jaén.

El acceso al servicio WMS se realiza mediante la URL siguiente:

http://www.dipujaen.es/idejaen/wms?

Mensaje de Bienvenida y Descripción de los servicios:

SERVICIO WMS de la DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE JAÉN.

Este servicio es de uso libre y gratuito.

La información publicada no tiene la categoría de cartografía oficial, por lo que no debe ser utilizada para ningún tipo de certificado. Para obtener certificado de la información debe ser solicitado al organismo gestor o titular de la infraestructura correspondiente.

Estos servicios WMS ofrecen información sobre las Infraestructuras y Equipamientos Municipales (EIEL)de los 95 municipios con menos de 50,000 habitantes de la provincia de Jaén, o sea todos excepto Jaén y Linares.

CARTOGRAFÍA BASE: La cartografía base utilizada a nivel provincial es el MTA10 del Instituto de Cartografía de Andalucía. La información geográfica por tanto está georeferenciada según la proyección UTM en el huso 30 (ED50 HUSO 30). A nivel urbano se utiliza la de la Dirección General del Catastro y la propia elaborada por esta Diputación Provincial.

FUENTES DE DATOS: Encuesta de Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) con datos referidos al año 2008, los datos facilitados por los 95 ayuntamientos afectados por la EIEL, las empresas de servicios participadas por esta Diputación Provincial, los existentes en los expedientes de inversión de esta Diputación y los facilitados por otras administraciones.

3. INFORMACIÓN GEOGRÁFICA PUESTA EN RED MEDIANTE LOS SERVICIOS WMS DE LA DIPUTACIÓN DE JAÉN

Siguiendo el principio inspirador de las IDE respecto a no duplicar esfuerzos, la Diputación de Jaén no publicará cartografía base al no ser productora de la misma. En cuanto a los mismos principios respecto a la difusión de la información, su integración con otras, compartirla y garantizar la interoperabilidad, mediante estos servicios WMS se da libre acceso a aquella información geográfica que produce y mantiene directamente esta Diputación, en concreto la cartografía temática y datos siguientes:



Figura 1: Información geográfica a nivel municipal.



Figura 2: Información geográfica a nivel de núcleo de población.

4. ESTRUCTURA DE LA INFORMACIÓN OFERTADA

- DIVISIONES ADMINISTRATIVAS.
 - Términos Municipales.
 - Núcleos de población.
- VÍAS DE COMUNICACIÓN.
 - Red Viaria de la Provincia de Jaén (Carreteras).
 - Caminos, sendas y veredas.
- CALLEJERO PROVINCIAL.
 - Callejero de todos los núcleos urbanos de los municipios afectados por la EIEL.
- > EQUIPAMIENTOS MUNICIPALES.
 - Equipamientos Municipales clasificados según EIEL.
 - Instalaciones Deportivas.

INFRAESTRUCTURA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.

- Captaciones.
- Conducciones.
- Elementos de conducciones.
- Depósitos.
- Estaciones Depuradoras de Agua Potable (ETAP).

> INFRAESTRUCTURAS URBANAS.

En cada uno de los municipios afectados por la EIEL la información siguiente:

- PAVIMENTACIONES.
 - Pavimentaciones clasificadas por material.
- ABASTECIMIENTO DE AGUA.
 - Abastecimiento Redes de Distribución clasificadas por material.
 - Elementos de la red de distribución de agua.
- SANEAMIENTO URBANO.
 - Redes de Saneamiento Urbano de agua.
 - Elementos de la red de saneamiento.
- ALUMBRADO PÚBLICO.
 - Puntos de luz clasificados por tipo de lámpara.
- ENERGÍA (Futuro).
 - Centros de Transformación.
 - Líneas de Media Tensión (Capa en ejecución hasta disponibilidad de datos WMS de empresas gestoras del servicio).
 - Redes de Transporte de Energía (Capa en ejecución hasta disponibilidad de datos WMS de Red Eléctrica de España).
 - Gasoductos (Capa en ejecución)

> TOPONIMIA.

4.1 Interoperabilidad del servicio WMS Idejaen.

En las figuras siguientes puede verse la interoperabilidad de los servicios WMS visualizados desde el software libre gvSIG.

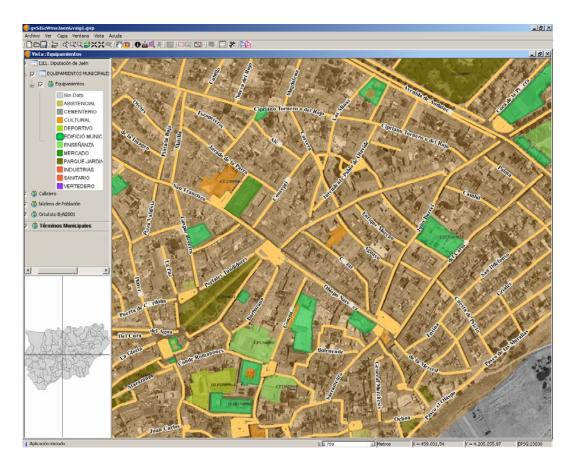


Figura 3. Interoperabilidad de servicios: equipamientos + MTA10 Ortofotografía en ByN del ICA (Datos reales de red en servicios WMS).

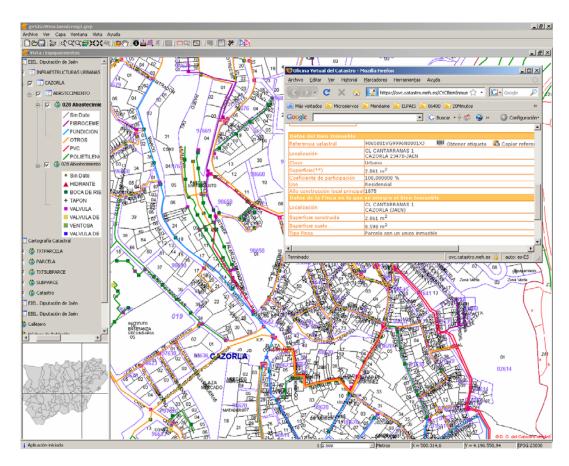


Figura 4. Interoperabilidad de servicios: red de abastecimiento de agua + Oficina virtual del Catastro (Datos reales de red en servicios WMS).

4.2 Solicitudes de los usuarios al servicio WMS.

En el período comprendido entre Noviembre de 2009 hasta mayo de 2010 el servicio WMS ha tenido 3.500.000 solicitudes. El crecimiento y evolución de la demanda de dicho servicio por parte de los usuarios puede verse en el gráfico adjunto.

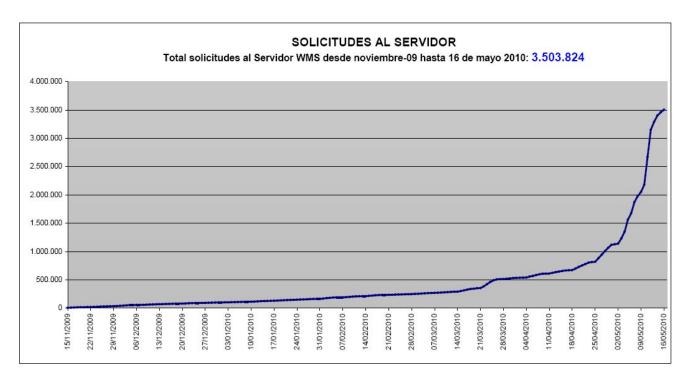


Figura 5. Solicitudes al servidor WMS

5. GEOPORTAL IDEJAEN

El geoportal de la Diputación Provincial de Jaén está accesible en la dirección (http://www.dipujaen.es/geoportal/).

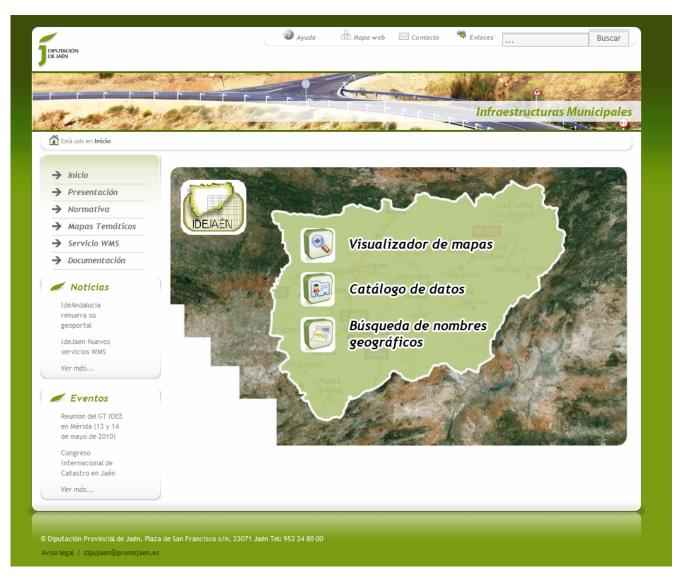


Figura 6. Página inicial del geoportal IdeJaen.

La IDE incluye lo siguiente:

- Un cliente de CATÁLOGO de datos.
- Un buscador de nombres geográficos.
- > Un VISOR de mapas.
- > Un servidor de mapas.
- ➤ Un servidor de METADATOS.
- Un servidor de localizaciones geográficas o NOMENCLATOR.

5.1 Funcionalidades básicas del Geoportal.

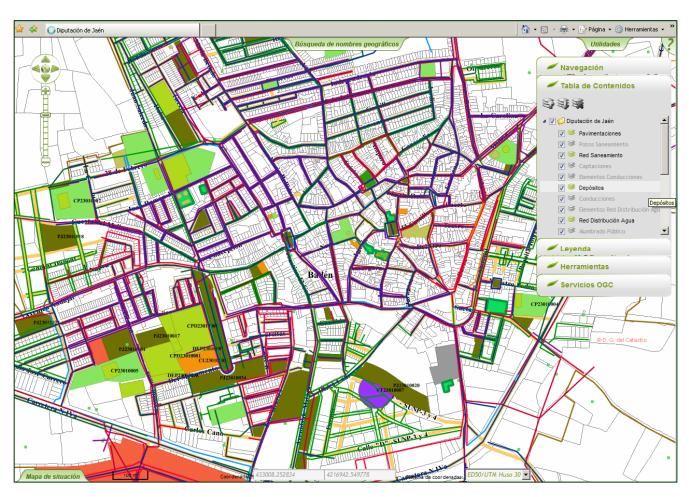


Figura 7. VISOR de mapas con todas las capas de información.

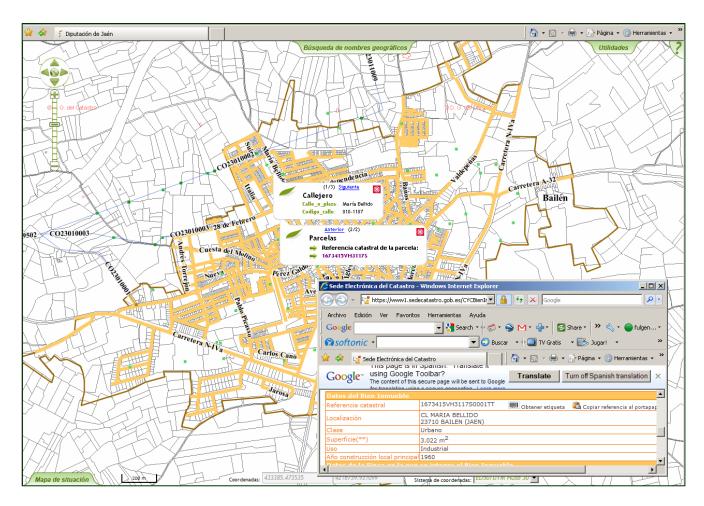


Figura 8. VISOR de mapas (Callejero + Catastro por selección gráfica en pantalla).

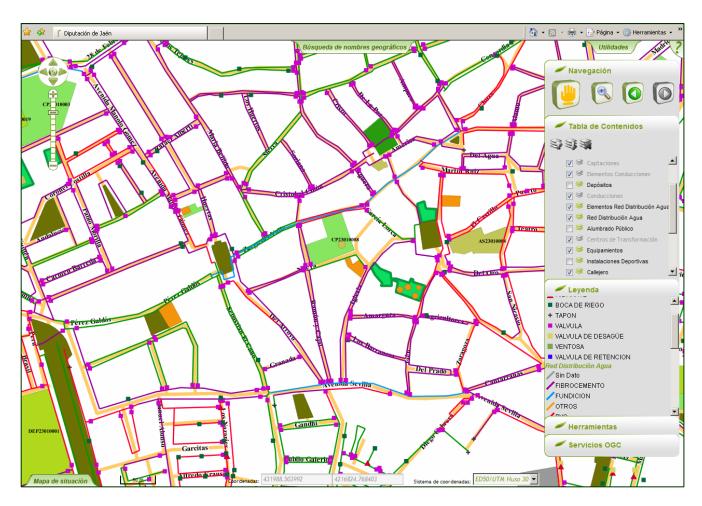


Figura 9. VISOR de mapas (Callejero + Abastecimiento de agua).

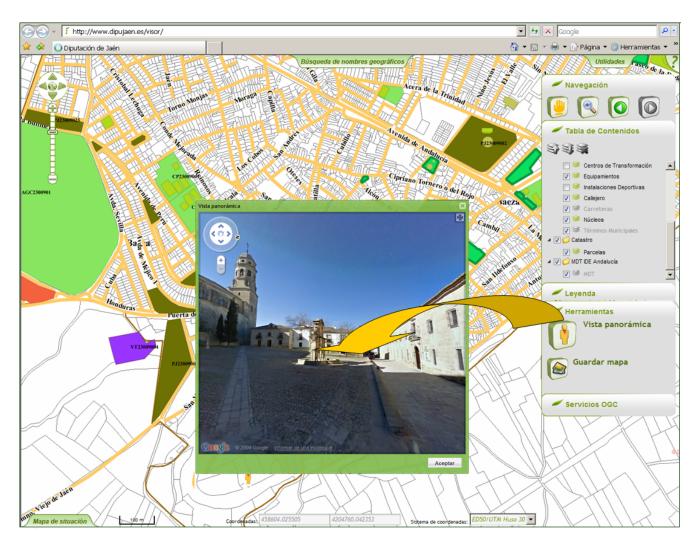


Figura 10. VISOR de mapas (Callejero + Equipamientos + imagen de Google Street View).

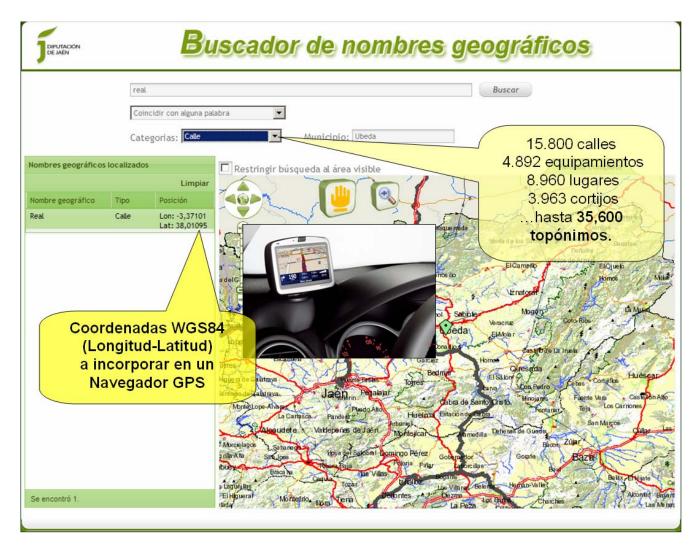


Figura 11. NOMENCLATOR (Búsqueda en capa de Topónimos-Resultado coordenadas WGS84).



Figura 12. CATÁLOGO de datos (Metadatos).

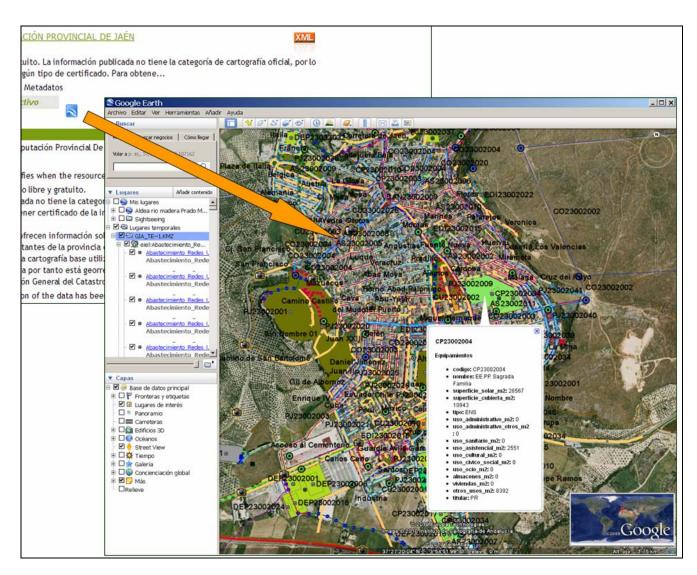


Figura 13. Visualización y consulta con el visor de Google Earth.

6. MANTENIMIENTO CONTINUO DE LOS DATOS-METODOLOGÍA

El volumen de datos a actualizar, la velocidad de cambio de los mismos y la necesidad de mejorar la calidad de los datos hace imposible su actualización con los recursos humanos disponibles. Por ser los ayuntamientos los mejores conocedores de la realidad municipal y sus necesidades concretas se solicitó su colaboración en el mantenimiento de los mismos.

En la actualidad 61 Municipios de la provincia de Jaén disponen ya de aplicaciones SIG de software libre, han recibido la formación necesaria y están en condiciones de acceder con sus propios medios a la IG existente en las IDE's nacionales, regionales y locales existentes y en especial a la de la Diputación de Jaén.

6.1 Software SIG.

Los propios ayuntamientos han descargado e instalado en sus equipos de sobremesa la aplicación de software libre "gvSIG 1.1.2".

Se les ha facilitado además un "proyecto tipo" que incluye todas las coberturas de su municipio con datos actualizados al año 2008. Se dispone por tanto de un modelo de datos único y armonizado para todas las administraciones locales de la provincia (ayuntamientos y Diputación).

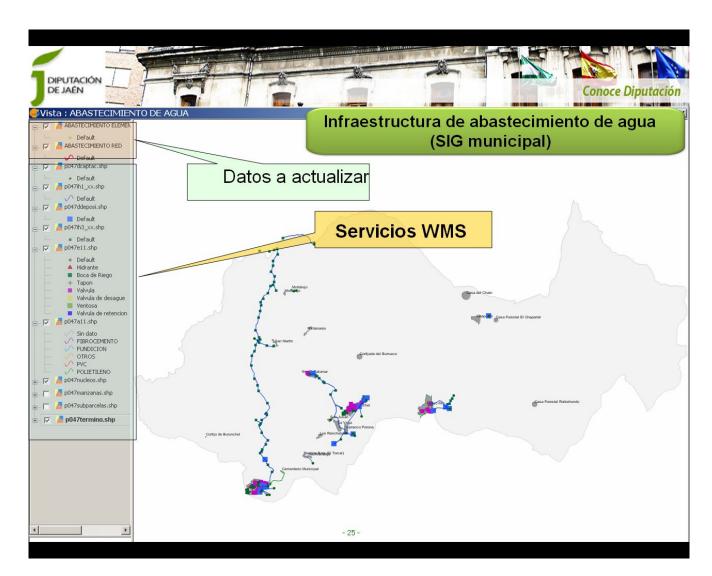


Figura 14. Proyecto tipo en gvSIG 1.1.2

6.2 Dotación de equipos informáticos.

Entre agosto de 2009 y abril de 2010 se han facilitado 57 equipos Tablet PC a otros tantos ayuntamientos que ya habían actualizado datos de la EIEL2008 por medio de estas tecnologías, poniendo así a su disposición una herramienta que permite el uso de SIG, dotándoles además de movilidad y facilitando la captura y actualización de los datos en campo mediante gvSIG y otras aplicaciones de software libre.

6.3 Formación.

Durante el último semestre de 2010, 45 ayuntamientos de la provincia pudieron acceder a un curso por Internet en la plataforma AULASCA del Instituto de Cartografía de Andalucía.

En Septiembre de 2010 promovidos por esta Diputación, se impartieron 6 acciones formativas presenciales sobre "gvSIG" y el uso de los "TabletPC". A los cursos de formación han asistido un total de 73 técnicos (20 de la Diputación Provincial de Jaén, 50 técnicos municipales y 3 técnicos de empresas de servicios).

Los cursos han sido impartidos por las empresas adjudicatarias de la implantación del geoportal (EPTISA TI) , la empresa suministradora de los equipos y personal del SIG de esta Diputación.

6.4 Apoyo y asistencia técnica a los ayuntamientos.

Asistencia permanente mediante reuniones de trabajo, talleres, teléfono y por correo electrónico. Las instrucciones, coordinación y la resolución de dudas o consultas son atendidas por el personal del SIG de Diputación (3 Ingenieros Técnicos + 6 Arquitectos Técnicos) responsables del mantenimiento de las bases de datos territoriales corporativas.

7. METODOLOGÍA DE ACTUALIZACIÓN.

El personal del SIG actualiza en el sistema todos los cambios que se producen en el territorio basándose principalmente en la información contenida en los expedientes de inversión de esta Diputación una vez terminadas las obras. Esta fuente de datos, por su incidencia en los cambios del territorio, por la gran cantidad de información geográfica y técnica que contiene, que además está documentada y codificada es fundamental para la actualización de los datos ya que produce un flujo continuo de los mismos. No obstante, al no recoger los cambios que se producen en el territorio por las actuaciones de otros organismos estatales, autonómicos, municipales y privados tiene que complementarse con la existente en la administración más cercana a los datos y mejor conocedora de los mismos, como son los Ayuntamientos.

Los ayuntamientos digitalizan sobre las coberturas solamente los cambios respecto a la información existente en la base de datos del SIG. Estas coberturas se envían por correo electrónico al personal del SIG corporativo el cual una vez analizadas y conciliada la información introduce los cambios necesarios en las bases de datos del SIG.

Los técnicos del SIG utilizan para la normalización y la actualización las herramientas SIG siguientes:

- ArcView 1.1 (propietario), en desuso.
- ArcGis 9.3 (propietario)
- ArcEditor 9.3 (propietario)
- GvSIG (libre).
- Kosmo (libre).
- Sextante (libre).

Se dispone por tanto de las herramientas, la tecnología, la estructura de los datos, los medios humanos y la infraestructura necesaria para REALIMENTAR continuamente el sistema. El objetivo final es la actualización y publicación de los datos en tiempo real.

Palabras clave: EIEL, SIG, URL, ETAP, ICA, WMS, IG, OGC, IDE.

AGRADECIMIENTOS:

Teniendo en cuenta los escasos recursos de los ayuntamientos es un esfuerzo que exige el mayor reconocimiento. Agradecimiento a los mismos y a los más de 100 técnicos que están colaborando en el mantenimiento de los datos y que hace posible el acceso público a la información del geoportal IdeJaen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y FUENTES DE DATOS

Dirección General del Catastro (http://www.catastro.meh.es/servicios/wms/wms.htm).

Directiva Europea INSPIRE (2007/2/CE).

Geoportal Autonómico "IdeAndalucia" (http://www.ideandalucia.es/).

Geoportal Estatal "IDEE" (http://www.idee.es/show.do?to=pideep_pidee.ES).

Junta de Extremadura (Sextante)

(http://forge.osor.eu/plugins/wiki/index.php?P%C3%A1gina%20principal&id=13&type=g).

Ministerio de Política Territorial - EIEL

(http://www.mpt.es/documentacion/politica_local/coop_econom_local_estado_fondos_europeos/informacion_s_ocieconomica_local.html).

Open Geospatial Consortium (http://www.opengeospatial.org/)

Plan Cartográfico de Andalucía 2009-2012 (BOJA 215 de 29 de Octubre de 2008).

Plan Cartográfico Nacional (RD 1545/2007, de 23 de noviembre de 2007)

Página web de gvSIG (http://www.gvsig.org/web/).

Página web de SAIG- Kosmo (http://www.saig.es/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1).