

Nuevas tendencias en sistemas de informació geogràfica



Table of Contents

Introducción	3
Objetivos	5
1. El auge de los sistemas de información geográfica	6
2. El marco tecnológico que propicia la expansión de los SIG	8
2.1 La interoperabilidad y los nuevos formatos para el intercambio de información geográfica	8
2.1.1 XML	9
2.1.2 JSON	18
2.2 La revolución Web 2.0	19
2.2.1 AJAX	20
2.2.2 Servicios Web	22
2.2.3 Los mashups	23
2.2.4 HTML5	23
2.2.4 Google como impulsor de la Web 2.0	26
2.3 Movilidad y localización	36
3. Los SIG como tecnología corporativa	41
3.1 La respuesta de los SIG a las nuevas arquitecturas	41
3.2 Posibilidades de personalización de los SIG	44
3.3 SIG y software libre	46
3.4 Integración SIG con otras plataformas TI	47
3.5 Los SIG y la computación en la nube	49
4 El debate social en torno a las nuevas tendencias en SIG	52
4.1 Acceso público a los datos públicos	52
4.2 Información geográfica y privacidad	52
4.3 Nuevos productores y calidad de la información geográfica	54
5. El futuro de los sistemas de información geográfica	56
Resumen	58
Ejercicios de autoevaluación	59
Respuestas	61
Glosario	63
Bibliografía	65

Introducción

A estas alturas ya conocéis los principales conceptos referentes a los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y debéis ser capaces de aplicarlos para capturar, analizar y mostrar información georreferenciada. En esta asignatura describiremos algunas de las tendencias actuales en el mundo de los SIG.

Los SIG están viviendo una rápida expansión en el ámbito de internet. El éxito de alguno de los fenómenos que estudiaremos, como es el caso de Google Maps, ha permitido a los usuarios crear, de forma sencilla, aplicaciones Web con contenidos y funcionalidades espaciales. Estas aplicaciones aportan un sinnúmero de nuevas utilidades a un amplio grupo de usuarios no especializados: desde un periodista ubicando una noticia a un turista planificando su viaje, pasando por la búsqueda de vivienda, empleo, etc...

A esta democratización en el uso de información georreferenciada ha contribuido también el espectacular aumento en el número de terminales móviles con GPS incorporado: teléfonos móviles, PDA y navegadores para vehículos permiten a los usuarios no sólo conocer su localización sino, además, acceder a nuevos servicios basados en ésta.

Finalmente, un nuevo conjunto de herramientas permiten a los usuarios incluir y analizar su propia información en entornos 3D. Estas herramientas proporcionan al usuario una experiencia visual de gran realismo y además, permiten la integración de la variable tiempo en la visualización de información geográfica, una de las barreras de las tradicionales aplicaciones SIG de escritorio.

Todas estas tendencias podrían englobarse en lo que se ha denominado *neogeografía*. Según la definición formal más aceptada de éste término (Turner, 2007), podemos definir neogeografía como:

“el conjunto de técnicas y herramientas geográficas usadas en actividades personales o por grupos de usuarios no expertos sin un objetivo formal ni analítico”

Según esta definición, el ámbito de la neogeografía se situaría, por tanto, en las aplicaciones populares, accesibles, en contraposición con la geografía tradicional, que ha desarrollado técnicas y herramientas orientadas hacia aplicaciones formales, con mayor énfasis en la precisión y exactitud.

En la actualidad existe un amplio debate no sólo en cuanto a la propia definición del concepto “neogeografía” sino a la inclusión de estas técnicas y herramientas en el mundo SIG. Podéis leer, por ejemplo, las reacciones que provocaron las declaraciones de Mike Hickey, Presidente de Pitney Bowes (firma que desarrolla en la actualidad el software MapInfo) referentes a la neogeografía: “neogeografía... no es SIG”. Joe Francica (Francica, 2007), editor de la revista online Directions Magazine, recoge estas declaraciones en el blog All Points Blog, en <http://apb.directionsmag.com/archives/3703-.html>

Algunos de los *bloggers* más influyentes recogen y comentan estas declaraciones:

- Paul Ramsey (Ramsey, 2007), fundador de Refranctions Inc.: <http://blog.cleverelephant.ca/2007/12/real-men-use-real-gis-software.html>, comenta, con cierta ironía, que el valor del software no debe calcularse sólo en valor de su precio.

- Andrew Turner (Turner, 2007), fundador de Geocommons y Mapufacturer: <http://highearthorbit.com/neogeography-towards-a-definition/> defiende que la distinción entre geografía clásica y neogeografía no reside en la herramienta utilizada, sino en la finalidad del estudio (en este artículo se recoge, además, la definición de neogeografía que hemos citado en el texto).

- Por otro lado, Jack Dangarmond, Presidente de ESRI, sin referirse directamente al término neogeografía remarca la diferencia entre las aplicaciones SIG tradicionales y aquellas que dan soporte a las nuevas aplicaciones amigables o “user-friendly” en: <http://www.govtech.com/policy-management/102478664.html>, si bien indica como la neogeografía está incorporándose en aplicaciones SIG clásicas.

- Desde el mundo universitario también ha habido interesantes participaciones en este debate. Puede verse, por ejemplo, el siguiente artículo de Michael Goodchild (Goodchild, 2009), Director del Centro de Estudios Espaciales de la Universidad de California, en: [http://pdfserve.informaworld.com/507842~_~_911734343.pdf]] en el que se intenta definir el alcance de la neogeografía.

Sin embargo, cada vez encontramos más aplicaciones “neo-geo” que implementan funcionalidades SIG complejas al tiempo que productos SIG “tradicionales” se orientan hacia las técnicas propias de la neogeografía.

Del lado de los SIG “tradicionales”, además, se está produciendo también una evolución desde las herramientas técnicas o departamentales a los sistemas de información corporativos.

Estos serán, en líneas generales, los contenidos que abordaremos en esta asignatura. En el primer capítulo introduciremos brevemente como los Sistemas de Información Geográfica han evolucionado en los últimos años.

A continuación, en el capítulo 2 se revisarán aquellas tendencias que permiten el acceso a los usuarios, de forma masiva, a información y funcionalidad geográfica. Para ello nos centraremos en el momento tecnológico en el que nos encontramos,

fundamentalmente marcado por el nuevo contexto de desarrollo de aplicaciones en internet que algunos han venido a denominar Web 2.0. Analizaremos algunas de las técnicas, métodos y estándares en los que se ha cimentado y conoceremos como estas tendencias están promoviendo nuevas formas en el acceso a datos y funcionalidades geográficas. Nos detendremos también a valorar el impacto que la difusión de tecnologías móviles está teniendo en el mundo de los Sistemas de Información Geográfica. En definitiva, exploraremos la vertiente “neo-geo” de los SIG, desde sus fundamentos tecnológicos.

En el capítulo 3 vamos a profundizar en aquellos aspectos tecnológicos más cercanos con la visión tradicional de los SIG como sistemas de información. Conoceremos como los SIG se están adaptado a las nuevas arquitecturas de Tecnologías de la Información (TI), el emergente mundo de los SIG de código abierto, etc... Veremos como los SIG se están introduciendo en las organizaciones como plataformas corporativas y no como meras herramientas técnicas departamentales.

Dedicaremos el capítulo 4 valorar algunos aspectos derivados de las consecuencias sociales y limitaciones legales del uso de estas herramientas. En el quinto y último capítulo nos aventuraremos a realizar una exploración sobre el futuro de los SIG.

Objetivos

En esta asignatura vamos a profundizar en las tendencias y desarrollos futuros ligados a los Sistemas de Información Geográfica. Una vez finalizada esta asignatura, debéis ser capaces de:

- 1) Conocer las últimas tendencias en Sistemas de Información Geográfica y su relación con el desarrollo general de las Tecnologías de la Información, especialmente aquellas relacionadas con internet.

- 2) Utilizar herramientas como Google Maps y Google Earth a nivel de usuario así como algunas de las alternativas a estos productos: Bing Maps, OpenStreetMap, ArcGIS Online o Nasa World Wind .

- 3) Conocer algunas de las plataformas de movilidad que incluyen herramientas para desarrollar nuevas aplicaciones con funcionalidades geográficas.

- 4) Comprender cómo se está produciendo la integración de los SIG en los entornos corporativos.

- 5) Conocer algunos de los debates más importantes que se están produciendo en torno a los nuevos usos de la información geográfica y su impacto social.

- 6) Vislumbrar las implicaciones futuras que se derivan del estado actual de los Sistemas de Información Geográfica.

1. El auge de los sistemas de información geográfica

Los SIG se han hecho visibles (sobre todo, pero no exclusivamente) en internet con aplicaciones capaces de combinar información geográfica en la red, con información provista con los usuarios y funcionalidades de análisis espacial, todo ello con unas interfaces de usuario muy intuitivas y accesibles. Esta expansión de los SIG está conllevando un proceso de normalización en el uso de la información geográfica.

Las nuevas propuestas en arquitecturas distribuidas y el desarrollo de las nuevas tecnologías, sobre todo internet, han permitido la creación de herramientas y técnicas que han abierto las funcionalidades SIG a muchas plataformas y usuarios. De esta manera se ha incrementado exponencialmente el uso y el aprovechamiento de los SIG.

Este proceso de normalización ha tenido impacto, por un lado, en el entorno privado de los usuarios (hobbies, viajes, etc...); y por el otro, en las organizaciones, que han descubierto que una parte importante de la información que manejan tiene una componente geográfica y que los SIG incluyen potentes herramientas capaces de analizar esta información y generar un valor añadido. De esta forma, los SIG se han convertido en herramientas corporativas y ello ha llevado a cambios en la cultura “geográfica” dentro de las propias organizaciones:

- La información geográfica se mantiene y explota en entornos no propiamente SIG¹: CRM, ERP, BI, etc
- Algunas tareas de mantenimiento de los datos y la administración de los nuevos sistemas SIG se ha centralizado e incorporado en los departamentos de Sistemas de las organizaciones.
- Los usuarios acceden a información y funcionalidad geográfica diferente según sus perfiles.

En el caso de la administración pública, esta tendencia ha dado un paso más, llegando a regularse el libre acceso de los ciudadanos a la información geográfica. Así, por ejemplo, la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo o Directiva INSPIRE, recoge, en su artículo 14 la obligatoriedad, por parte de los Estados miembros, de poner a disposición del público servicios geográficos (de localización y de visualización cartográfica) de forma gratuita (Unión Europea, 2007). En el caso del estado español, por ejemplo, esta norma está en la fundamentación de la Orden FOM/956/2008 que aprueba la política de difusión pública de la información geográfica generada por el Instituto Geográfico Nacional (España, 2008). También regula la creación del Centro Nacional de Descargas², dependiente del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG), página desde la que es posible descargar, de forma gratuita para usos no comerciales, la información geográfica generada por el Instituto Geográfico Nacional español.

En definitiva, la información geográfica y los programas para gestionar esta información se han hecho accesibles a un gran número de usuarios. Estos usuarios explotan esta información en diferentes entornos, tanto privados como públicos.

Paralelamente a todo esto, los servicios “geo” suponen ya cifras de negocio importantes a nivel mundial. En un reciente estudio realizado por la consultora Oxera por encargo de Google Inc. (Oxera, 2013), la industria geoespacial genera, a nivel mundial, unos beneficios entre los 150.000 millones de dólares y los 270.000 millones de dólares. Se espera un incremento de estos beneficios en torno al 13 % en el año 2016. Estas empresas pagan 90.000 millones de dólares en concepto de salarios a sus empleados.

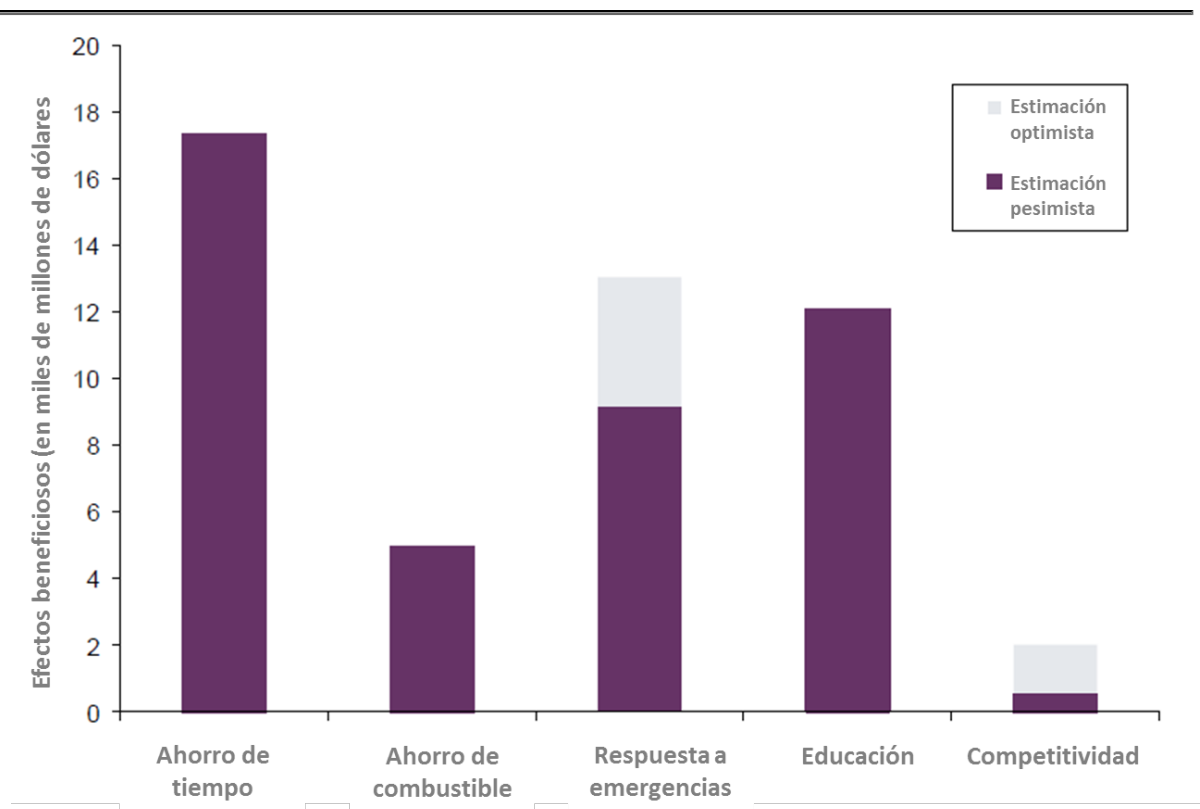


Figura 1 Beneficios para los usuarios de servicios geo (Fuente Oxera, 2013)

Los servicios pueden ser también estimados. Como muestran la Figura 1, estos beneficios pueden obtenerse por varias vías, algunas directas: como el ahorro de tiempo o combustible, etc... y otras más generales como el aumento de la competitividad.

En el siguiente capítulo profundizaremos en las tendencias que están facilitando este aumento del interés de los usuarios por aplicaciones e información geográfica. Nos centraremos especialmente en los ámbitos donde se está produciendo esta explosión: en internet y en los entornos móviles.

1. [^](#) CRM o Customer Relationship Management (o software de gestión de la relación con los clientes, en castellano) son sistemas informáticos de apoyo a la gestión de las relaciones con los clientes, a la venta y al marketing.
 ERP o Enterprise Resource Planing (o software de planificación de recursos empresariales en castellano) son sistemas que gestionan de forma integral los aspectos relacionados con la gestión empresarial.
 BI o Business Intelligence (o software de inteligencia de negocio) son herramientas orientadas a la obtención de conocimiento a partir de los datos existentes en una organización o empresa.
2. [^ http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp](http://centrodedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp)

2. El marco tecnológico que propicia la expansión de los SIG

Tabla de contenidos

- [2.1 La interoperabilidad y los nuevos formatos para el intercambio de información geográfica](#)
 - [2.1.1 XML](#)
 - [2.1.1.1 GML](#)
 - [2.1.1.2 KML](#)
 - [2.1.1.3 GeoRSS](#)
 - [2.1.2 JSON](#)
 - [2.1.2.1 GeoJSON](#)
- [2.2 La revolución Web 2.0](#)
 - [2.2.1 AJAX](#)
 - [2.2.2 Servicios Web](#)
 - [2.2.3 Los mashups](#)
 - [2.2.4 HTML5](#)
 - [2.2.4 Google como impulsor de la Web 2.0](#)
 - [2.2.4.1 Google Maps](#)
 - [2.2.4.2 Google Earth](#)
- [2.3 Movilidad y localización](#)

Como indicábamos en el capítulo anterior, los SIG se han incorporado a la cultura tecnológica del ciudadano medio en los últimos años. En este capítulo nos introduciremos en algunas de las corrientes y tendencias tecnológicas actuales que facilitan y promueven de forma activa este amplio despliegue de los SIG, fundamentalmente en los entornos Web y de movilidad. Algunas de éstas son:

- La interoperabilidad y los nuevos formatos para el intercambio de información geográfica.
- La revolución Web 2.0.
- Las nuevas aplicaciones de movilidad.

Comenzaremos revisando los distintos formatos de datos que se emplean en la actualidad para el intercambio de información geográfica. Estos formatos están soportando la revolución Web 2.0, que veremos en el siguiente apartado.

Finalmente, profundizaremos en cómo el desarrollo de la tecnología móvil está impactando en el uso de aplicaciones con componente geográfica tanto para la captura como para la consulta de información geográfica.

2.1 La interoperabilidad y los nuevos formatos para el intercambio de información geográfica

En la asignatura *Servicios OGC* habéis profundizado ya en el término interoperabilidad, fundamentalmente en lo referente al intercambio de información geográfica. Según la [Decisión 2004/387/CE](#) del Parlamento Europeo y del Consejo de 21 de abril de 2004 relativa a la prestación interoperable de servicios paneuropeos de administración electrónica al sector público, las empresas y los ciudadanos -IDABC-, se define el término interoperabilidad como:

Artículo 3:

f) «interoperabilidad»: capacidad de los sistemas de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), y de los procesos empresariales a los que apoyan, de intercambiar datos y posibilitar la puesta en común de información y conocimientos.

En el caso de internet, por ejemplo, la interoperabilidad ha sido un concepto clave: todos podemos acceder a internet sin trabas, siempre que nuestros navegadores usen estándares abiertos como HTML.

Recordad

HTML, HyperText Markup Language, o Lenguaje de Marcado de Hipertexto es el lenguaje de marcado más extendido en internet y es un estándar mantenido por el World Wide Web Consortium (W3C). Tenéis más información en: <http://www.w3.org/html/>

El uso de nuevos formatos, como los denominados XML y JSON, se ha impuesto en los últimos años como medio para garantizar la interoperabilidad entre servicios y aplicaciones, lo que facilita el intercambio de datos. Dedicaremos a continuación unas líneas a cada uno de estos formatos y sobre todo a sus aplicaciones al intercambio de información geográfica.

2.1.1 XML

De las siglas en inglés eXtensible Markup Language (o Lenguaje de Marcas Extensible en castellano), XML¹ es un lenguaje simple pero estricto que juega un papel fundamental en el intercambio de una gran variedad de datos. Es muy similar a HTML pero su función principal es describir datos en lugar de mostrarlos como es el caso de HTML.

XML es un conjunto de reglas para diseñar formatos de texto que permitan estructurar los datos. XML, por tanto, no es un lenguaje de programación, y no hace falta ser un programador para usarlo o aprenderlo.

Describiremos a continuación las entidades de este lenguaje. La información en el formato XML se almacena en *documentos*. Un documento XML se compone de estructuras bien definidas que a su vez pueden contener otras estructuras. Cada una de estas estructuras se denomina *elemento*. Un elemento siempre comienza con una *etiqueta* o *tag*.

En el siguiente ejemplo, se define el **elemento** “elementoA”. Este elemento está delimitado por las **etiquetas** “<elementoA>” y “</elementoA>”. En el ejemplo podéis observar también que la primera línea define la versión del documento y su codificación. Esta declaración del XML es opcional.

```
<?xml version="1.0" encoding='iso-8859-1' ?>
<elementoA>
  <elementoB atributo1='valor del atributo'>
    <elementoC>Dato</ elementoC >
    <elementoD atributo2='valor del atributo' />
  </elementoB>
</elementoA>
```

Si el elemento tiene contenidos (otros elementos, caracteres o ambos a la vez) debe iniciarse y cerrarse con el mismo nombre de etiqueta:

- la etiqueta inicial estará delimitada por “<” y “>”
- la etiqueta final por “</” y “>”.

En el ejemplo anterior, las etiquetas “<elementoA>”, “<elementoB>” y “<elementoC>” responden a este formato. En el caso de elementos sin contenido (en el ejemplo, el elemento “<elementoD ... />”), la etiqueta se especificará delimitándola con “<” y “/>”. Finalmente, las etiquetas pueden tener **atributos**. Los atributos son pares nombre=’valor’ (el valor ha de estar delimitado por comillas simples o dobles). En el ejemplo, el elemento “<elementoB>” presenta un atributo “atributo1” con valor “valor del atributo”.

En el siguiente ejemplo (Figura 2) podéis ver algunas de éstas características. En la imagen podéis ver un documento XML que se ha utilizado para documentar un texto, en este caso un poema. El documento XML puede verse como un árbol. Cualquier documento sólo puede tener un elemento raíz, en este caso, el elemento “poema”. Cualquier elemento puede contener otros elementos y/o atributos. En este ejemplo, el elemento “poema” tiene atributos (“fecha” y “lugar”) y otros elementos (“titulo” y “verso”). Tanto los elementos como los atributos pueden tener datos (los diferentes textos que componen el poema: “Mi corazón oprimido”, etc... o bien atributos del propio poema: su fecha y lugar). Elementos, atributos y datos se despliegan en forma de árbol con un nodo padre y nodos hijos (que pueden existir o no).

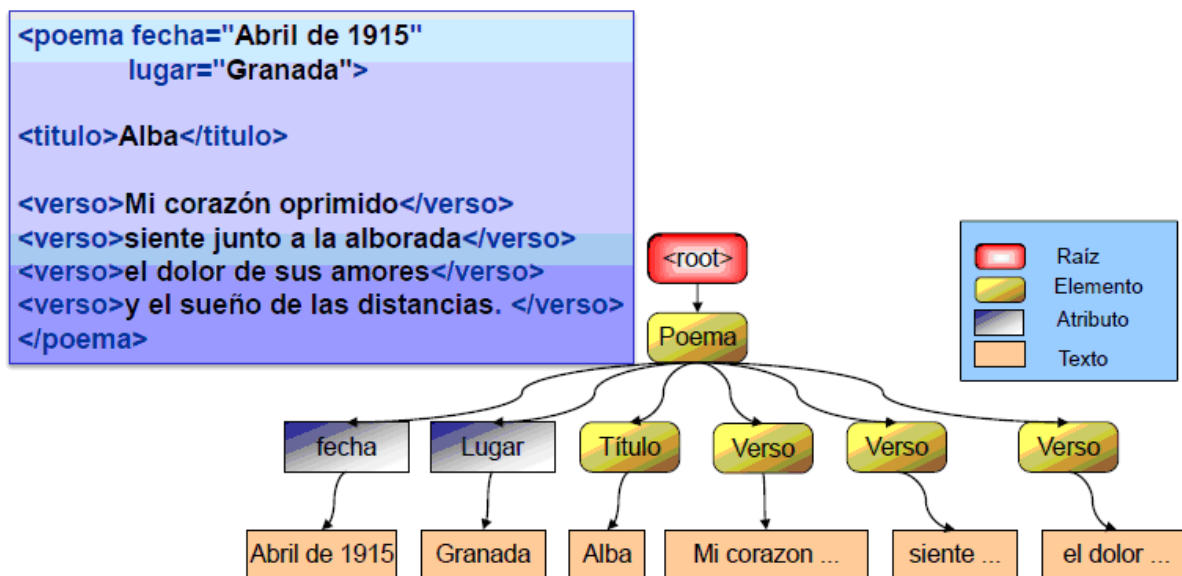


Figura 2 Ejemplo de un documento XML (Labra, 2007)

XML se ha convertido en el formato estándar para el intercambio de datos en internet. Algunas de las ventajas de XML son:

- Es extensible, es decir, una vez se ha creado un documento XML se pueden crear y añadir nuevos elementos.
- Separa radicalmente la información o el contenido de su presentación o formato.
- Es legible para los seres humanos y razonablemente claro.
- Es sencillo crear herramientas capaces de procesar XML. En cualquier caso, crear un documento XML es una tarea sencilla.

Por otro lado, es posible definir un tipo concreto de estructura para un documento XML mediante un esquema (o *schema*). Un esquema XML define la estructura válida para un tipo de documento XML, es decir, define:

- Los elementos que pueden aparecer en el documento
- Los atributos que pueden utilizarse junto a cada elemento
- Cómo se pueden anidar los elementos (padres e hijos)
- El orden en el que deben aparecer los elementos hijos de un mismo padre
- El número permitido de elementos hijos
- Si un elemento puede estar vacío o no
- Tipos de datos para elementos y atributos
- Valores por defecto y fijos para elementos y atributos

En el marco de XML, y orientados al intercambio de información geográfica, han surgido algunos estándares de amplio uso:

- GML
- KML
- GeoRSS

Describiremos a continuación cada uno de estos estándares.

2.1.1.1 GML

GML² es el acrónimo inglés de Geography Markup Language (Lenguaje de Marcado Geográfico). GML es un lenguaje XML orientado a la modelización, transporte y almacenamiento de información geográfica y es uno de los estándares promovidos por el Open Geospatial Consortium (OGC). GML permite describir no sólo las características geométricas de estas entidades geográficas con gran detalle sino también otro tipo de características, como por ejemplo, los tradicionales atributos alfanuméricos asociados a la información geográfica (Lake, 2007). Para esto, GML ofrece una amplia variedad de objetos que permiten describir la realidad desde una perspectiva geográfica. Algunos de los más importantes son (Figura 3):

- Entidad o *feature*: es una abstracción de un fenómeno del mundo real (una carretera, un individuo,...); una entidad puede incorporar uno o varios atributos geográficos (geometría o geometry).
- Geometría o *geometry*: es el objeto con el que se define una geometría asociada a una entidad. GML permite definir un gran número de geometrías que incluyen:
 - Puntos.
 - Líneas.
 - Áreas.
 - Curvas:
 - B-Spline.
 - Bezier.
 - Arcos.
 - Superficies:
 - TINs.
 - Mallas.
 - Splines.
 - Sólidos.
- Formas orientadas limitadas por superficies orientadas con interior y exterior.
A partir de su versión 3.0, GML también incorpora estructuras para describir coberturas (*coverage*) e información recogida a través de sensores remotos, incluidos los datos de la mayoría de los satélites.
- Topología o *Topology*: El objeto topología en GML es un modelo que permite describir la correspondencia topológica y las relaciones geométricas hasta en 3 dimensiones (topología volumétrica). Para ello usa las primitivas topológicas (Lake, 2004): nodos (*nodes*), aristas (*edges*), caras (*faces*) y sólidos topológicos (*solids*).
- Sistemas de referencia (*ReferenceSystem*): Es posible definir sistemas de referencia completos, incluidos *datums* de referencia. Además de sistemas de referencia espaciales también permite definir sistemas de referencia temporales³.

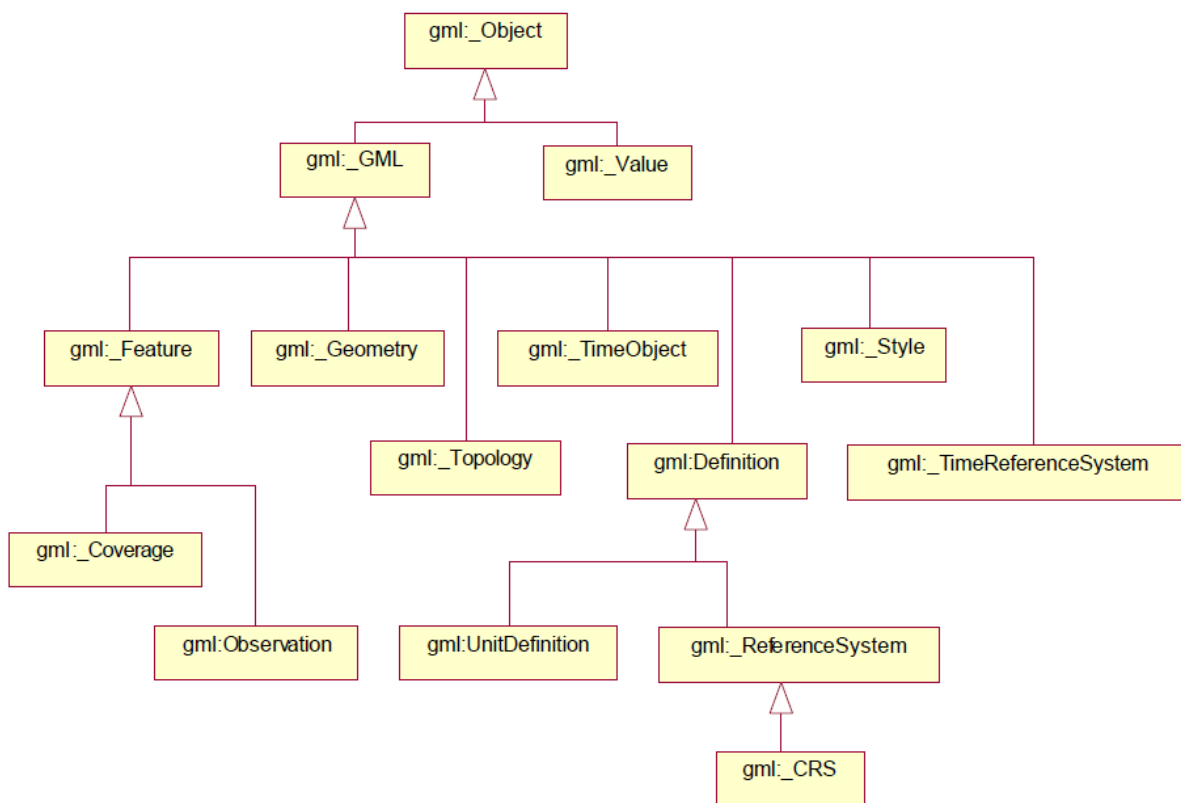


Figura 3 Principales objetos definidos en el estándar GML v 3

La actual especificación de GML es muy compleja (sólo el documento de referencia de la versión 3.2.1 tiene más de 400 páginas) lo que ha provocado la aparición de perfiles (*profiles*) y esquemas de aplicación (*application schema*). Los primeros son un subconjunto de la especificación GML mientras que un esquema de aplicación utiliza un vocabulario XML específico, definido usando GML, para una aplicación o uso concreto. Algunos de los perfiles y esquemas más conocidos en la actualidad son:

- *GML Point Profile* (o Perfil GML para Puntos). Es un perfil que define una geometría puntual simple en GML.

- *GML Simple Feature Profile* (o Perfil GML para Entidades Simples). Es un subconjunto de la especificación GML 3.1 que recoge entidades con geometrías simples (puntos, líneas y curvas, polígonos y colecciones de estos).
- *CityGML*⁴. Es un esquema de aplicación orientado a la modelización 3D de entornos urbanos.
- *GeoSciML*. Es un esquema de aplicación para la modelización de información geológica.

2.1.1.2 KML

El KML⁵ (Keyhole Markup Language o lenguaje de etiquetas de Keyhole) es un lenguaje basado en XML utilizado para codificar información geográfica para su visualización en globos virtuales 3D, aplicaciones Web, de escritorio y móviles.

KML fue creado por Keyhole, empresa creadora del programa del mismo nombre que fue comprada por Google en 2004. La aplicación original se convirtió en Google Earth.

En sus orígenes, KML se creó como un formato de archivo que permitiera a los usuarios añadir información propia sobre la información geográfica accesible a través de Google Earth. Poco a poco, el formato KML se ha ido popularizando y desde abril de 2008 KML es un estándar del Open Geospatial Consortium⁶.

Desde la creación de KML, tanto aplicaciones SIG de escritorio, como servidores de mapas, clientes Web ligeros, etc. han incorporado herramientas que permiten la creación, conversión, edición y difusión de información geográfica en este formato.

KML es muy parecido a GML (apartado 1.2.1.1) e incluso hay partes de KML que se pueden definir con etiquetas de GML. Estos dos formatos, sin embargo, se diferencian en los objetivos para los que fueron creados. Mientras que KML hace especial hincapié en la visualización de entidades geográficas, GML está orientado hacia la modelización de estas entidades.

Dado que KML es XML, y como hemos comentado anteriormente, es posible crear un archivo KML con un simple editor de texto. Aun así Google Earth presenta herramientas para la creación y edición de archivos KML y permite, además, almacenar un archivo KML en formato KMZ, que no es sino un archivo KML comprimido.

En la Figura 4 podéis ver el modelo de objetos de KML. En figura, los objetos enmarcados representan objetos abstractos que no se pueden incluir directamente en un archivo KML. Estos objetos se extienden mediante otros objetos. Por ejemplo, el objeto *Overlay* extiende el objeto *Feature*. El objeto *Overlay*, a su vez, se puede extender con los objetos *PhotoOverlay*, *ScreenOverlay* y *GroundOverlay*. Estos tres objetos, que heredan propiedades de los objetos *Feature* y *Overlay*, se pueden utilizar en un archivo KML. En los archivos KML podemos usar los objetivos *PhotoOverlay*, *ScreenOverlay* y *GroundOverlay* pero no los objetos abstractos que extienden *Overlay* o *Feature*.

Los objetos marcados en rojo son extensiones del estándar OGC KML 2.2 (no están recogidos en este estándar) compatibles con Google Earth v. 5. Estos objetos se identifican además bajo el espacio de nombres "gx". Un espacio de nombres o *namespace* permite agrupar nombres de elementos y atributos en un documento XML, evitando la ambigüedad con otros elementos y atributos de igual nombre.

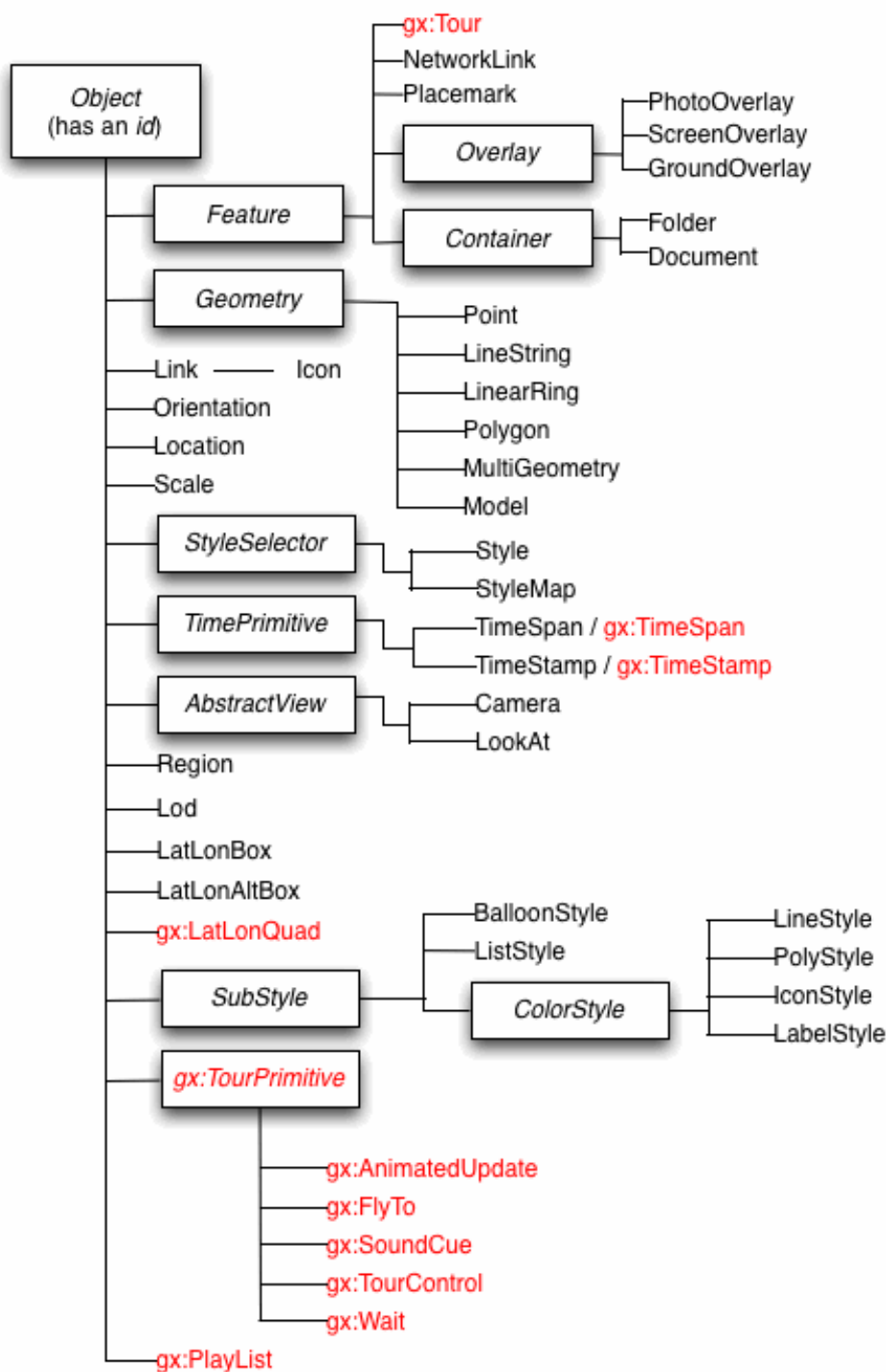


Figura 4 Modelo de objetos de KML. Los elementos recuadrados son elementos abstractos y no se usan en un archivo KML. Los objetos en color rojo son extensiones del estándar OGC KML 2.2 compatibles con Gogle Earth v. 5 (Google, 2009)

Dentro de este modelo, los objetos más importantes son:

- *Placemark*, o marca de posición. Permiten marcar una posición en la superficie de la Tierra utilizando un icono, habitualmente una imagen de una chincheta (ver, por ejemplo, la Figura 5). Una marca de posición, por tanto, debe incluir un elemento geométrico (en su forma más sencilla, un punto o “Point”) y puede incluir otras etiquetas como *name* y *description*. A continuación podéis ver un ejemplo de un fragmento de KML que incluye una marca de posición (etiqueta “<Placemark>”). En la Figura 5 podéis ver cómo se visualiza la marca de posición del siguiente ejemplo.

Para ver éste y los siguientes ejemplos en Google Earth, abrid un editor de texto, copiad el contenido del ejemplo y grabad el archivo con extensión KML. Abrid luego el archivo con Google Earth.

```
<?xml version='1.0' encoding='UTF-8'?>
<kml xmlns='http://earth.google.com/kml/2.2'>
<Placemark>
<name>Ejemplo de marca de posición</name>
<description>Observad que las coordenadas son geográficas. La tercera coordenada es la elevación respecto del terreno.
</description>
<Point>
<coordinates>-122.0822,37.4222,0</coordinates>
</Point>
</Placemark>
</kml>
```



Figura 5 Visualización de la marca de posición del ejemplo anterior en Google Earth

- *GroundOverlay* o superposiciones del suelo. Las superposiciones del suelo permiten "colocar" una imagen sobre la superficie de la Tierra. La ubicación de la imagen se especifica mediante el uso de un objeto *LatLonBox*. Este objeto permite, además, superponer servicios Web Map Service⁷ en el visor Google Earth. En el siguiente ejemplo se define un icono (etiqueta *Icon*) utilizando el logo de Google y se ubica ese icono en el rectángulo indicado en la etiqueta *LatLonBox*, que incluye una rotación de 45°. En la Figura 6 podéis comprobar cómo se ve en Google Earth el fragmento KML del siguiente ejemplo.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2">
<GroundOverlay>
<name>GroundOverlay.kml</name>
<color>7fffffff</color>
<drawOrder>1</drawOrder>
<Icon>
<href>http://www.google.com/intl/en/images/logo.gif</href>
<refreshMode>onInterval</refreshMode>
<refreshInterval>86400</refreshInterval>
<viewBoundScale>0.75</viewBoundScale>
</Icon>
<LatLonBox>
<north>37.83234</north>
<south>37.832122</south>
<east>-122.373033</east>
<west>-122.373724</west>
```

```

<rotation>45</rotation>
</LatLonBox>
</GroundOverlay>
</kml>

```



Figura 6 Visualización del *GroundOverlay* definido en el ejemplo anterior.

- *LookAt*. Esta etiqueta define un “punto de vista” asociado a un objeto, es decir, una ubicación desde la que se mira el objeto. En el siguiente ejemplo se ha incluido un punto de vista (etiqueta *LookAt*) en el KML de la Figura 5.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
<Placemark>
<name>Ejemplo de marca de posición</name>
<description>Observad que las coordenadas son geográficas. La tercera coordenada es la elevación respecto del terreno.
</description>
<Point>
<coordinates>-122.0822,37.4222,0</coordinates>
</Point>
<LookAt id="ID">
<longitude>-122.08</longitude>
<latitude>37.35</latitude>
<altitude>15000</altitude>
<range></range>
<tilt>30</tilt>
<heading>10</heading>
<altitudeMode>relativeToGround</altitudeMode>
</LookAt>
</Placemark>
</kml>

```

En la Figura 7 podéis ver los diferentes parámetros que definen la etiqueta *LookAt*. Además de la longitud, latitud y altura sobre la que se fija el punto de vista (*longitude*, *latitude* y *altitude* en el ejemplo y la figura), se indica también la dirección

(*heading*) del punto de vista, su inclinación (*tilt*) y distancia (*range*). Por último, la etiqueta “*<altitudeMode>*” marca el modo en el que debe usarse la altura. Para este y otros objetos, pueden usarse tres modos para expresar la altura:

- *clampToGround* o pegado al suelo; ignora cualquier especificación de la altura.
- *relativeToGround* o relativo al suelo.
- *absolute* o absoluta (relativo al nivel del mar).

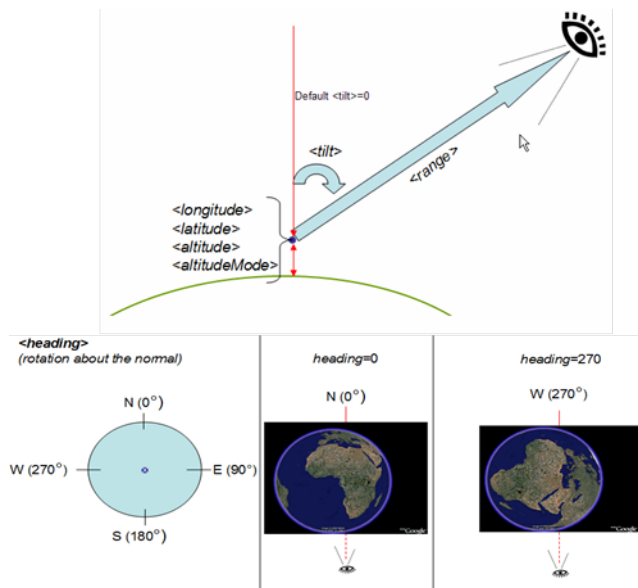


Figura 7 Representación de las etiquetas utilizadas en el objeto LookAt

- Geometrías: *Point*, *LineString*, *LinearRing*, *Polygon*, *MultiGeometry* y *Model* (o punto, línea, línea cerrada, polígono, geometría múltiple y modelo). Representan los diferentes elementos geográficos (además de un objeto Model para la inclusión de archivos COLLADA⁸) que se pueden utilizar en KML. Las coordenadas deben ser geográficas. En la Figura 8 podéis ver un ejemplo de estas geometrías.



Figura 8 Ejemplo de polígonos levantados sobre el terreno (extruidos). Los polígonos serán situados sobre las oficinas de Google en Mountain View (California)

Finalmente KML también ha cobrado recientemente gran interés como formato para la modelización de mundos 3D gracias al soporte a este formato en el programa de modelización gratuito de Sketchup⁹. Este programa fue desarrollado por la empresa @Last Software, comprada por Google en 2006. Recientemente Trimble ha adquirido a Google este producto¹⁰.

2.1.1.3 GeoRSS

GeoRSS es un estándar emergente para incluir la localización dentro de una fuente o canal Web RSS (*Really Simple Syndication* o formato de sindicación simple). RSS es una familia de formatos de fuentes Web o *Web feed* codificados en XML. Una fuente Web es un medio de redifusión de contenidos Web actualizados. Los canales o *feeds* RSS normalmente se generan automáticamente mediante las herramientas de publicación utilizadas en la mayoría de sitios Web y blogs, y se actualizan conforme se actualiza el contenido de la página Web. RSS permite publicar las últimas novedades y/o noticias de un sitio Web. Aplicaciones lectoras denominadas agregadores (*aggregators*) son capaces de leer estas noticias e incluirlas en aplicaciones Web o de escritorio. El uso de estos agregadores permite incorporar a una página Web de forma automática noticias y contenidos actualizados provenientes de este tipo de servicios.

GeoRSS se puede usar para extender el estándar RSS (Really Simple Syndication o Sindicación Simple). El objetivo, por tanto, del estándar GeoRSS es la publicación en la Web de información georreferenciada con un alto nivel de actualización como noticias, participaciones en redes sociales, etc... Por ejemplo, uno de los servicios ofrecidos vía GeoRSS por el United States Geological Survey (USGS), la oficina geológica estadounidense, es la ubicación de los terremotos ocurridos en la última semana de magnitud mayor que 5. En la Figura 9 podéis ver el resultado de añadir este servicio GeoRSS sobre un mapa de Google Maps¹¹.

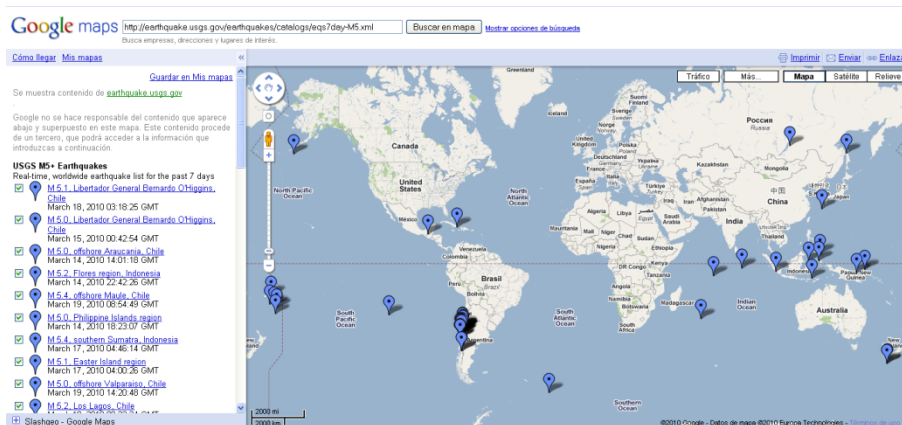


Figura 9 Ejemplo de agregación del GeoRSS del United States Geological Survey que publica los terremotos ocurridos en la última semana con una magnitud mayor que 5 (<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/catalogs/eqs7day-M5.xml>)

En la actualidad existen dos codificaciones diferentes para GeoRSS:

- GeoRSS GML. Es un perfil o subconjunto de GML.
- GeoRSS Simple. Sólo soporta geometrías básicas (puntos, líneas, polígonos y áreas rectangulares) y el sistema de referencia WGS84 y coordenadas en grados decimales.

A continuación tenéis un ejemplo de GeoRSS simple, en el que se utiliza el tag `<georss:point>` para localizar el elemento mediante un punto.

```
<?xml version="1.0"?>
<rss version="2.0" xmlns:georss="http://www.georss.org/georss">
<channel>
...
<item>
<title>Un ejemplo de anotacion</title>
<link>http://example.com/geo</link>
<description>Un ejemplo</description>
<georss:point>26.58 -97.83</georss:point>
</item>
...
</channel>
</rss>
```

2.1.2 JSON

Junto con los lenguajes basados en XML que acabamos de ver, y en el marco del intercambio de información entre sistemas, ha surgido otra notación basada en Javascript. JSON¹² (del inglés *Javascript Object Notation* o Notación de Objetos de Javascript) es un formato ligero para el intercambio de datos. Es un formato de texto, por lo que es independiente del lenguaje de programación desde el que se vaya a leer o escribir (JSON es en realidad un subconjunto del lenguaje Javascript y utiliza convenciones propias de la familia de lenguajes C). Esto implica que, si bien JSON sigue unas normas específicas para su codificación ligadas a un lenguaje de programación, al ser texto, es legible y editable por los humanos y, además, de fácil interpretación y codificación para las máquinas. La simplicidad de JSON ha dado lugar a la generalización de su uso en internet como formato de intercambio de datos.

JSON sólo presenta dos tipos de estructuras:

- Colecciones de pares de nombre/valor, según el formato “nombre:valor”, separados por comas y ubicados entre paréntesis. En el ejemplo, los pares “County”: “England” o “YearFormed” : 1959.
- Listas ordenadas de valores, separadas por comas y delimitadas por corchetes (“[]”). En el ejemplo, la lista [“Paul”, “John”, “George”, “Ringo”].

```
{ "Country" : "England",
  "YearFormed" : 1959,
  "Style" : "Rock'n'Roll",
  "Members" : ["Paul", "John", "George", "Ringo"] }
```

Como era de esperar, tras el nacimiento de JSON han surgido diversas especificaciones de este lenguaje, entre las que cabe citar GeoJSON, una especificación para información geográfica a la que dedicaremos el siguiente apartado.

2.1.2.1 GeoJSON

GeoJSON¹³ es un formato para el intercambio de datos espaciales vectoriales basado en JSON. GeoJSON hereda, por tanto, todas las características de JSON que hemos descrito en el apartado anterior. Un objeto GeoJSON puede representar:

- una geometría.
- una entidad geográfica (o *feature*), esto es, una geometría con propiedades adicionales.
- una colección de estas últimas.

Cualquier objeto GeoJSON debe tener un miembro con nombre “type” (o tipo); el valor para este tipo puede describir una geometría:

- *Point* o punto.
- *MultiPoint* o colección de puntos.
- *LineString* o línea.
- *MultiLineString* o colección de líneas.
- *Polygon* o polígono.
- *MultiPolygon* o colección de polígonos.
- *GeometryCollection* o colección de distintas geometrías.
- *Feature*.
- *FeatureCollection*.

Además, un objeto GeoJSON puede incluir un miembro de tipo “crs”, que describe el sistema de referencia espacial, así como un miembro “bbox” con el rango de coordenadas (“*bounding box*”) de las geometrías incluidas en el objeto GeoJSON. Veremos a continuación algunos ejemplos para los tipos de geometrías punto, línea, polígono, colección de geometrías y entidad.

Punto

```
{ "type": "Point", "coordinates": [100.0, 0.0] }
```

Línea

```
{ "type": "LineString",
  "coordinates": [ [100.0, 0.0], [101.0, 1.0] ] }
```

Polígono

```
{ "type": "Polygon",
  "coordinates": [
    [ [100.0, 0.0], [101.0, 0.0], [101.0, 1.0], [100.0, 1.0], [100.0, 0.0] ]
  ]
}
```

Colección de geometrías

```
{ "type": "GeometryCollection",
  "geometries": [
    { "type": "Point",
      "coordinates": [100.0, 0.0]
    }
  ]
}
```

```

    },
    { "type": "LineString",
      "coordinates": [ [101.0, 0.0], [102.0, 1.0] ]
    }
  ]
}
Entidad
{
  "type": "Feature",
  "geometry": {
    "type": "LineString",
    "coordinates": [
      [100.0, 0.0], [101.0, 1.0]
    ]
  },
  "properties": { "prop0": "value0", "prop1": "value1" }
}

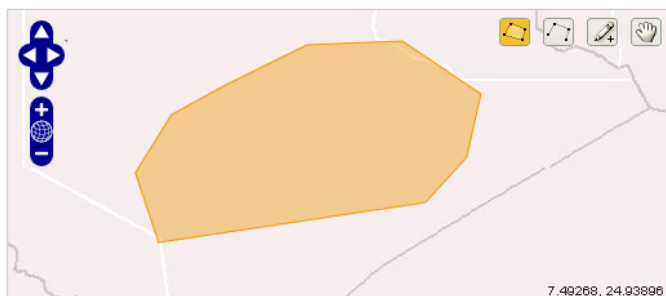
```

En todos estos ejemplos podéis comprobar que:

- Existe un miembro con nombre *type* que define el tipo de objeto de entre los posibles.
- A cada geometría¹⁴ (*geometry*) se le asocia una colección de coordenadas (*coordinates*). Estas colecciones de coordenadas (listadas entre corchetes) están formadas por pares de coordenadas “[X,Y]”.
- Finalmente, un objeto de tipo features (entidad) presenta obligatoriamente un conjunto de propiedades (*properties*).

GeoJSON está soportado en aplicaciones (PostGIS, FME), librerías (GDAL) , servidores de mapas (Geoserver) o API de desarrollo Web (OpenLayers)¹⁵. Básicamente, GeoJSON se utiliza como formato para transmitir información geográfica principalmente en entorno Web. Servidores de mapas o bases de datos geográficas (como los citados GeoServer y PostGIS, respectivamente) son capaces de servir información geográfica en este formato; por otro lado, librerías de desarrollo Web como OpenLayers pueden mostrar directamente esta información (Figura 10).

Shows the wide variety of vector formats that open layers supports.



Use the tools to the left to draw new polygons, lines, and points. After drawing some new features, hover over a feature to see the serialized version below.

```

{"type":"Feature", "id":"OpenLayers.Feature.Vector_206",
 "properties":{},"geometry":{"type":"Polygon", "coordinates":
 [[[3.603515625, 21.2255859375], [3.2080078125,
 22.412109375], [3.8232421875, 23.40087890625],
 [4.74609375, 23.90625], [6.13037109375, 24.58740234375],
 [7.75634765625, 24.6533203125], [9.0966796875,
 23.75244140625], [8.85498046875, 22.67578125],
 [8.15185546875, 21.90673828125], [3.603515625,
 21.2255859375]]]}, "crs":{"type":"OGC", "properties":
 {"urn":"urn:ogc:def:crs:OGC:1.3:CRS84"}}}

```

Figura 10 Ejemplo de digitalización de GeoJSON sobre OpenLayers, en <http://openlayers.org/dev/examples/vector-formats.html>

2.2 La revolución Web 2.0

Hemos visto algunos de los formatos que se emplean en la actualidad en internet para el intercambio de información. Estos formatos están surgiendo y evolucionando en un entorno tecnológico en internet que se define por el concepto Web 2.0. A continuación vamos a profundizar en este concepto.

Web 2.0 no es una tecnología sino una tendencia en la que se concibe el uso de internet como plataforma para aplicaciones interactivas y colaborativas orientadas al usuario y a la comunidad. En este nuevo marco, las aplicaciones generan colaboración y enriquecimiento de contenidos y se aprovechan, entre otros, de los formatos de intercambio de datos que vimos en el apartado anterior.

El concepto Web 2.0 apareció por primera vez en 2003, en una conferencia de O'Reilly Media y ha generado bastante discusión al ser un concepto sin definición clara.

Lectura recomendada:

O'Reilly, T. (2005) What is Web 2.0. Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software (en línea) O'Reilly Media Disponible en < <http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html> > [Consultado 29 de

julio de 2009] Hay traducción al castellano en <<http://sociedaddelainformacion.telefonica.es/jsp/articulos/detalle.jsp?elem=2146&salto=1&back=4&origen=2>>

La realidad, sin embargo, es que el concepto está muy extendido y se ha usado ampliamente para definir la nueva generación de aplicaciones de internet. Podéis ver en la Figura 12 algunos de estos elementos (conceptos, tecnologías, etc.), en torno a la Web 2.0. Elementos como XML y RSS ya han sido revisados en el apartado 2.1.1 XML. Más adelante revisaremos otros: *mashup* (en el apartado 2.2.3 Los mashups) y AJAX (en el apartado 2.2.1 AJAX).

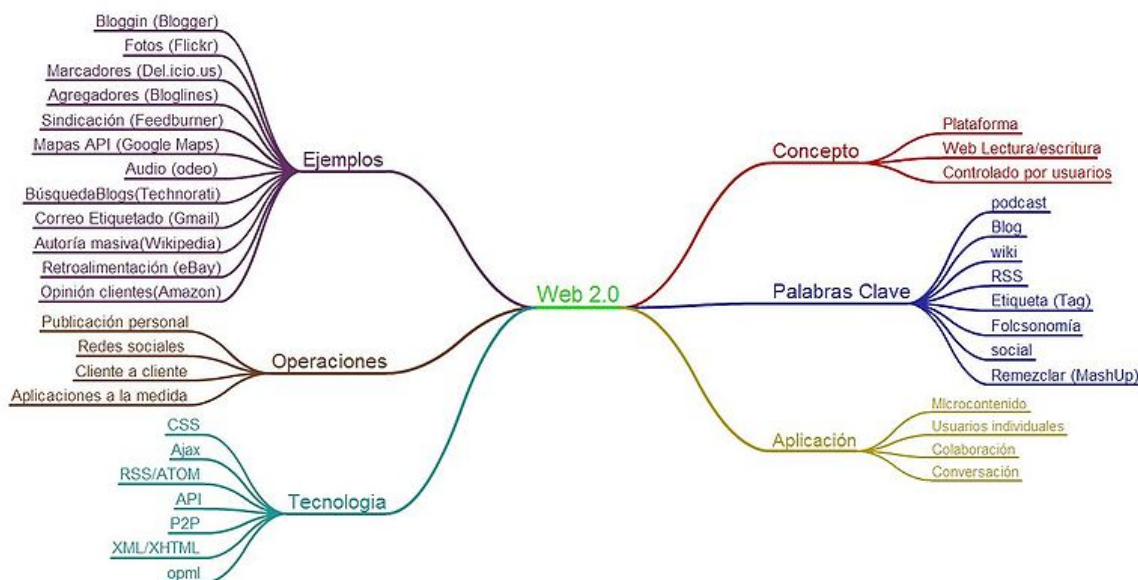


Figura 11 Conceptos en torno a la Web 2.0 (Lizárraga, 2006)

¿Cómo ha afectado esta revolución a los SIG? Fundamentalmente en dos aspectos:

- Algunas de las tecnologías citadas han permitido que funcionalidades que antes sólo estaban disponibles desde aplicaciones de escritorio se puedan migrar a la Web. Tecnologías como AJAX (que veremos en el apartado 2.2.1 AJAX), la ejecución de aplicaciones en el navegador mediante *plugins* (como Flash, Flex o Silverlight¹⁶), o la integración de elementos multimedia, entre muchas otras, permiten a los usuarios acceder a aplicaciones ricas en internet (también denominadas RIA o *Rich Internet Applications*).
- Las funcionalidades colaborativas, junto con la distribución masiva de dispositivos móviles con herramientas de captura de posición han permitido crecer en contenidos propios de los usuarios.

A continuación desarrollaremos en profundidad algunos de los conceptos o tecnologías ligados a la revolución Web 2.0 que más han influido en la rápida extensión de las aplicaciones SIG en entornos Web. Nos centraremos en la tecnología AJAX, los servicios Web y en las aplicaciones tipo *mashup*. En el siguiente capítulo, veremos cómo Google, paradigma de esta revolución Web 2.0, está explotando estas tecnologías en sus aplicaciones cartográficas.

2.2.1 AJAX

AJAX (*Asynchronous Javascript and XML* o Javascript¹⁷ Asíncrono y XML) es el nombre que se ha dado a la explotación de un conjunto de tecnologías ya existentes para ofrecer interactividad y animación en las aplicaciones web.

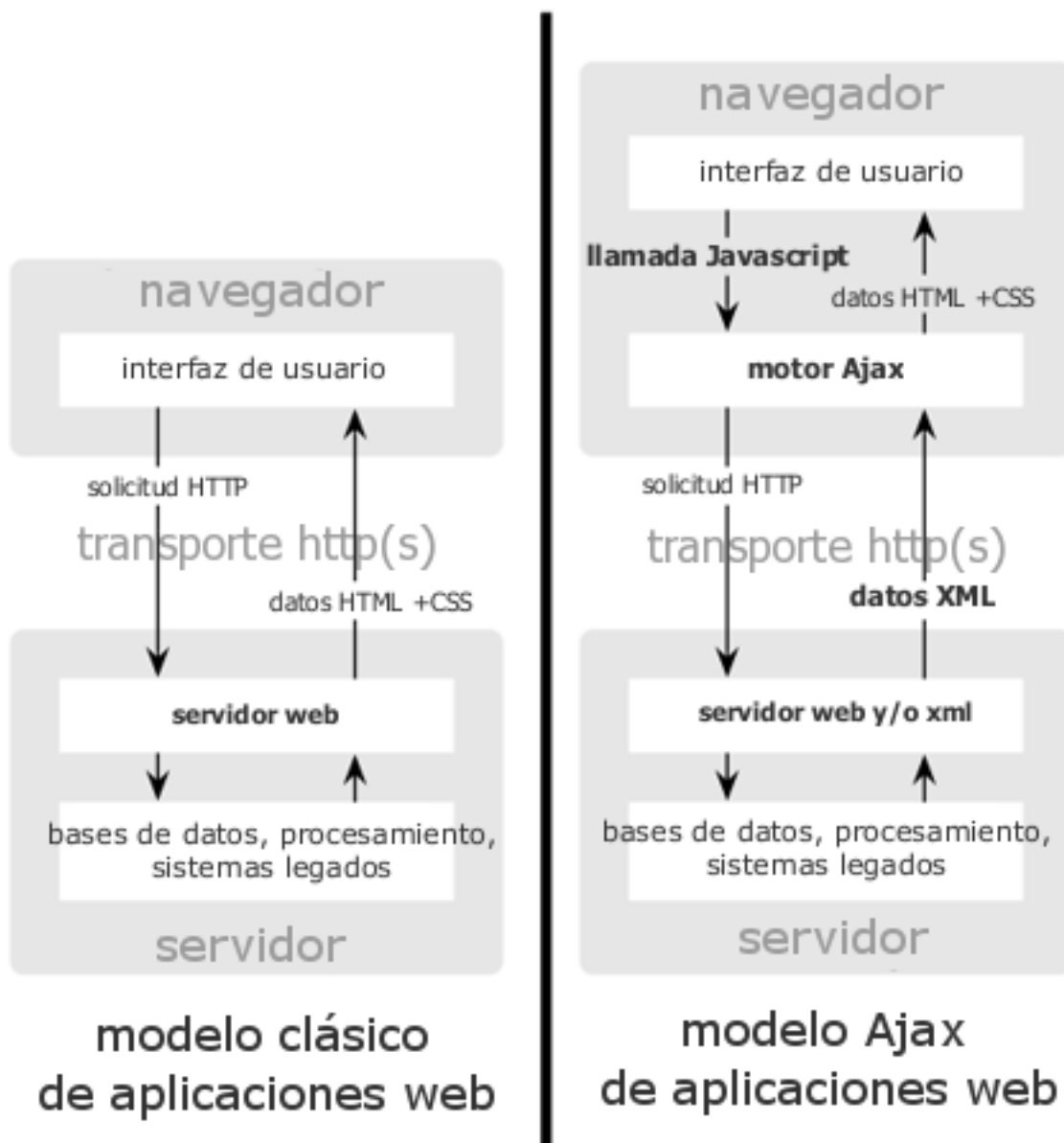


Figura 12 Modelo de aplicación AJAX frente al modelo tradicional HTML (traducido de Garret, 2005).

En la Figura 12 podéis ver la diferencia entre las aplicaciones AJAX y las aplicaciones HTML tradicionales. En estas últimas, el usuario interactúa con la aplicación Web (“interfaz de usuario” en la figura) y ésta envía las solicitudes al servidor Web¹⁸ vía protocolos HTTP estándar; el servidor Web accede entonces a los datos o ejecuta los procesos necesarios y contesta con una nueva página HTML. En este caso la aplicación es síncrona puesto que los datos y la página HTML se acceden al mismo tiempo.

En el modelo AJAX, sin embargo, hay una pieza más, el motor AJAX, que hace de intermediario entre la interfaz de usuario y el servidor Web. Este motor AJAX realiza al servidor las peticiones necesarias y recoge de éste los datos en formato XML transformándolos a continuación en HTML. Este intercambio de información puede realizarse sin que la interfaz de usuario (una página HTML) se actualice a cada petición del usuario. En este caso la aplicación es asíncrona, puesto que la aplicación puede acceder a datos sin cambiar su visualización y comportamiento.

El objeto encargado de realizar y recoger las peticiones AJAX se conoce como XMLHttpRequest¹⁹. Originariamente sólo estaba disponible en Microsoft Internet Explorer para funcionalidades específicas de integración con Outlook, pero este objeto ya se encuentra disponible en todos los navegadores web y se ha convertido en un estándar.

En el caso de aplicaciones Web cartográficas, AJAX ha supuesto una mejora importante en su rendimiento. En las aplicaciones que no usan estas tecnologías, las interacciones habituales del usuario sobre el mapa, tales como acercar, alejar o desplazar suponían un refresco completo de la página. Sin embargo, mediante tecnologías AJAX es posible que sólo se recargue el componente de mapa y permanezca estático el resto de la página.

En la actualidad, AJAX se encuentra en la base de multitud de aplicaciones SIG en entorno Web. Podéis ver algunos ejemplos de este tipo de aplicaciones en las siguientes URL:

- Visor SIGPAC, en <http://sigpac.mapa.es/feqa/visor/>
- Goolzoom, en <http://www.goolzoom.com/>
- Solar Boston, en <http://gis.cityofboston.gov/solarboston/>

La tecnología AJAX permite, por tanto, combinar la facilidad de mantenimiento de una aplicación Web (una única aplicación y un único repositorio de datos para múltiples usuarios) con una mejor usabilidad. Esta usabilidad se ha asociado tradicionalmente con aplicaciones de escritorio o instaladas en el propio ordenador.

2.2.2 Servicios Web

Un servicio Web define un conjunto de protocolos que permite el acceso a datos o funcionalidades por parte de diferentes aplicaciones. Uno de los protocolos más empleados en la actualidad es SOAP (del inglés *Simple Object Access Protocol* o protocolo simple de acceso a objetos). SOAP²⁰ es un protocolo de comunicaciones que permite el intercambio de información estructurada en formato XML entre aplicaciones a través de internet.

Veamos un ejemplo: la Dirección General del Catastro del Ministerio de Economía y Hacienda español publica parte del callejero y funcionalidad de geocodificación²¹ mediante este tipo de servicios. Así, es posible acceder a las coordenadas asociadas con cualquier parcela a través de su referencia catastral y los datos de provincia y municipio. Si accedéis a la siguiente URL:

https://ovc.catastro.meh.es/ovcservweb/OVCSWLocalizacionRC/OVCCoordenadas.asmx?op=Consulta_CPMRC

e introducís los datos que aparecen en la Figura 13²²:

Parámetro	Valor
Provincia:	<input type="text" value="BARCELONA"/>
Municipio:	<input type="text" value="BARCELONA"/>
SRS:	<input type="text" value="EPSG:4326"/>
RC:	<input type="text" value="7653302DF2875D"/>

Figura 13 Ejemplo de acceso al servicio Web de georreferenciación de parcelas

obtendréis como resultado el siguiente XML:

```
<consulta_coordenadas>
<control>
<cucoor>1</cucoor>
<cuerr>0</cuerr>
</control>
<coordenadas>
<coord>
<pc>
<pc1>7653302</pc1>
<pc2>DF2875D</pc2>
</pc>
<geo>
<xcen>2.13302819971246</xcen>
<ycen>41.4148784926082</ycen>
<srs>EPSG:4326</srs>
</geo>
<ldt>AV TIBIDABO 39 BARCELONA (BARCELONA)</ldt>
</coord>
</coordenadas>
</consulta_coordenadas>
```

Como podéis ver, la información introducida en el campo “RC” (o Referencia Catastral) identifica la parcela sobre la que se encuentra la sede de la UOC en Barcelona, en concreto en la Avda. Tibidabo, nº 39. En las etiquetas <xcen> e <yccen> encontraréis las coordenadas X e Y del centro de la parcela según el Sistema de Referencia indicado.

Después de revisar este ejemplo, podemos ver algunas de las ventajas que conlleva el uso de este tipo de servicios:

- Interoperabilidad. En entorno de desarrollo o la plataforma sobre la que se despliega el servicio es transparente para el usuario.
- Estandarización. El acceso se realiza mediante protocolos estándar HTTP y usando parámetros de tipo texto.

Estas características también son aplicables a algunos servicios de información geográfica que ya conocéis, como Web Map Service (o WMS), Web Feature Service (o WFS) y Web Processing Service (o WPS).

2.2.3 Los mashups

Un *mashup* (o aplicación web híbrida) es una aplicación Web que combina servicios y datos de más de un origen en una experiencia integrada para el usuario. Un ejemplo²³ de este tipo de aplicaciones es la ya citada GoolZoom (<http://www.goolzoom.com/>), una aplicación que combina cartografía de Google Maps con diferentes cartografías y funcionalidades orientadas a la búsqueda de parcelas. Esta aplicación, desarrollada en Javascript, usa cartografía Google Maps y accede a diferentes servicios Web (por ejemplo, servicios WMS cartográficos o XML) ofrecidos por diferentes entidades. En general, los contenidos integrados en un *mashup* provienen de aplicaciones de terceros y se acceden mediante diferentes técnicas:

- Interfaces públicas o API (*Application Program Interface*). Un API es un conjunto de funciones y procedimientos que ofrece un programa o biblioteca para que terceros puedan utilizarlo. Mediante el uso de un API es posible acceder a parte de la funcionalidad de un programa o biblioteca sin necesidad de conocer cómo éste está programado. Google²⁴, por ejemplo, ha puesto a disposición de los programadores muchas de las funcionalidades de sus productos mediante API.
- Screen *scraping* o “rascado de pantalla”. Se trata de una técnica de programación que permite extraer datos originales a partir de una determinada presentación de estos datos.
- Servicios Web que dan acceso a diferentes servicios de datos en formato alfanumérico, mapas, etc.

Los *mashups* son las aplicaciones tipo de la revolución Web 2.0. La información que se muestra en el *mashup* aporta valor añadido con respecto a la información original y no se limita a reproducirla o clonarla. El desarrollo de este tipo de aplicaciones ha venido acompañado por la publicación de un importante número de API como las proporcionadas por Amazon, eBay, Flickr, Yahoo o YouTube²⁵ que permiten a usuarios no expertos integrar sus propios datos en aplicaciones ricas.

Aunque existe una gran variedad de aplicaciones *mashup*, un importante número de estas aplicaciones integran información de diferente procedencia sobre cartografía. En general, estas aplicaciones se construyen a partir de API públicas que dan acceso a información geográfica, funcionalidad SIG de análisis y utilidades de integración de otros orígenes de datos.

Algunas de estas API han sido publicadas por las administraciones públicas²⁶, aunque de momento las de mayor éxito son de iniciativa privada. Bing Maps de Microsoft, ArcGIS Online de ESRI u OpenLayers son algunos ejemplos de estas API que exploraremos con más detalle en el capítulo 2.2.3.1.3. Sin embargo, el API que mayor éxito ha cosechado ha sido el API de Google Maps, desarrollado por la empresa paradigmática de la revolución Web 2.0.

2.2.4 HTML5

HTML5 es la nueva versión del conocido lenguaje HTML (HyperText Markup Language o lenguaje de marcado hipertextual en castellano). HTML5 está aún desarrollándose aunque la mayoría de navegadores soportan ya este nuevo estándar. El desarrollo de esta nueva versión se coordina en la actualidad a través del consorcio W3C (World Wide Web Consortium). HTML5 incorpora novedades importantes respecto a las versiones anteriores:

- Nuevos elementos, como “nav”, “article”, “section”, “header”, “footer”, etc... que permiten estructurar mejor una página web, reduciendo el abuso de la etiqueta “div”
- Mejores formularios, incluyendo nuevos tipos para el tag “input” que permiten especificar y validar el tipo de información que debe introducir el usuario:
 - datetime**, **datetime-local**, **date**, **month**, **week** y **time**, para indicar una fecha/hora.
 - number** para introducir un número.
 - range** para introducir los valores extremos de un rango.
 - email** para introducir un correo electrónico.
 - url** para indicar una dirección web.
 - search** para indicar una búsqueda.
 - color **para indicar un color.**
- Nuevos elementos multimedia, como **audio**, **video**, **embed** o **canvas**. Estos nuevos elementos permiten incluir contenido multimedia, ya sea ejecutado por el propio navegador; ya por *plugins* como los citados Flash, Flex o Silverlight. El elemento **canvas**, al que regresaremos más adelante, permite dibujar gráficos al vuelo en una página Web.

- Asociados a algunos de estos nuevos elementos aparecen nuevas APIs que permitirán, por ejemplo, trabajar en modo *off-line* (no conectado), almacenar información en una BBDD local SQLite, etc...

Entre las APIs anteriormente citadas, cabe mencionar el nuevo API de Geolocalización. Este API permite conocer fundamentalmente, las coordenadas de la ubicación del dispositivo (un PC, un teléfono inteligente, una tablet, etc...). Para ello, el navegador es capaz de acceder a la información de posicionamiento que le proporciona el dispositivo:

- A través del GPS, si el dispositivo dispone de este equipamiento.
- Mediante A-GPS, o GPS asistido.
- Mediante localización a partir de redes WIFI o torres de telefonía GSM.
- Mediante la localización de la dirección IP del dispositivo (éste es el método de menor precisión).

Para acceder a la información de geolocalización del dispositivo, este API incluye un nuevo objeto *geolocation* que implementa el método *getCurrentPosition()*. Este método devuelve un objeto *coords* con las siguientes propiedades:

Propiedad	Descripción
coords.latitude	La latitud en formato decimal
coords.longitude	La longitud en formato decimal
coords.accuracy	La precisión de la posición
coords.altitude	La altitud sobre el nivel del mar en metros
coords.altitudeAccuracy	La precisión de la altitud
coords.heading	La dirección en grados respecto al Norte
coords.speed	La velocidad en m/s.
timestamp	El instante de la respuesta

Tabla 1. Propiedades del objeto coords

En el siguiente ejemplo puedes comprobar cómo funciona este nuevo API:

```

<!DOCTYPE html>
<html>
<body>
<p id="boton">Pulsa el botón para conocer tu ubicación:</p>
<button onclick="getLocation()">Pulsa!</button>
<div id="contenedorMapa"></div>
<script src="http://maps.google.com/maps/api/js?sensor=false"></script>
<script>
var x=document.getElementById("boton");
function getLocation()
{
if (navigator.geolocation)
{
navigator.geolocation.getCurrentPosition(showPosition,showError);
}
else{x.innerHTML="Tu navegador no soporta el API de Geoposicionamiento de HTML5";}
}
function showPosition(position)
{
lat=position.coords.latitude;
lon=position.coords.longitude;
latlon=new google.maps.LatLng(lat, lon)
mapholder=document.getElementById('contenedorMapa')
mapholder.style.height='450px';
mapholder.style.width='600px';
var myOptions={
center:latlon,zoom:14,
mapTypeId:google.maps.MapTypeId.ROADMAP,
mapTypeControl:false,
navigationControlOptions:{ style:google.maps.NavigationControlStyle.SMALL }
};
var map=new google.maps.Map(document.getElementById("contenedorMapa"),myOptions);
var marker=new google.maps.Marker({ position:latlon,map:map,title:"¡Estás aquí!"});
var myCircle = new google.maps.Circle({
center: (new google.maps.LatLng(lat,lon)),
    
```

```
    radius: position.coords.accuracy,  
    map: map});  
}  
function showError(error)  
{  
    switch(error.code)  
    {  
        case error.PERMISSION_DENIED:  
            x.innerHTML="Denegaste la solicitud de geolocalización."  
            break;  
        case error.POSITION_UNAVAILABLE:  
            x.innerHTML="Tu localización no está disponible en este momento. Inténtalo más tarde."  
            break;  
        case error.TIMEOUT:  
            x.innerHTML="Tu petición ha arrojado un timeout. Inténtalo más tarde"  
            break;  
        case error.UNKNOWN_ERROR:  
            x.innerHTML="Error desconocido."  
            break;  
    }  
}  
</script>  
</body>  
</html>
```

El método *getCurrentPosition* indica las funciones que deben ejecutarse si se consigue la posición (“showPosition”) o no se consigue (“showError”).

```
navigator.geolocation.getCurrentPosition(showPosition,showError);
```

La función *showPosition* recibe como parámetro el objeto *position* del que pueden capturarse algunos de las propiedades indicadas en la Tabla 1:

```
...  
lat=position.coords.latitude;  
lon=position.coords.longitude;  
...  
radius: position.coords.accuracy,...  
lat=position.coords.latitude;  
lon=position.coords.longitude;  
...  
radius: position.coords.accuracy,
```

Para comprobar este ejemplo: copiad el código anterior en un fichero de texto; guardad el fichero con extensión htm y abrid el archivo con un navegador; pulsad el botón. La aplicación debería mostrar una imagen similar a la de la Figura 14, pero mostrando vuestra ubicación (es posible que debáis dar permiso al navegador para acceder a vuestro posicionamiento).

Pulsa el botón para conocer tu ubicación:

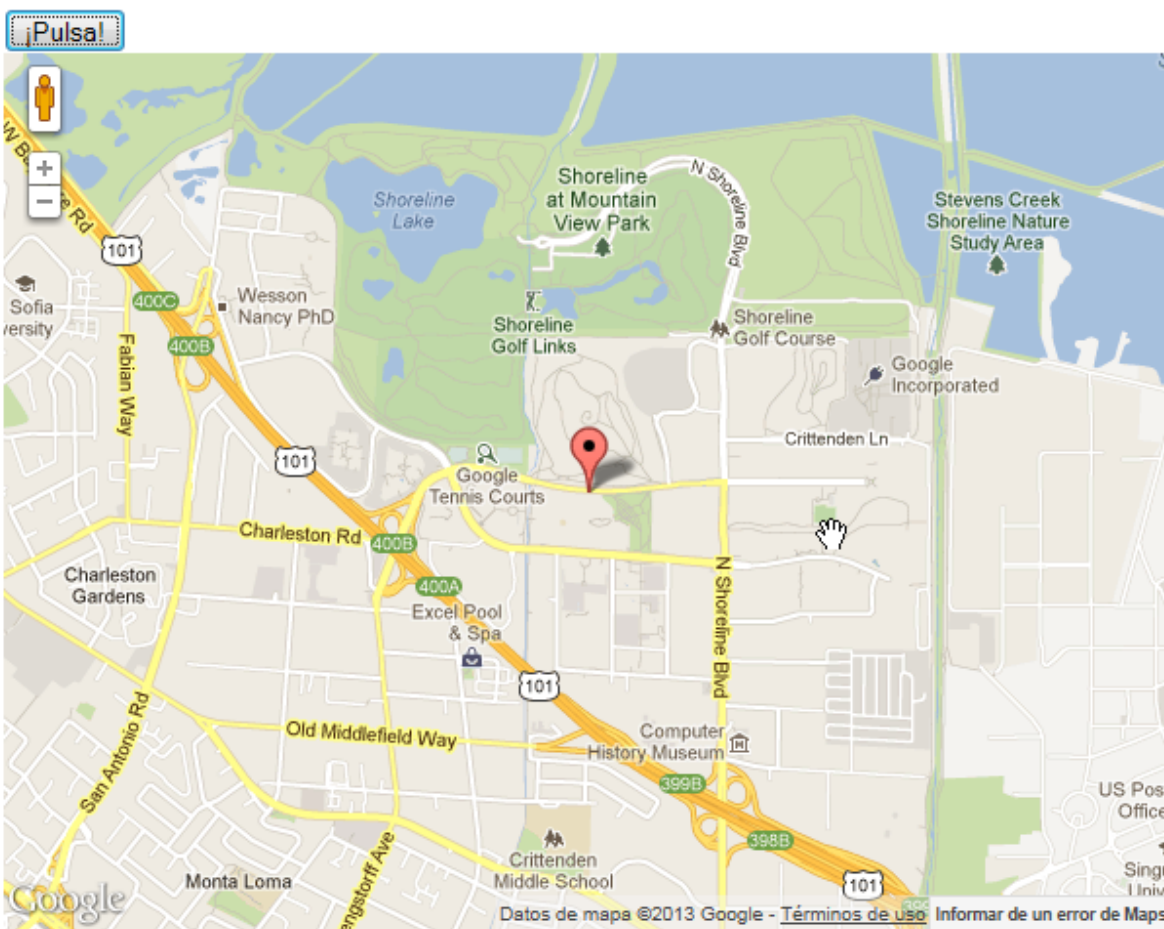


Figura 14. Ejemplo del resultado del ejemplo del API de Geolocalización de HTML5

2.2.4 Google como impulsor de la Web 2.0

En septiembre de 1998 Google abre “su primera oficina” en un garaje en California. Larry Page y Sergey Brin, dos alumnos de postgrado de la Universidad de Stanford iniciaron el desarrollo de un motor de búsqueda. A finales de ese mismo año, su buscador, www.google.com, ya había indexado más de 60 millones de páginas Web.

Además de su famoso buscador, Google provee en la actualidad de un sinnúmero de aplicaciones, que han obtenido gran aceptación por parte de los usuarios de internet²⁷:

- Gmail. Gmail o Google Mail es el servicio de correo electrónico de Google y una de las aplicaciones de mayor éxito.
- YouTube. Se trata de una plataforma que permite compartir y visualizar vídeos.
- Blogger. Blogger es un servicio de creación de bitácoras o blogs.
- Drive. Drive es un repositorio de archivos que integra Google Docs y Spreadsheets, aplicaciones Web que permiten crear documentos y hojas de cálculo y compartirlas con otros usuarios.

El acceso a la mayor parte de estas aplicaciones es gratuito (aunque como veremos, existen versiones empresariales de estas aplicaciones) pero Google se reserva el derecho de incluir publicidad en cualquiera de ellas; de hecho, en algunas como Gmail o Google Maps ya lo hace. Google no sólo pone a disposición de los usuarios todas estas aplicaciones sino que, además, ha hecho accesibles API de desarrollo²⁸ que permiten a los usuarios incluir las funcionalidades de los productos de Google en sus propios desarrollos.

La entrada de Google en el mercado de los SIG se produjo en el año 2005 con el lanzamiento de Google Maps para Norteamérica en el marco de Google Local. Desde entonces, se ha hecho ampliamente popular el uso de cartografía en internet

y las funcionalidades de navegación cartográfica, geolocalización y generación de rutas óptimas. Las aplicaciones más populares en las que se basa el éxito de Google en el mundo de los SIG son:

- *Google Maps*: es una aplicación Web que permite visualizar todo el planeta en dos dimensiones. Permite buscar una dirección, un lugar de interés o una ruta entre dos puntos.
- *Google Earth*: es una aplicación de escritorio que ofrece una funcionalidad similar a Google Maps pero en formato globo (o 3D).
- *Google Street View*: en el marco de cualquiera de las dos aplicaciones anteriores, permite el acceso a imágenes a pie de calle de gran resolución de algunas ciudades del planeta.

Aunque la tecnología que soporta Google Maps y Google Earth es puntera y está bien acabada, el éxito de Google radica en una combinación de tecnología, datos e infraestructura. Algunas de las claves de éste éxito son:

- **Cartografía.** Aunque la mayor parte de las quejas en estas aplicaciones provienen de la falta de detalle o de actualización de los datos, Google ha conseguido reunir cartografía actualizada de gran detalle de todo el mundo gracias a convenios con los principales productores de cartografía²⁹ como TeleAtlas, Navteq y DigitalGlobe y administraciones públicas (como es el caso de Grafcan y el Instituto Cartográfico de Cataluña). Google ha participado también en la construcción y puesta en órbita del satélite GeoEye-1, uno de los satélites de uso comercial de mayor resolución.
- **Colaboración.** Google se ha abierto a la colaboración con los usuarios desde sus orígenes. Además de hacer públicas interfaces de programación para acceder a datos y funcionalidades geográficas en las que se basan sus aplicaciones, Google ha incorporado diferentes contenidos como Panoramio o contenidos geográficos de Wikipedia³⁰ actualizados por los propios usuarios de internet.
- **Infraestructura.** La granja de servidores de Google y su infraestructura permiten un excepcional rendimiento en las citadas aplicaciones.

En definitiva, Google ha puesto a disposición de los usuarios de internet una plataforma de datos y aplicaciones geográficas que facilitan la consulta y publicación en Web de información georreferenciada (incluidos globos e información 3D). Otras empresas han seguido los pasos de Google pero esta sigue marcando la tendencia en el desarrollo de las tecnologías y aplicaciones Web; en algunos casos, Google se ha limitado a adquirir aquellas empresas que lideraban iniciativas novedosas o competidoras.

Vamos a dedicar los siguientes apartados a profundizar en las aplicaciones geográficas de Google, que constituyen el mejor ejemplo de aplicaciones cuyo uso se ha extendido de forma imparable en los últimos años. Nos centraremos en las aplicaciones “geo” estrella de Google: Google Maps y Google Earth. También conoceremos algunas de las alternativas a los productos de Google que han ido surgiendo en los últimos años. En concreto, como alternativas a Google Maps conoceremos:

- Bing Maps y Nokia Maps
- Apple Maps

Las alternativas a Google Earth que evaluaremos son:

- Nasa World Wind
- ArcGIS Explorer

2.2.4.1 Google Maps

Google Maps³¹ es una de las aplicaciones geográficas de la empresa norteamericana Google Inc. Google Maps se lanzó el 18 de febrero de 2005 en versión Beta y que se convirtió en la primera aplicación Web gratuita que proveía de imágenes de satélite de todo el planeta.

Además de esta información, también se ponía a disposición de los usuarios cartografía base tipo “callejero” así como la posibilidad de realizar búsquedas por dirección postal y localizar servicios en un área de interés. En esta línea, Google lanzó Maps en el marco de Google Local un buscador de contenidos cercanos (fundamentalmente negocios) a un lugar indicado por el usuario.

En pocos meses, la aplicación no sólo se había popularizado, sino que incluso algunos “hackers” habían desarrollado sus propias aplicaciones que integraban, de forma ilegal, datos o servicios de Google Maps (Singel, 2005).

Poco más tarde, en junio del 2005 Google hizo pública el API de Google Maps que permite a los desarrolladores, previa aceptación de un acuerdo de licencia, la inclusión de la información y servicios geográficos de Google Maps en sus propias aplicaciones Web. A partir de este momento, se produce un espectacular aumento en el número de aplicaciones tipo mashup que incluían datos o servicios provistos por Google Maps.

En el siguiente apartado profundizaremos en las funcionalidades básicas que ofrece Google Maps a los usuarios y a continuación describiremos algunas de las plataformas alternativas a Google Maps.

2.2.4.1.1 Funcionalidad de Google Maps

Como habéis visto, Google está desarrollando continuamente Google Maps. En la actualidad presenta la siguiente funcionalidad (Figura 15).

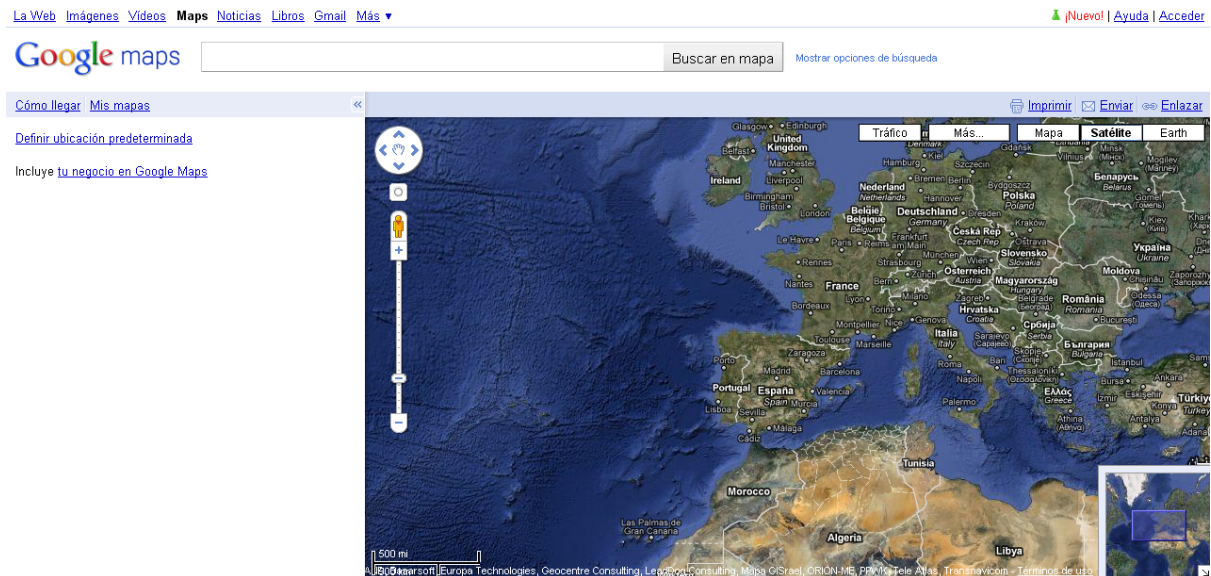


Figura 15 Aspecto de la aplicación Google Maps en <http://maps.google.com>

- Tres capas diferentes de información: Mapa, Satélite y Relieve. Antes había habido una capa “Híbrido” que se muestra ahora como una opción de la capa Satélite. Como ya hemos comentado en el apartado 1.1.3, la información mostrada en estas capas presenta una gran resolución y actualización, teniendo en cuenta la cobertura global del proyecto. Esta información proviene de diferentes orígenes, que incluyen organismos públicos con los que Google ha firmado acuerdos.
- Un conjunto de herramientas básicas de navegación cartográfica que incluye una herramienta de zoom, desplazamiento lateral y *overview* o vista de pájaro. Hay que reseñar en este punto que Google Maps utiliza un conjunto fijo de niveles de zoom para mejorar el rendimiento de Maps. Para cada uno de estos niveles de zoom, Google ha creado el conjunto de imágenes necesarias para cubrir el planeta de tal manera que las imágenes ya existen en los servidores de Google. A esta técnica se le denomina *tileado* o *cacheado* de capas y a cada una de las imágenes teselas o *tiles*.
- Información extra, con nuevos datos provistos o alimentados por el usuario que se añaden como superposiciones: fotografías de Panoramio, contenidos de Wikipedia, vídeos de YouTube o “webcams” de Webcams.travel³². También es posible consultar, en algunos países (Estados Unidos, Francia, Reino Unido, Australia) y ciudades pequeñas el estado del tráfico en tiempo real (Figura 16).

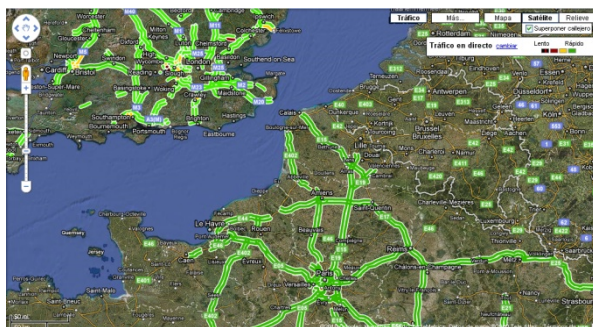


Figura 16 Estado del tráfico en tiempo real sobre las ciudades de París y Londres

- Buscador de direcciones o lugares. El clásico buscador de Google orientado en este caso a la búsqueda de localizaciones, ya sean direcciones postales, lugares geográficos o puntos de interés. Este cuadro de texto también se puede utilizar para añadir al mapa archivos kml y servicios GeoRSS (Figura 17).
- Búsqueda de rutas óptimas incluyendo la posibilidad de elegir entre rutas en coche, en transporte público, en bicicleta o a pie.

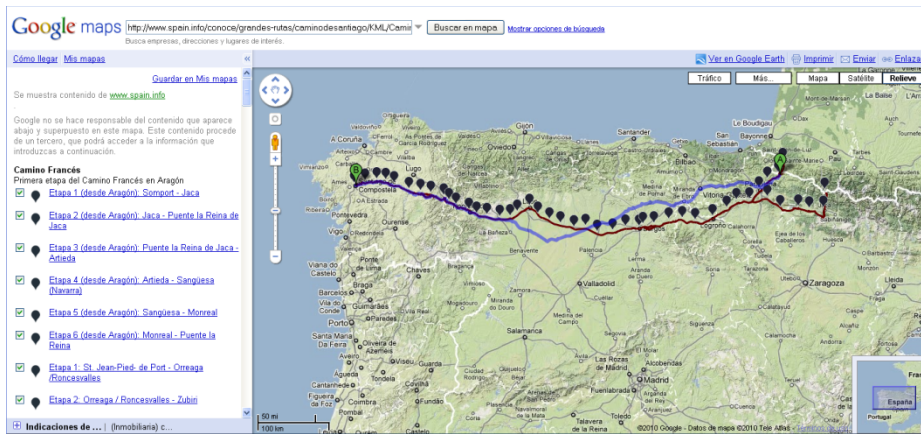


Figura 17 Propuesta de ruta a pie para el itinerario entre Roncesvalles y Santiago de Compostela (azul) con el itinerario de conocido como Camino Francés del Camino de Santiago (en http://www.spain.info/conoce/grandes-rutas/caminodesantiago/KML/Camino_de_santiago_Frances.kml)

- MyMaps (Mis Mapas), que permite a los usuarios crear, almacenar y compartir nuevos mapas en los que es posible digitalizar, simbolizar y etiquetar elementos puntuales, lineales y poligonales además de añadir información (hasta 10 Mb) en formato KML/KMZ y GeorSS (ver apartado 1.2.1).
- Integración con Google Street View, un servicio que muestra fotografías “a pie de calle” de gran resolución de algunas ciudades del planeta y permite realizar una visita virtual (Figura 18).



Figura 18 Vista de la Plaza del Obradoiro en Santiago de Compostela, España, usando Google Street View

- Vistas aéreas oblicuas. Una de las últimas incorporaciones de Google Maps son las vistas áeras oblicuas, que permiten visualizar áreas (fundamentalmente, áreas urbanas) en intervalos de 45°. Solo es posible consultar, de momento, un pequeño número de ciudades en todo el mundo.



Figura 19 Vista oblicua del acueducto de Segovia, en España.

- Por último, y aunque sólo esté disponible en la actualidad en Google Maps para dispositivos móviles Android, Google ha incorporado y está generando mapas interiores³³ en edificios singulares: centros comerciales, aeropuertos, etc... información con una clara vocación comercial y que puede incrementar su interés con las nuevas técnicas de localización en interiores³⁴.

Además de todas estas funcionalidades que permiten visualizar o consultar información geográfica, Google ha puesto a disposición de los usuarios la aplicación Google Map Maker³⁵, un editor Web que permite a los usuarios editar y añadir nueva información geográfica que podrá ser explotada posteriormente en Google Maps. Los usuarios pueden añadir sitios o lugares o incluso carreteras y revisar o corregir información de otros usuarios. Como resultado de este proceso de revisión, Google obtiene cartografía de gran calidad. El usuario, sin embargo, cede a Google los derechos sobre la información, algo que ha levantado cierta polémica³⁶.

Finalmente, Google no se ha conformado con ofrecer toda esta funcionalidad como una aplicación aislada; con la liberación del API de Maps ha permitido que cualquier usuario con unos conocimientos mínimos de programación pueda acceder a toda esta funcionalidad desde su propia página Web.

2.2.4.1.2 El API de Google Maps

El API de Google Maps³⁷ es una librería que permite incluir mapas y funcionalidades geográficas propias de Google Maps en cualquier aplicación Web. El API, además, permite añadir información geográfica como archivos KML, servicios GeoRSS o servicios WMS sobre los mapas creados. Aunque nosotros nos vamos a centrar en la versión Javascript, existe también una versión del API para Flash, un API Google Earth, etc...

El API está formado por un conjunto de objetos Javascript que se utilizan para crear el mapa, los controles que se incluyen en él (como el control de zoom o el selector del tipo de mapa), superposiciones de datos y objetos de soporte (como el objeto GLatLng, con que se puede modelizar un punto en coordenadas geográficas). También se incluyen un conjunto de clases abstractas que los desarrolladores pueden usar como punto de partida para crear nuevos objetos y funcionalidades.

Hasta marzo de 2012 el uso de este API era totalmente gratuito para cualquier desarrollador. Sin embargo, a partir de esa fecha Google cobra por su uso si la aplicación que utiliza el API sobrepasa un determinado número de peticiones³⁸.

2.2.4.1.3 Algunas alternativas a Google Maps

En la actualidad existen varias alternativas a Google Maps que ofrecen un conjunto de funcionalidades similares e incluyen bases cartográficas y/o de imágenes, en general, de menor calidad que la empleada por Google. La arquitectura de estas soluciones es también similar a la de Google Maps: una librería o API de desarrollo y un conjunto de servicios que permiten acceder a datos (mapas) o funcionalidades geográficas (geolocalización, rutas, funciones de análisis como áreas de influencia, etc...).

Algunas de estas plataformas son:

- Bing Maps y Nokia Maps
- Apple Maps

2.2.4.1.3.1. Bing Maps y Nokia Maps

La alternativa de Microsoft³⁹ a Google Maps se denomina en la actualidad Bing Maps, si bien hasta mediados de 2009 se denominó Virtual Earth. Bing Maps presenta funcionalidades similares a la de su competidor, incluida la posibilidad de realizar vuelos 3D e incorpora, además, la opción de visualizar fotografías oblicuas continuas con la funcionalidad Bird's Eye o Vista de Pájaro (ver, por ejemplo, la Figura 20).

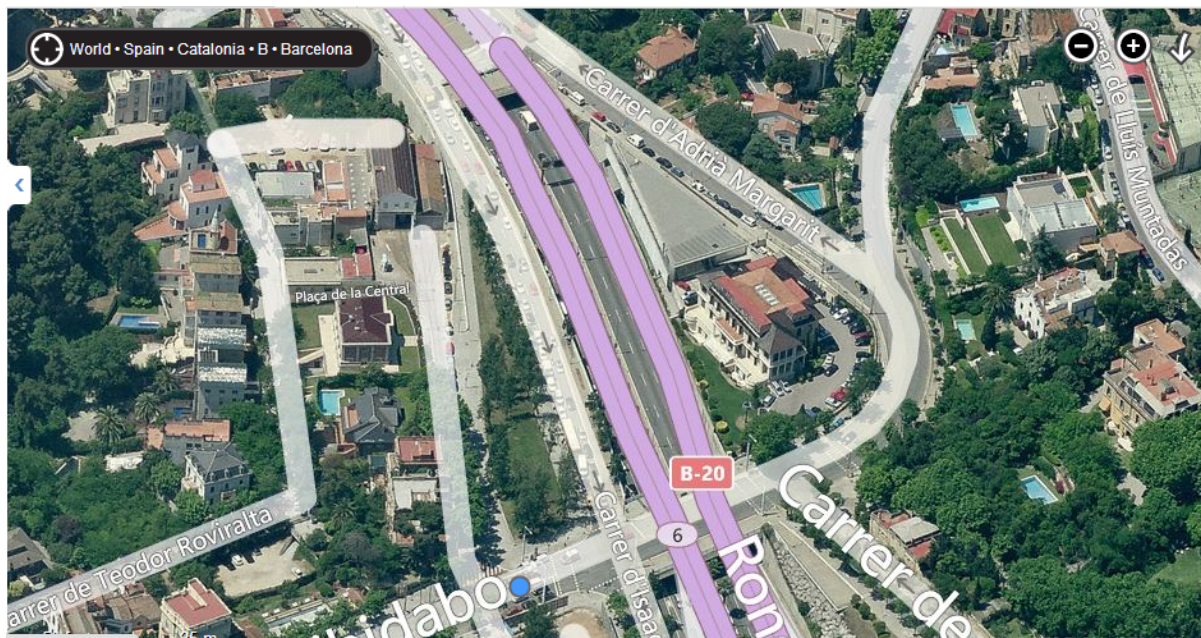


Figura 20. Ejemplo de imagen a "vista de pájaro" en Bing Maps.

En los últimos años, Microsoft ha realizado, además, un notable esfuerzo en la adquisición de imágenes de gran resolución. Cabe citar que Microsoft, al contrario de Google, da soporte a diferentes "piezas" SIG (como los tipos de datos espaciales en SQL Server o Microsoft MapPoint) que permiten cierto grado de integración con Bing Maps y podrían evolucionar hacia una plataforma SIG corporativa.

En el caso de Bing Maps existe también un entorno de desarrollo denominado Bing Maps SDK⁴⁰ (Software Developer Kit o kit de desarrollo de software) y presenta tres versiones:

- Una versión Javascript que puede usarse para cualquier navegador Web.
- Una versión Silverlight que requiere que el navegador tenga instalado el plugin Silverlight de Microsoft.
- Una versión orientada a Servicios Web SOAP (ver apartado 2.2.2 Servicios Web) que permite hacer llamadas a los diferentes servicios de Bing mediante protocolos XML/SOAP.

Al igual que en el caso de Google Maps, es necesario obtener una clave para poder usar el SDK en cualquier desarrollo. Esta clave se puede solicitar desde la siguiente URL: <https://www.bingmapsportal.com/>.

En el año 2009, Microsoft y Nokia firmaron una "gran alianza mundial"⁴¹ que buscaba reforzar la posición de ambos fabricantes en el mundo de la movilidad. Desde ese momento, Nokia y Microsoft trabajan en el desarrollo de una plataforma de mapas común que, en el caso de Microsoft, podría llegar a sustituir a la anterior Bing Maps si bien, hasta el momento, se ha producido un acercamiento entre la plataforma de Microsoft y la plataforma de Nokia, denominada Nokia Maps⁴². Esta última plataforma emplea los datos geográficos de callejero de Navteq, empresa productora de mapas adquirida por Nokia, y cuenta con funcionalidad similar a la de Google Maps (Ver figura 21): visualización 2D y 3D, vista de calles, etc.. pero incluye algunas funcionalidades novedosas como un modo de visualización estereoscópica.

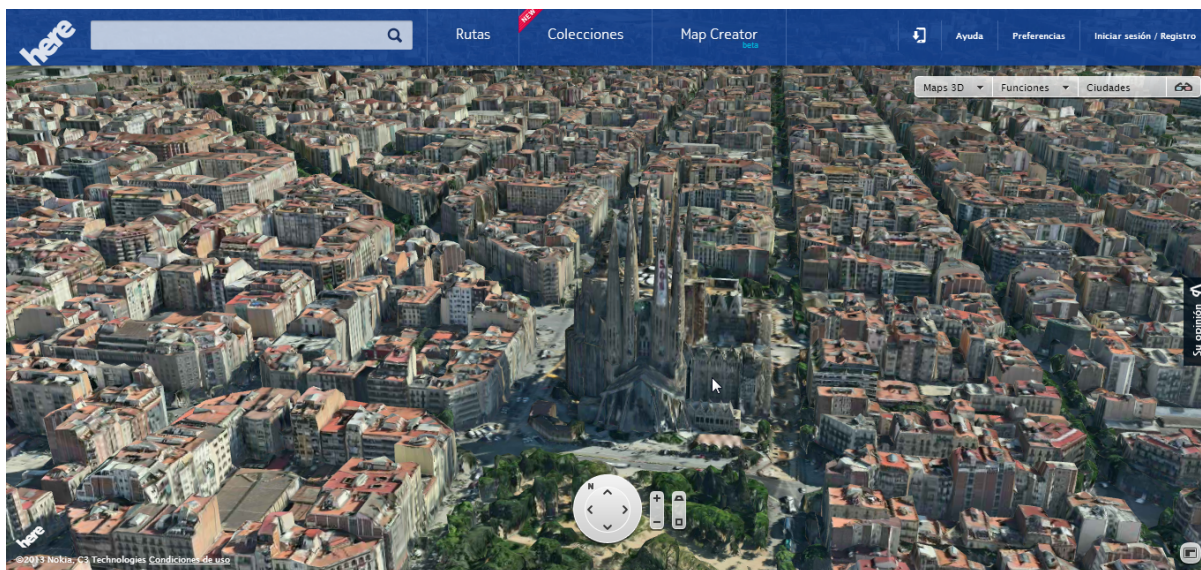


Figura 21. Ejemplo de visualización 3D en la aplicación Here, el visor de mapas de la plataforma Nokia Maps

2.2.4.1.3.2 Apple Maps

Con el lanzamiento del iPhone 5 en el otoño de 2012, Apple presentó su nueva plataforma de mapas llamada Apple Maps⁴³. Con el lanzamiento de esta plataforma Apple hacía una fuerte apuesta por el mundo de la localización, consiguiendo de paso que sus usuarios pudieran independizarse de Google. Si bien la aplicación cumple los estándares de usabilidad del resto de aplicaciones de Apple, desde los primeros días de su lanzamiento se han detectado un gran número de errores en la cartografía⁴⁴ que han provocado que Apple tenga que recomendar otras aplicaciones alternativas hasta que estos errores sean corregidos⁴⁵.

2.2.4.2 Google Earth

Una vez hemos explorado Google Maps y sus alternativas tecnológicas nos centraremos a continuación en el visor 3D de Google: Google Earth⁴⁶. Google Earth es una aplicación de escritorio orientada a la visualización de globos virtuales 3D con superposición de información geográfica y modelos tridimensionales. En la actualidad, Google Earth está disponible para entornos Windows, Mac y Linux.

Como hemos citado en el apartado dedicado a KML (ver apartado 2.1.1.2 KML) Google Earth, inicialmente llamado Earth Viewer, fue desarrollado por la compañía Keyhole Inc. y relanzado en 2005 por Google. El desarrollo de Google Earth ha estado íntimamente ligado a la evolución de KML dado que este formato se emplea para la difusión de información vectorial creada por los usuarios. En la Figura 22 podéis ver las fechas más significativas en el desarrollo de Google Earth desde 2001 a la actualidad. En la figura también podéis ver como Google ha hecho coincidir en el tiempo los lanzamientos de nuevas versiones de Google Earth y KML.

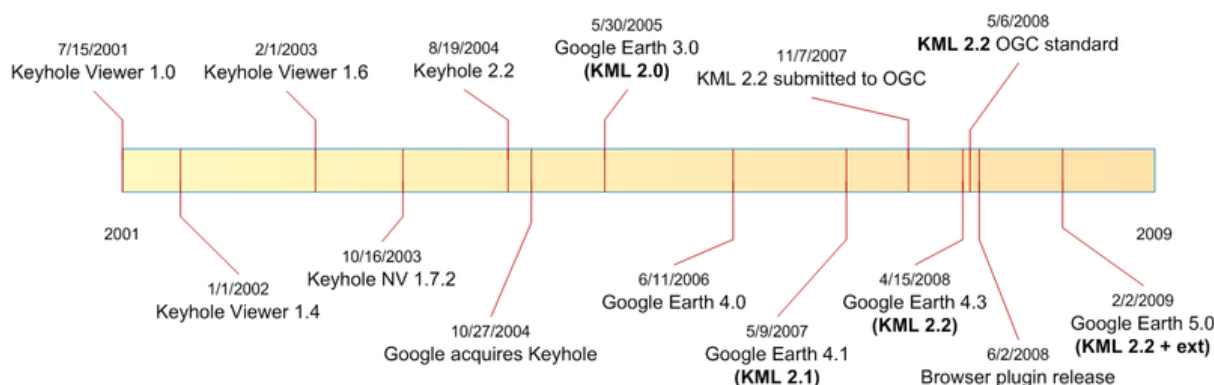


Figura 22 Evolución de KML y Google Earth desde la creación de este último en 2001.

A continuación exploraremos las funcionalidades más importantes de Google Earth y algunas alternativas a esta aplicación de Google.

2.2.4.2.1 Funcionalidad de Google Earth

La funcionalidad básica de Google Earth es la visualización de servicios 3D. En la actualidad (versión 5), Google Earth puede acceder a cuatro tipos de globos diferentes (Figura 23):

- La Tierra
- El Cielo
- Marte
- La Luna

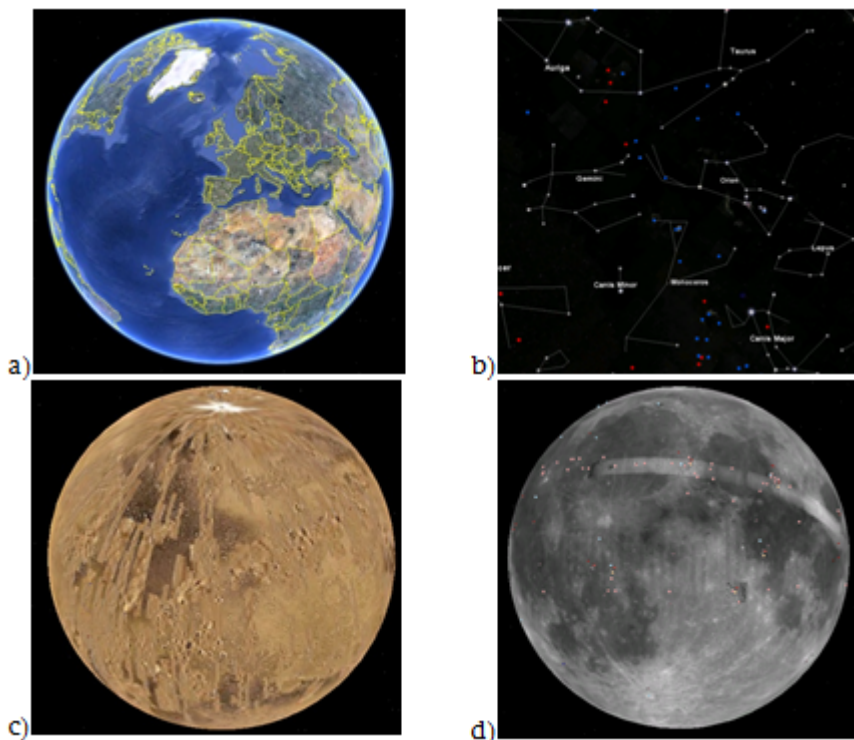


Figura 23 Vistas de los globos 3D a los que tiene acceso Google Earth: a) La Tierra b) El Cielo c) Marte y d) La Luna

A la posibilidad de visualización de información servida por Google⁴⁷, se añade la posibilidad de que cada usuario incluya su propia información. Google Earth se ha orientado desde sus orígenes a la colaboración en el mantenimiento de contenidos y eso ha permitido que datos, fotografías y modelos 3D del mundo crezcan de manera exponencial en el entorno de esta plataforma (la Figura 24 muestra uno de estos modelos 3D). El formato de estos datos es KML (ver apartado 2.1.1.2 KML).



Figura 24 Ejemplo de vista sobre la ciudad de Londres con modelos tridimensionales del London Eye (primer término), las Casas del Parlamento y el Big Ben (fondo)

Finalmente, a todos los datos citados, Google Earth añade un amplio conjunto de funcionalidades:

- Interfaz de navegación 3D sencilla.
- Búsqueda de direcciones, localizaciones, negocios, etc. similar a la de Google Maps.
- Herramientas para la creación de información vectorial o superposición de imágenes.
- Herramientas para el acceso a información histórica.
- Integración con GPS.
- Opción de visualización en modo Simulador de Vuelo.

Como una de sus últimas novedades, desde mayo de 2008 es posible incluir un visor tipo Google Earth en cualquier aplicación Web mediante el uso del plugin de Google Earth para navegadores. Este plugin incluye un API Javascript⁴⁸ orientada a la personalización y permite añadir fácilmente a cualquier aplicación desarrollada con el API de Google Maps una nueva perspectiva tridimensional.

En la actualidad, Google Earth se distribuye de forma gratuita aunque existe una versión, Google Earth Pro, de pago, que añade la posibilidad de imprimir imágenes de alta resolución o de incorporar información en formatos SIG estándar como shapefile. Además de estas dos versiones del navegador 3D (la versión gratuita y la versión Pro), existe también una versión corporativa (*Google Earth for Enterprise*) que permite difundir datos propios en exclusividad o combinados con los datos originales de Google Earth. La versión corporativa de Google Earth está formada por los siguientes componentes (Figura 25):

- *Google Earth Enterprise Fusion*. Es el componente que se utiliza para integrar, almacenar y organizar datos, aplicar estilos, etc...
- *Google Earth Enterprise Server*. Es el encargado de alojar y servir la información geográfica.
- Clientes de Google Earth. En la actualidad existen dos tipos de clientes de la versión corporativa:
 - **Google Earth Enterprise Client**. Se trata de una versión del Google Earth que permite configurar los servicios de globo a los que accede.
 - *Cliente Google Maps*. Permite generar aplicaciones similares a Google Maps utilizando los datos servidos por Google Earth Enterprise Server.

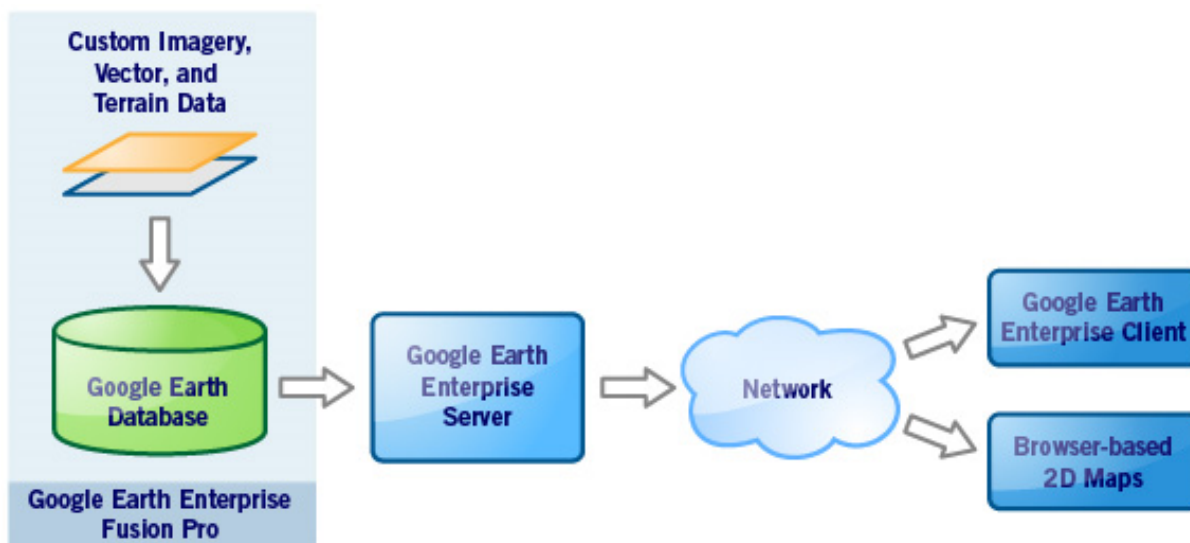


Figura 25 Arquitectura de Google Earth for Enterprise (Google, 2010)

2.2.4.2.2. Algunas alternativas a Google Earth

Aunque existen diversas plataformas de visualización de globos 3D, en realidad pocas de estas alternativas combinan un navegador 3D con una base cartográfica y/o de imágenes con cobertura realmente representativa a nivel mundial. Presentamos a continuación algunas de ellas.

2.2.4.2.2.1 Nasa World Wind

Nasa World Wind⁴⁹ es una aplicación para la visualización de globos 3D desarrollada por la agencia espacial estadounidense NASA. Hay que destacar que, además de tener funcionamiento estable, una base de imágenes de gran resolución y cobertura mundial, Nasa World Wind es una herramienta de código abierto desarrollada en .Net y posteriormente migrada a lenguaje Java.

Nasa World Wind presenta globos alternativos sobre La Luna, Marte y Venus. Además, incorpora un gestor que permite añadir servicios WMS y utilizar (si el servicio lo permite) el parámetro TIME del servicio para añadir información de una fecha determinada (Figura 26).

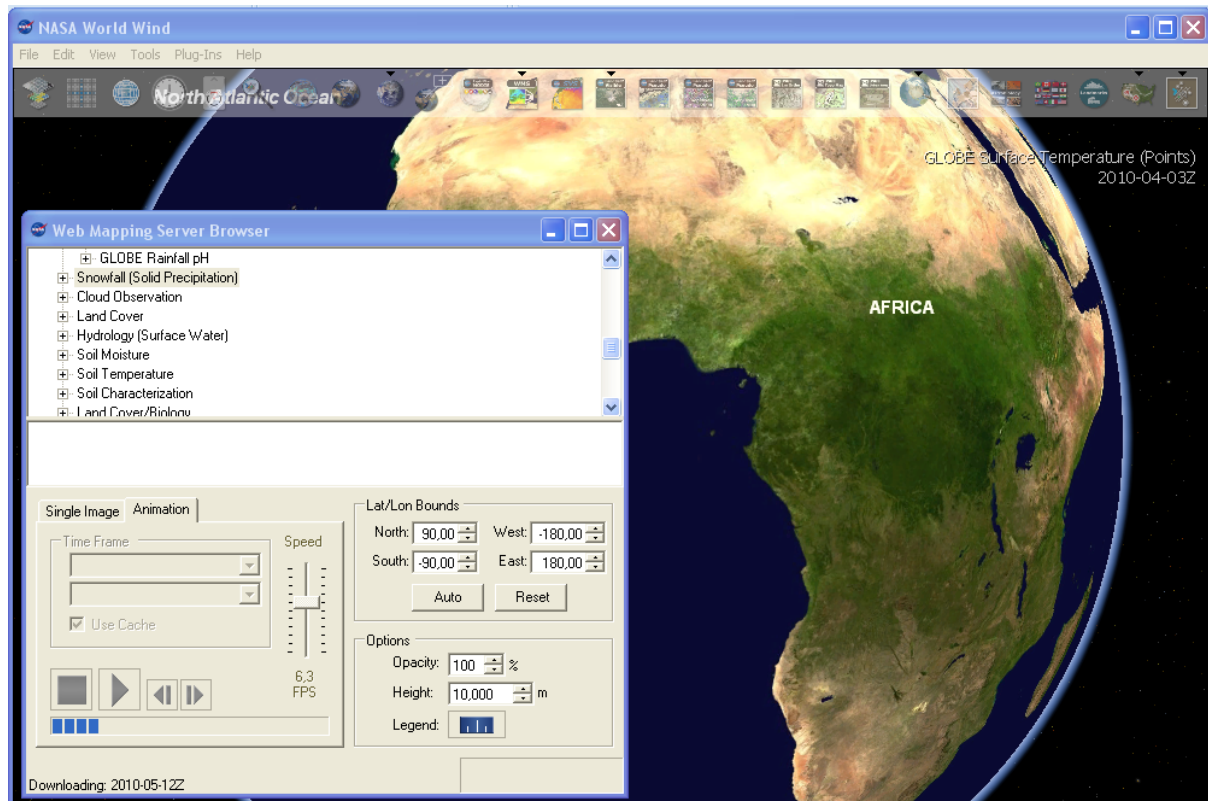


Figura 26 Interfaz de Nasa Word Wind

2.2.4.2.2.2 ArcGIS Explorer

ArcGIS Explorer⁵⁰ es una herramienta gratuita de visualización de globos 3D de ESRI. Presenta, capacidades de acceso a gran variedad de datos:

- Servicios de ArcGIS Online
- Servicios de ArcGIS Server
- Servicios ArcIMS
- Servicios WMS
- GeorSS
- KML
- Shapefile
- Geodatabases
- ...

ArcGIS Explorer permite cambiar entre la vista 3D y la vista 2D e incorpora herramientas básicas de localización y búsqueda de caminos óptimos, medidas, inclusión de notas sobre el mapa, etc...

Finalmente, ArcGIS Explorer permite incorporar servicios de geoprocementos (*task*) implementados en la plataforma de software servidor de ESRI ArcGIS Server (Ver por ejemplo la Figura 27 en la que se muestra el resultado del proceso viewshed).

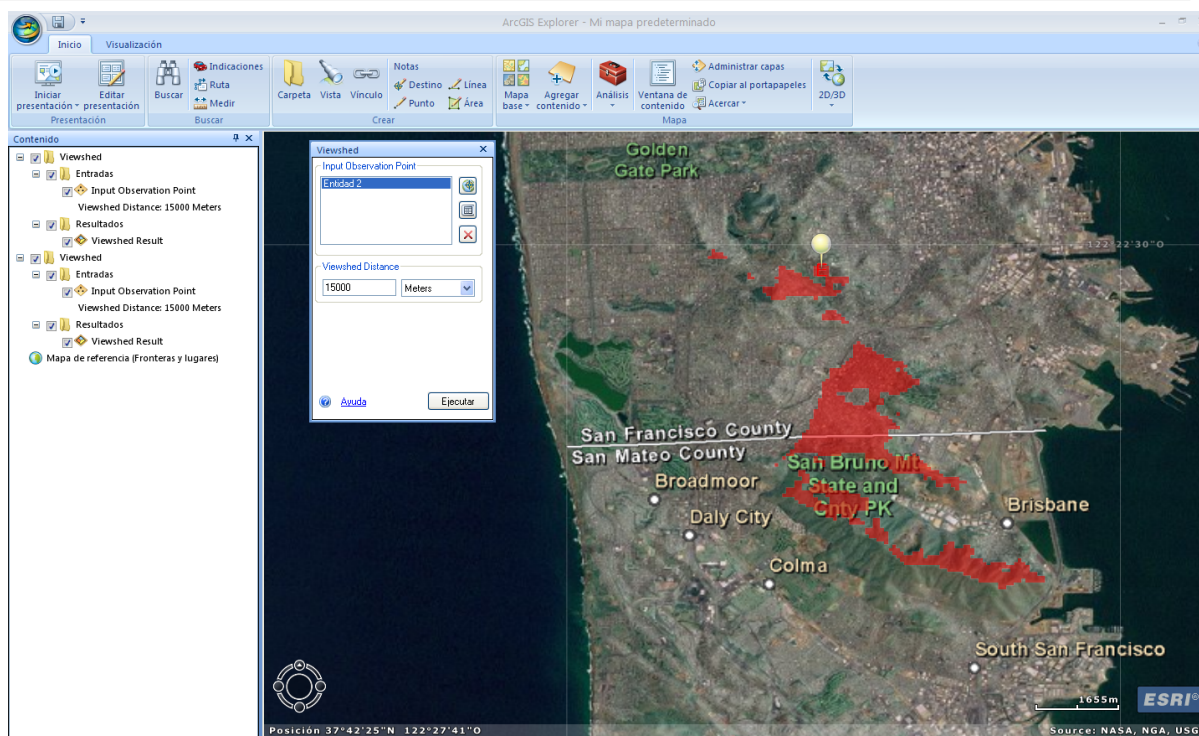


Figura 27 Resultado de la ejecución del mismo geoproceto *viewshed*

Finalmente, ArcGIS Explorer es personalizable a través de un kit de desarrollo o SDK (del inglés Software Development Kit).

2.3 Movilidad y localización

Hasta ahora hemos conocido como el nuevo marco tecnológico que hemos denominado Web 2.0 y la aparición de formatos de intercambio de información geográfica orientados a internet están favoreciendo la difusión de aplicaciones y servicios geográficos. En este apartado nos vamos a centrar en el impacto que está suponiendo la incorporación de información, aplicaciones y servicios geográficos en el mundo móvil.

En octubre de 2007 una noticia cuando menos sorprendente apareció en los medios de comunicación: el fabricante de móviles Nokia compraba la empresa de cartografía navegable Navteq. El gigante finlandés se aseguraba de esta forma la cartografía necesaria para alimentar su aplicación Nokia Maps, instalada en algunos de sus nuevos terminales móviles. A principios de 2010 Nokia liberó su aplicación de navegación OVI Maps abriendo las puertas de la geolocalización a más de 25 millones de nuevos usuarios potenciales.

El mercado de la telefonía móvil está en claro auge, de tal manera que en países como España es posible que se haya alcanzado ya la saturación del mercado: desde el año 2005 el número de clientes de telefonía móvil, tal y como muestra la Figura 28 es mayor que el de usuarios potenciales.

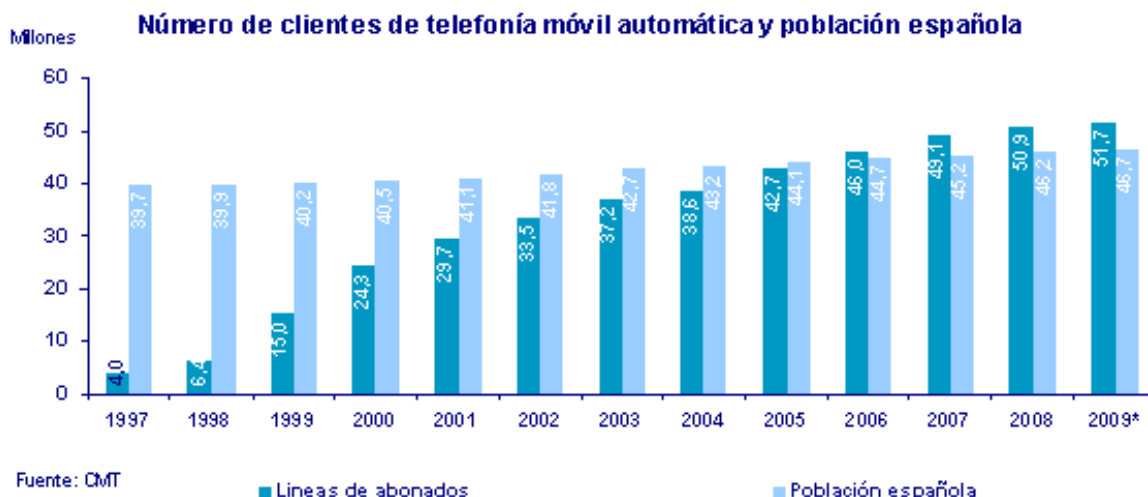


Figura 28 Número de clientes de telefonía móvil automática y población en España (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información, 2009)

Asociado al aumento del número de terminales móviles le sigue el aumento de los dispositivos GPS. Si en 2007 el número estimado de ventas de estos dispositivos se estimaba en 50 millones, fundamentalmente en terminales de navegación, las previsiones para 2015 sitúan esta cifra en 500 millones y, además, muestran un giro en el mercado: el mayor número de estos dispositivos estará incluido en teléfonos móviles. Además de la tecnología GPS, cada vez un número mayor de dispositivos utilizan otras tecnologías que permiten la localización del usuario (Smith, 2009) con una precisión aceptable para según qué utilidades.

En cuanto a las aplicaciones que utilizan las capacidades de localización, las posibilidades de personalización que ofrecen algunos de estos dispositivos están permitiendo el desarrollo de un gran número de aplicaciones con funcionalidades de lo más diverso (Biba, 2009). Muchas de estas aplicaciones, además, están orientadas a la comunidad; esto es, los usuarios se benefician del acceso a bases de datos con información georreferenciada que han creado los propios usuarios.

Finalmente, y como una aportación más a las redes sociales, algunas de estas plataformas (Twitter, por ejemplo: www.twitter.com) incorporan utilidades de geolocalización a su API de desarrollo lo que permitirá la creación de clientes para dispositivos móviles que empleen estas funcionalidades. En esta línea, Google lanzó en febrero de 2009 su servicio Google Latitude. Esta aplicación permite compartir la ubicación del usuario con sus contactos, y acceder también a la ubicación geográfica de estos.

En estos entornos, el rápido aumento en el número y variedad de terminales móviles no ha conllevado aún la estandarización de las aplicaciones desarrolladas para estos terminales. Al amplio número de tipologías de los terminales: teléfonos, teléfonos inteligentes (o *smartphones*), Tablets, navegadores, etc... hay que sumar las diferentes tecnologías que los soportan: Android, iPhone OS, BlackBerry, Windows Mobile/Windows 8 Phone y Palm OS, como los más comunes.

Entre ellos, sin embargo, el sistema operativo Android está ganando presencia y en la actualidad un 60 % de los dispositivos móviles cuentan con este sistema operativo (Canalys, 2013). El sistema operativo Android, fue presentado en noviembre de 2007 por la Open Handset Alliance⁵¹, una entidad constituida por alrededor de 50 empresas del negocio de la movilidad: fabricantes de terminales, desarrolladores de software, proveedores de servicios, operadores de telefonía, etc.

Android está concebido como un sistema operativo orientado a teléfonos móviles o aparatos similares (PDA, tablets, navegadores, etc.) y en la actualidad existe ya un importante número de fabricantes que han optado por este sistema operativo. Inicialmente desarrollado por Google y liberado bajo licencia Apache, Android está basado en el núcleo de Linux. Presenta, además, un kit de desarrollo (SDK) para lenguaje Java. Entre las diversas APIs de desarrollo que incorpora este sistema operativo encontramos el API de localización y sensores⁵². Este API da acceso a funcionalidades de localización a través del GPS o de localización por redes de telefonía y permite acceder a diferentes sensores: acelerómetro, giróscopo, etc... Adicionalmente, Google ofrece una serie de servicios, no incluidos por defecto en la plataforma Android (accesibles a través de Google Play), entre las que cabe destacar Location API⁵³ y Google Map Android API⁵⁴. En resumen, tanto las funcionalidades de localización como la posibilidad de mostrar información geográfica están disponibles directamente en el sistema operativo, facilitando, por tanto, las tareas de desarrollo de aplicaciones "geo".

1. [^] Podéis consultar más sobre XML en: <http://www.w3.org/XML/>
2. [^] Tenéis información sobre GML y acceso directo a las diferentes versiones de la especificación en: <http://www.opengeospatial.org/standards/gml>
<http://www.ogcnetwork.net/gml>

3. ^ Un sistema de referencia temporal provee de estándares para la medida del tiempo y la duración.
4. ^ Recientemente se acaba de publicar la versión 2.0 del esquema CityGML. Podéis consultarlo en:
<http://www.opengeospatial.org/standards/citygml>
5. ^ <http://code.google.com/intl/es-ES/apis/kml/>
6. ^ Podéis acceder a la especificación OGC KML en:
<http://www.opengeospatial.org/standards/kml/>
7. ^ Un servicio Web Map Service (WMS) es un servicio estándar capaz de servir mapas
8. ^ COLLADA es un formato XML para diseño 3D abierto. Más información sobre COLLADA en: <http://en.wikipedia.org/wiki/Collada>
9. ^ <http://www.sketchup.com/>
10. ^ http://ww2.trimble.com/3d/Trimble_Customers_FAQ_SketchUp_pre-close_FINAL_20120426.pdf
11. ^ Para hacer esto, basta con que accedáis a la página de Google Maps en <http://maps.google.com> y escribáis en el cuadro de búsqueda la siguiente dirección:
<http://earthquake.usgs.gov/earthquakes/catalogs/eqs7day-M5.xml>
12. ^ Más información sobre JSON en:
<http://www.json.org>
13. ^ La especificación completa de GeoJSON se encuentra en: <http://geojson.org/geojson-spec.html>
14. ^ Al igual que en GML, un objeto de tipo entidad (feature) puede no tener geometría. En este caso se indicaría con el par "geometry":null.
15. ^ PostGIS es la extensión espacial de la Base de Datos PostgreSQL. La página Web del proyecto es:
<http://postgis.refractory.net>

FME es una herramienta ETL (Extrat, Transform and Load o Extracción, Transformación y Carga) que permite convertir información geográfica entre diferentes formatos, incluyendo procesado de información:
<http://www.safe.com/>

GDAL y OGR son dos librerías de código abierto orientadas a la transformación de datos espaciales raster y vector. La URL del proyecto es:
<http://www.gdal.org>

GeoServer es uno de los servidores de mapas de código abierto más extendidos. Tenéis más información en:
<http://geoserver.org/>

16. ^ Adobe Flash:
<http://www.adobe.com/flashplatform/>
Adobe Flex:
<http://www.adobe.com/products/flex/>
Microsoft Silverlight:
<http://www.microsoft.com/silverlight/>
17. ^ Javascript es un lenguaje de scripting – literalmente “guión” – que permite interactuar con cualquier navegador Web de manera dinámica y eficaz, proporcionando a las páginas web dinamismo.
18. ^ Un servidor Web es un programa que permite transmitir o servir páginas Web en internet. Una página o aplicación Web puede componerse de código HTML y/o código que se ejecuta en el navegador Web, como Javascript
19. ^ Podéis encontrar más información del objeto XMLHttpRequest en:
<http://es.wikipedia.org/wiki/XMLHttpRequest>
y
<http://www.w3.org/TR/XMLHttpRequest/>
20. ^ SOAP es una recomendación a la W3C:
<http://www.w3.org/TR/soap/>
21. ^ Geocodificación es el proceso por el que obtenemos coordenadas a partir de una referencia geográfica relativa como una dirección postal, un punto kilométrico o, como es el caso, el centroide de una parcela.
22. ^ En el campo SRS (Spatial Reference System o sistema de referencia espacial) debéis incluir el código EPSG para el sistema de referencia utilizado. En el ejemplo hemos incluido EPSG:4326, que equivale a coordenadas geográficas en WGS 84. Por ejemplo, 32631 equivale a UTM31N WGS84.
23. ^ Algunos ejemplos más de aplicaciones mashup:
Estado de las carreteras
<http://infocar.dgt.es/etraffic/Home>
Mapa del crimen en Chicago
<https://data.cityofchicago.org/Public-Safety/Crimes-Map/dfnk-7re6>
Seguimiento de personas en tiempo real
<http://bliin.com/>
24. ^ Podéis conocer el universo de las API de Google en:
<http://code.google.com/intl/es-ES/more/>
25. ^ Amazon: <http://aws.amazon.com/>
eBay: <http://developer.ebay.com/common/api/>

-
- Flickr: <http://www.flickr.com/services/api/>
Youtube: <http://www.youtube.com/dev?gl=ES&hl=es>
26. ^ Aunque son minoritarias, existen algunas API publicadas por administraciones públicas:
API de Cartociudad, del IGN español:
<http://www.cartociudad.es/VisualizadorCartografico/>
OpenSpace, del Ordnance Survey británico:
<http://openspace.ordnancesurvey.co.uk/openspace/>
Geoportal, de IGN francés:
<https://api.ign.fr/geoportal/>
27. ^ Gmail
<http://mail.google.com>
YouTube:
<http://www.youtube.com>
Blogger:
<https://www.blogger.com/start>
Drive:
<https://drive.google.com>
28. ^ Podéis encontrar información sobre estas aplicaciones y recursos para desarrolladores en <http://code.google.com/intl/es/>
29. ^ TeleAtlas:
<http://www.teleatlas.com>
Navteq:
<http://www.navigation.com>
DigitalGlobe:
<http://www.digitalglobe.com/>
Instituto Cartográfico de Cataluña
<http://www.icc.es/>
Grafcan
<http://www.grafcan.com/>
30. ^ Panoramio:
<http://www.panoramio.com>
Wikipedia:
<http://es.wikipedia.org>
31. ^ Google Maps:
<http://maps.google.com>
API de Google Maps:
<https://developers.google.com/maps/?hl=es>
32. ^ Panoramio: <http://www.panoramio.com/>
Wikipedia: <http://www.wikipedia.org/>
YouTube: <http://www.youtube.com>
Webcams.travel: <http://es.webcams.travel/>
33. ^ <http://support.google.com/maps/bin/topic.py?hl=es&topic=2871182&parent=1687352&ctx=topic>
34. ^ http://tecnologia.elpais.com/tecnologia/2013/01/16/actualidad/1358341797_482815.html
35. ^ <http://www.google.com/mapmaker>
36. ^ Puede verse, por ejemplo:
<http://brainoff.com/weblog/2011/04/11/1635>
o
http://wiki.openstreetmap.org/wiki/Google_Map_Maker
37. ^ API de Google Maps:
<https://developers.google.com/maps/?hl=es-ES>
38. ^ Más información en:
https://developers.google.com/maps/faq#usage_pricing
<https://developers.google.com/maps/licensing>
Y algún comentario a este cambio en las condiciones de uso del API:
<http://www.spatiallyadjusted.com/2011/10/27/google-charging-for-google-maps-api-access-so-what/>
<http://spatiallyadjusted.com/2011/11/17/mapquest-map-api-transactions-are-now-free/>
39. ^ Merecerá la pena seguir los movimientos de Microsoft y Nokia: <http://conversations.nokia.com/2012/02/28/mapping-the-new-digital-world/>
40. ^ [http://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd877180\(v=MSDN.10\).aspx](http://msdn.microsoft.com/es-es/library/dd877180(v=MSDN.10).aspx)
41. ^ <http://www.microsoft.com/en-us/news/press/2009/aug09/08-12pixipr.aspx>
42. ^ <http://m.here.com/>
43. ^ <http://www.apple.com/es/ios/maps/>
44. ^ <http://theamazingios6maps.tumblr.com/>
45. ^ <http://www.elmundo.es/elmundo/2012/09/28/navegante/1348842604.html>
46. ^ <http://www.google.es/intl/es/earth/>

-
47. ^ Cada globo de Google Earth muestra una imagen continua (imágenes de satélite excepto en el globo celeste) sobre un modelo digital del terreno. Asociado a cada uno de estos globos, Google Earth muestra un conjunto de capas de información vectorial puntual, lineal, poligonal y modelos tridimensionales en formato KML. A esto ha contribuido la herramienta Sketchup: <http://www.sketchup.com/> una herramienta para la creación de modelos 3D de fácil uso. Existe una amplia galería de información creada por los usuarios en: <http://www.google.com/gadgets/directory?synd=earth&cat=featured>
48. ^ API de Google Earth: <http://code.google.com/intl/es-ES/apis/earth/>
49. ^ Nasa World Wind: <http://worldwind.arc.nasa.gov>
50. ^ ArcGIS Explorer: <http://www.esri.com/software/arcgis/explorer/index.html>
51. ^ <http://www.openhandsetalliance.com/>
52. ^ <http://developer.android.com/guide/topics/sensors/index.html>
53. ^ <http://developer.android.com/google/play-services/location.html>
54. ^ <http://developer.android.com/google/play-services/maps.html>

3. Los SIG como tecnología corporativa

Tabla de contenidos

- [3.1 La respuesta de los SIG a las nuevas arquitecturas](#)
- [3.2 Posibilidades de personalización de los SIG](#)
- [3.3 SIG y software libre](#)
- [3.4 Integración SIG con otras plataformas TI](#)
- [3.5 Los SIG y la computación en la nube](#)

Hasta el momento nos hemos centrado en cómo el movimiento tecnológico ligado a la Web 2.0, sus tecnologías afines, empresas impulsoras y nuevos modelos de interacción con el usuario están impactando en los Sistemas de Información Geográfica. Se trata, como hemos visto, no sólo de una revolución tecnológica sino también de una nueva manera de plantear la relación entre las aplicaciones, los usuarios y los datos producidos por éstos.

Existen, además, algunos nuevos desarrollos o tendencias ligados a los SIG desde una perspectiva más tradicional. En líneas generales, estas tendencias están relacionadas con un movimiento generalizado de incorporación de los SIG en los entornos de los sistemas de información corporativos y tiene, por tanto, una fuerte componente tecnológica.

Algunas de las tendencias que vamos a revisar se listan a continuación:

- la aparición de nuevos programas SIG que dan respuesta a las nuevas arquitecturas
- las crecientes capacidades de personalización que incorporan los SIG
- la aparición de nuevos productos SIG de software libre
- la integración con otros sistemas de información
- cloud computing o computación en la nube

Vamos a pasar a continuación a revisar cada uno de estos aspectos.

3.1 La respuesta de los SIG a las nuevas arquitecturas

Como hemos indicado anteriormente, inicialmente los programas SIG estaban compuestos, exclusivamente, por un software que se ejecuta en un ordenador en el que también residen los datos geográficos. En el mejor de los casos, otros usuarios podrían llegar a acceder a los datos almacenados en ese ordenador. Si este acceso se realizaba mediante una red tipo LAN (Local Area Network o Red de Área Local, una red que permite conectar varios ordenadores en un entorno limitado) los datos podían corromperse fácilmente, dado que dos usuarios podrían editar el mismo conjunto de información (archivos) de forma concurrente. Este tipo de arquitectura en la que todos los componentes del sistema se ubican en un único ordenador se denomina arquitectura monocapa.

Posteriormente, con el desarrollo de las redes de comunicaciones entre ordenadores y los Sistemas Gestores de Bases de Datos, los datos comenzaron a gestionarse en otros ordenadores, denominados *servidores de datos*. Los ordenadores que se conectan a los servidores para consultar o modificar los datos se denominan *clientes*. Esta arquitectura se ha denominado cliente/servidor (C/S) o arquitectura en 2 capas. En esta arquitectura, los clientes implementan la interfaz con el usuario y la lógica de negocio, mientras que en el servidor de datos se desarrollan aquellas funciones que tiene que ver con el mantenimiento de la integridad de los datos.

La arquitectura en dos capas ha evolucionado hacia una arquitectura en tres capas. En este tipo de arquitecturas, la interfaz de usuario (capa cliente) es independiente de la lógica de negocio (servidor de aplicaciones) y de los propios datos (servidor de datos). Este tipo de arquitecturas (Figura 29) permite, por tanto, modificar de forma independiente cada una de las capas; así, un cambio en la lógica de negocio de una aplicación no tiene porqué afectar a los otros dos niveles.

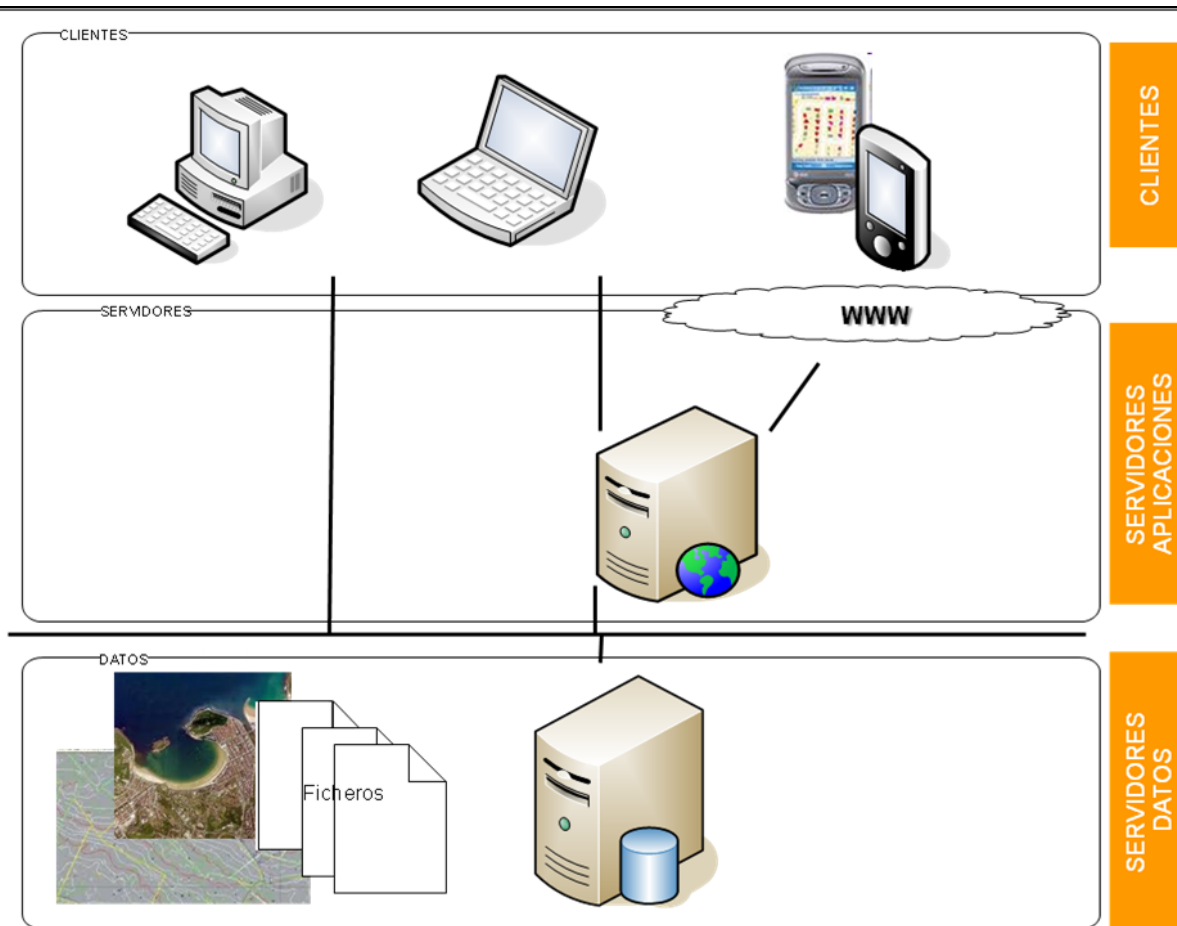


Figura 29 Esquema de arquitectura en tres capas: servidores de datos, servidores de aplicaciones y clientes.

La ventajas de este tipo de arquitecturas en tres capas son diversas, aunque en su mayor parte tiene que ver con la mejora en las tareas de administración de aplicaciones

- el control de acceso y el mantenimiento de los datos se centraliza, mejorando la integridad de los datos.
- las aplicaciones desarrolladas bajo estas arquitecturas son más escalables: si es necesario mejorar el rendimiento de una aplicación o aumentar su disponibilidad es posible añadir nuevos servidores con modificaciones menores en las aplicaciones.
- el mantenimiento de las aplicaciones se hace más sencillo: si cambian las reglas de negocio y se realiza un desarrollo para adaptarse a este cambio sólo será necesario actualizar la capa del servidor de aplicaciones.

Como podéis observar, en estas arquitecturas en n capas, los usuarios finales pueden acceder a aplicaciones sin necesidad de conocer dónde están almacenados los datos que van a utilizar ni dónde se ejecutan los procesos que están realizando. Este tipo de arquitectura se encuentra en la base de las aplicaciones Web 2.0 que vimos en el capítulo 2.

Como otros programas informáticos, los SIG se han adaptado a estas nuevas arquitecturas mediante la creación de paquetes específicos adecuados a cada capa. Veamos a continuación algunos de estos paquetes, según la capa en la que se ubican:

- **Capa de acceso a datos o servidores de datos.** Indudablemente, las Bases de Datos (BBDD) espaciales son las adaptaciones particulares que presentan los SIG en esta capa. En realidad, se trata de extensiones de los sistemas gestores de bases de datos tradicionales que son capaces de almacenar y analizar datos geográficos. Las características principales de estas extensiones son (Ruiz, 2010):

- Utilizan tipos de datos abstractos para el almacenamiento de datos espaciales.
- Presentan una estructura definida de tablas de metadatos orientadas a la gestión de información sobre los propios datos geográficos: dimensionalidad, extensión, sistema de referencia o simplemente, tipo de objeto: punto, línea, polígono, multipunto, multilínea, multipolígono,...
- Incluyen un conjunto de operadores y funciones para el tratamiento de la información geográfica.
- En algunos casos, incluyen índices espaciales para la mejora en el rendimiento de las consultas.

Estas extensiones espaciales responden a consultas de otras aplicaciones (aplicaciones cliente) para proveerles de datos espaciales, pero también son capaces de ejecutar análisis SIG complejos (fundamentalmente en datos de tipo vectorial). Sin embargo, estas aplicaciones no presentan una interfaz SIG en la que el usuario final pueda visualizar un mapa como resultando de un análisis o una consulta espacial.

Las extensiones espaciales se han beneficiado también de algunas funcionalidades genéricas de los motores de bases de datos sobre los que se sustentan:

- **Transacciones largas.** Este tipo de transacciones permite a los usuarios realizar tareas de edición durante largos periodos de tiempo e incluso durante varias sesiones de edición. Durante este tiempo, los cambios realizados por el usuario editor no se hacen visibles al resto de usuarios, al tiempo que las modificaciones realizadas en la base de datos por otros usuarios no se hacen visibles al usuario editor.
- **Edición concurrente.** En la mayoría de las bases de datos, la edición concurrente (dos usuarios editando el mismo registro) se gestiona de forma pesimista. Esto es, cuando un usuario edita un registro, ningún otro usuario puede modificarlo hasta que el primero ha cerrado la sesión (o ejecutado un cierre de transacción). En algunas bases de datos espaciales, esta gestión se realiza mediante una concurrencia optimista: un usuario puede modificar un registro de la BBDD que está siendo modificado por otro usuario. Esto se consigue almacenando en un conjunto auxiliar de tablas los cambios realizados por cada usuario de tal manera que se pueda reconstruir la evolución de cualquier registro de la tabla.
- **Gestión de conflictos.** Tanto en las transacciones largas como en la edición concurrente pueden ocurrir conflictos; por ejemplo, dos usuarios pueden haber editado al mismo tiempo el mismo registro. Las Bases de Datos espaciales incorporan herramientas para la gestión de estos conflictos.
- **Gestión de históricos.** Dado que todas las ediciones quedan almacenadas en tablas auxiliares, es posible reconstruir el estado de la Base de Datos en un momento determinado.

- **Capa de servicios o servidores de aplicaciones.** Quizás el desarrollo más espectacular en el mundo de los SIG se haya dado en esta capa, donde podemos encontrar, fundamentalmente, servidores de mapas y servidores de geoprocetos. Las primeras son aplicaciones que devuelven o sirven mapas en forma de imágenes, según una serie de parámetros en los que se indican las capas a representar, su extensión, elementos resaltados fruto de una extensión o las características de la imagen resultante. Las aplicaciones cliente son las encargadas de mostrar al usuario estas imágenes. Estos servidores de mapas presentan habitualmente una interfaz que permite crear servicios de mapas.

En cuanto a los geoprocetos, estas aplicaciones devuelven el resultado de la realización de un determinado proceso geográfico que se ejecuta en el servidor, por ejemplo, la localización de la ruta óptima entre dos puntos de una red. Estos geoprocetos, por tanto, pueden arrojar diferentes tipologías de resultados: desde un dato numérico (una distancia, por ejemplo) a una nueva capa (una interpolación).

Las comunicaciones entre estas aplicaciones y los clientes suelen realizarse mediante protocolos estándar como HTTP. Este tipo de aplicaciones están en la base del amplio despliegue de aplicaciones SIG que podemos ver hoy en día en internet.

- **Cientes.** Los clientes realizan peticiones a los servidores de datos y servidores de aplicaciones. Como resultado de estas peticiones los clientes pueden obtener diferentes resultados: datos filtrados espacialmente, mapas o imágenes que se utilizarán como fondo cartográfico, etc. Entre las diferentes tipologías de clientes cabe citar:

- **Cientes “pesados”, clientes de escritorio o *desktop*.** Son las herramientas SIG por excelencia. Son aplicaciones que se ejecutan en el mismo ordenador con el que interactúa el usuario; en líneas generales, pueden realizar tareas que requieren de elevados recursos de memoria y acceso a datos locales.
- **Cientes móviles.** Con el desarrollo de las tecnologías móviles han surgido diferentes aplicaciones adaptadas a las posibilidades de estos nuevos terminales. En líneas generales, presentan funcionalidades básicas similares a las de los clientes de escritorio.
- **APIs Web.** Aunque estas API (como el API de Google Maps y otras similares que vimos en el apartado 2.2.4 Google como impulsor de la Web 2.0) están orientadas al desarrollo de aplicaciones en el entorno Web, se trata de aplicaciones que se ejecutan en el navegador Web del usuario, que hace las veces de cliente. Estas API explotan los datos y las funcionalidades geográficas servidas en internet.

La mayoría de los fabricantes de tecnologías GIS generalistas han evolucionado sus productos para adaptarse a estas arquitecturas en 2 ó 3 capas¹. Por ejemplo, el fabricante ESRI dibuja en la siguiente figura (Figura 30) cómo se ubican sus diferentes productos en una arquitectura en tres capas. En la parte inferior de la imagen aparecen los diferentes productos que conforman la capa de datos (que también incluye servicios de datos en ArcGIS Online). Sobre esta capa se sitúa el producto servidor ArcGIS Server. Finalmente, accediendo directamente a los datos (arquitectura en 2 capas) o a los servicios, que incluyen datos y geoprocetos (arquitectura en 3 capas), se sitúan los diferentes clientes: ArcGIS Desktop, ArcGIS Explorer, ArcGIS Mobile y aplicaciones Web, fundamentalmente.

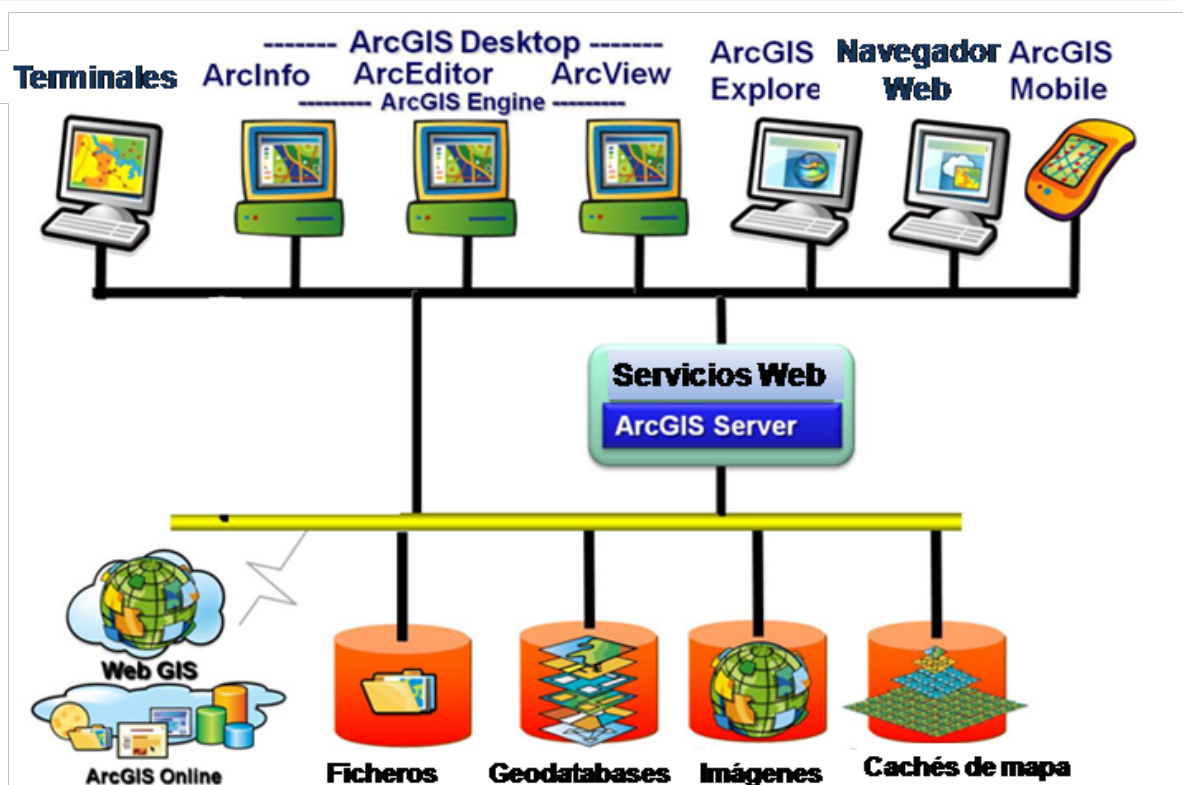


Figura 30 Arquitectura de productos SIG del fabricante ESRI (modificado de ESRI, 2010)

3.2 Posibilidades de personalización de los SIG

Los programas SIG incorporan, desde sus orígenes, diferentes entornos que permitían automatizar algunas tareas. Así, los primeros paquetes SIG de escritorio incluían lenguajes de *scripting* que permitían ejecutar archivos de órdenes o archivos de procesamiento por lotes. En la mayoría de los casos, estos archivos sencillamente incorporaban comandos que se ejecutaban secuencialmente; en algunos casos, estos entornos *script* incluían sentencias para el control de flujo (del tipo *if-then-else*, *for-next* o *do-while-loop*²). Un ejemplo de este tipo de lenguajes es AML o Arc Macro Lenguaje (Lenguaje de Macros de Arc) que se incluía en el programa ArcInfo WorkStation. AML no sólo permitía la ejecución de tareas sino también la personalización básica de los menús de ArcInfo.

Con la aparición, en la década de los 90, de la programación orientada a objetos y las tecnologías COM³ (*Component Object Model* o Modelo de Objetos de Componentes) comenzaron a desarrollarse programas SIG construidos mediante librerías o bibliotecas. Una librería es un conjunto de subprogramas usados en desarrollo de software.

Las mismas librerías con las que se construyen las aplicaciones SIG pueden reutilizarse por los programadores para crear nuevas aplicaciones SIG o personalizar aplicaciones existentes. Así, la misma funcionalidad que implementaba una aplicación SIG como ArcView se podría utilizar en un desarrollo independiente mediante estas librerías. Al igual que se usan las piezas de mecano para construir nuevos diseños, los desarrolladores podían utilizar las “piezas” o componentes que se habían utilizado para construir un programa SIG en la construcción de sus propios programas.

La mayoría de estos programas SIG, como ArcView, MapInfo o Smallworld, incorporaban, además, sus propios lenguajes de desarrollo como Avenue, MapBasic o Magic, respectivamente. Si bien estas aplicaciones SIG podían estar desarrolladas en un lenguaje diferente (habitualmente C++) exponían funcionalidad GIS que podía invocarse desde estos entornos de desarrollo. Estas librerías se acompañaban, además, de componentes de desarrollo como controles de mapa, leyendas o TOC, barras de herramientas, etc. que facilitaban el trabajo del desarrollador.

Finalmente, los fabricantes de software SIG fueron aceptando los lenguajes estándar *de facto* en el desarrollo de aplicaciones y migraron estos componentes a entornos de desarrollo como .Net (lenguajes C# o VB.Net) o Java, aprovechándose también de las herramientas de desarrollo visuales o IDE (del inglés *Integrated Development Environment* o entorno de desarrollo integrado) ligados a estos entornos: Visual Studio o Eclipse, por poner algunos ejemplos.

Esta rápida evolución ha permitido que muchas aplicaciones SIG cuenten en la actualidad con diferentes alternativas para su personalización o permitan la construcción de nuevos productos a partir de sus componentes o librerías. Algunas de las alternativas para la personalización de los productos SIG actuales son:

- **Lenguajes de scripting.** Muchos de los programas SIG actuales incorporan algún entorno de *scripting*. Mediante este entorno es posible generar archivos con sentencias (scripts o archivos de procesos por lotes) que permiten automatizar algunas tareas. En los últimos años, el lenguaje de *script* más empleado es Python⁴. Entre los programas que incluyen Python como lenguaje de script cabe citar ArcGIS Desktop y gvSIG⁵. En el caso concreto de ArcGIS, los *script* desarrollados con Python pueden ser integrados en la interfaz de la aplicación como una herramienta más.

- **Automatización de tareas mediante modelos.** Los entornos de *scripting* presentan el inconveniente de que el usuario necesita tener unos conocimientos básicos de programación y del lenguaje de *script* a emplear. Para vencer esta limitación, en los últimos años algunos programas SIG como ArcGIS o Sextante SIG han incorporado herramientas de desarrollo visual que permiten al usuario generar modelos. Estos modelos permiten diseñar flujos combinando diferentes tipos de datos de entrada con geoprocetos. En el ejemplo de la Figura 31, muestra un modelo implementado en Sextante. Los cuadros marcados con un “+” indican datos de entrada, mientras que el resto de elementos indican geoprocetos.

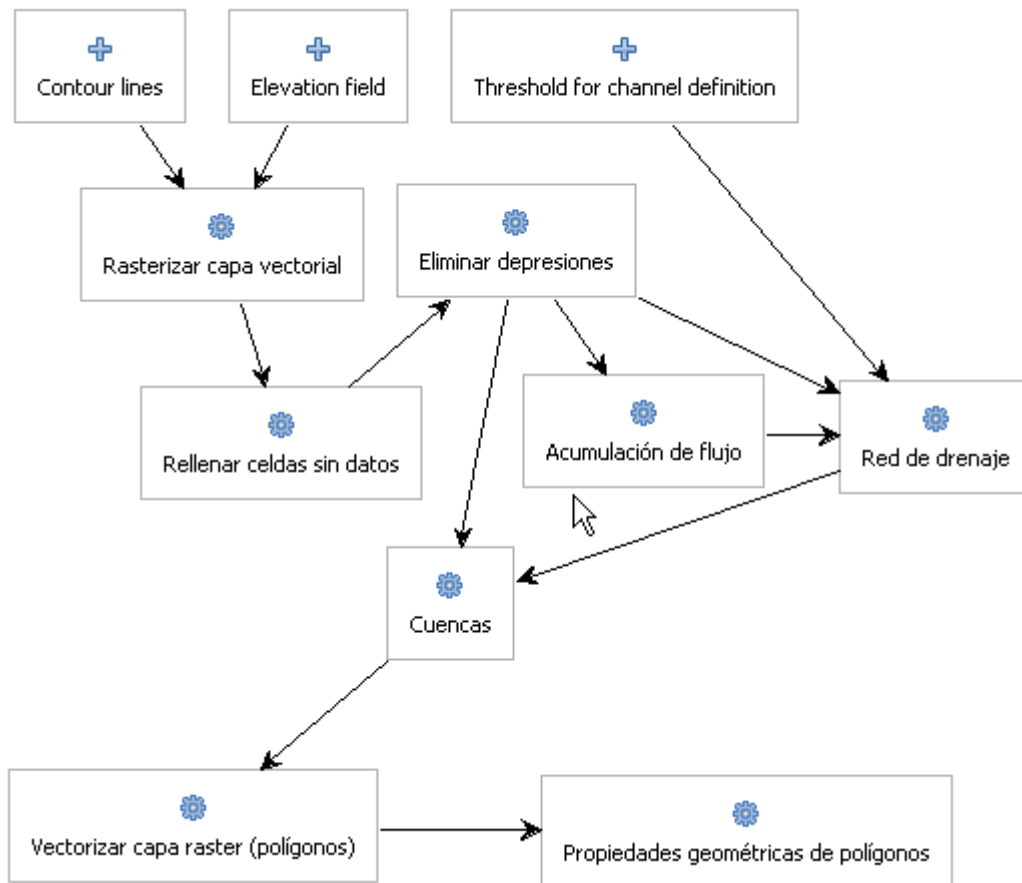


Figura 31 Modelo Watershed from contour lines (Cuencas de drenaje a partir de curvas de nivel) implementado en Sextante SIG

- **Desarrollo sobre Visual Basic for Applications (VBA).** VBA es un IDE de desarrollo basado en un subconjunto de Visual Basic 6. Ligado exclusivamente a aplicaciones sobre sistemas operativos Windows, este entorno de personalización se ha incorporado en muchas interfaces SIG. VBA se utiliza para crear macros y script que pueden acceder al núcleo de funcionalidades SIG accediendo a las bibliotecas y componentes de desarrollo que exponen las aplicaciones SIG.

- **Bibliotecas y componentes de desarrollo.** Finalmente, algunos productos SIG están compuestos, exclusivamente, por bibliotecas y componentes de desarrollo. Los desarrolladores utilizan estos productos para construir nuevas aplicaciones SIG. Estos productos pueden clasificarse en dos tipologías según su alcance:

- Generalistas. Los productos incluyen bibliotecas y componentes para construir un producto SIG completo. Ejemplo de este tipo de productos son ArcGIS Engine, de ESRI y Geomedia Objects, de Intergraph.
- Especializados. Las bibliotecas y componentes están especializadas en una tarea concreta; por ejemplo, para desarrollar aplicaciones o módulos de aplicaciones cuyo objetivo incluya la transformación entre distintos formatos de información geográfica, podemos utilizar FME Objects de SAFE o el proyecto GDAL/OGR.

Todas estas alternativas para la personalización de aplicaciones SIG están permitiendo la creación de un gran número de nuevas aplicaciones que toman como base plataformas SIG existentes. Estos nuevos desarrollos permiten adaptar la funcionalidad de los paquetes SIG generalistas a las necesidades específicas de los usuarios. La aparición de estos entornos, además, está provocando el cambio en el perfil de técnico SIG desde un usuario avanzado de herramientas SIG a un técnico con conocimientos básicos o incluso avanzados de programación⁶.

3.3 SIG y software libre

Hemos pasado por alto en el apartado anterior las posibilidades de personalización que se abren con el uso de software libre. Vamos a dedicar este apartado a conocer la situación actual de los SIG de código abierto.

Podéis recordar la diferencia entre software propietario y software libre, así como los diferentes tipos de licencia de éste último en los materiales de la asignatura “Introducción a los Sistemas de Información Geográfica”

En los últimos 10 años hemos asistido a la aparición de un importante número de soluciones de software libre SIG. Sin embargo, es en 1982⁷ cuando surge el primer proyecto relevante de software libre SIG. Nos estamos refiriendo a GRASS (*Geographic Resources Analysis Support System* o sistema de soporte a análisis de recursos geográficos) un programa SIG desarrollado inicialmente por el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los EEUU. Aunque GRASS es un software que presenta una rica funcionalidad de análisis SIG, sobre todo orientada al análisis raster, su uso está casi en exclusiva limitado al entorno universitario o de investigación.

Hay que esperar más de 10 años, hasta bien entrada la década de los 90, para encontrarnos el segundo proyecto relevante de software libre SIG: UNM Mapserver, un servidor de mapas de uso muy extendido en la actualidad. Es a finales de la década de los 90 y a principios del siglo XXI cuando comienzan a aparecer diferentes programas SIG de escritorio como JUMP (en la actualidad OpenJUMP) o deegree, apoyados en librerías de desarrollo como GeoTools y Java Topology Suite o JTS. A partir de 2004 hacen su aparición otros dos importantes programas de escritorio: gvSIG y uDIG.

En su mayoría, estos proyectos se han iniciado con una clara vocación por la liberación de su código. Como excepción, en Julio de 2007, ITC (la Facultad de GeoInformación y Observación de la Tierra de la Universidad de Twente, en Holanda) liberaba lo que hasta entonces había sido un software propietario: ILWIS.

Por último, indicar que muchos de los proyectos de software libre SIG se agrupan en torno a la Open Source Geospatial Foundation (OSGeo o Fundación para el Código Abierto Geoespacial). Esta fundación se creó en 2006 con el patrocinio de algunas empresas de código cerrado o propietario como AutoDesk. Anualmente organiza un encuentro internacional denominado FOSS4G (Free and Open Source Software for Geomatics Conference o Conferencia sobre Software de Código Abierto para Geomática).

A continuación tenéis algunas direcciones Web de las páginas de los proyectos y entidades mencionados en el texto.

GRASS:

<http://grass.osgeo.org/>

UNM Mapserver:

<http://mapserver.org/>

JUMP:

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

deegree:

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

GeoTools:

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

Java Topology Suite:

<http://www.vividsolutions.com/jts/jtshome.htm>

uDIG:

<http://udig.refractions.net/>

gvSIG:

<http://www.gvsig.org>

ILWIS:

<http://52north.org/communities/ilwis/>

OSGeo

<http://www.osgeo.org>

En la figura 32 se recoge un completo análisis del panorama actual de productos de software libre (Montesinos, M. y Gaspar, J, 2009). Como se puede observar, el conjunto de soluciones está dividido según el lenguaje de desarrollo (C++, Java u otros, fundamentalmente .Net y Javascript) y según la tipología del producto:

- Aplicaciones de escritorio
- Librerías de desarrollo
- Bases de datos (BBDD) espaciales
- Soluciones Web, ya sean estas servidoras o clientes

Como puede observarse, este panorama del software libre GIS es muy variado e incluye productos capaces de cubrir cualquier necesidad en arquitecturas monocapas, de dos y tres capas.

Esta disponibilidad de soluciones está empujando a muchas entidades y usuarios individuales a plantearse el uso de software libre, incluidos entornos muy exigentes , ya sea de forma excluyente ya en combinación con otros programas SIG propietarios. En cualquiera de los dos casos la interoperabilidad de datos y plataformas se considera un requisito indispensable.

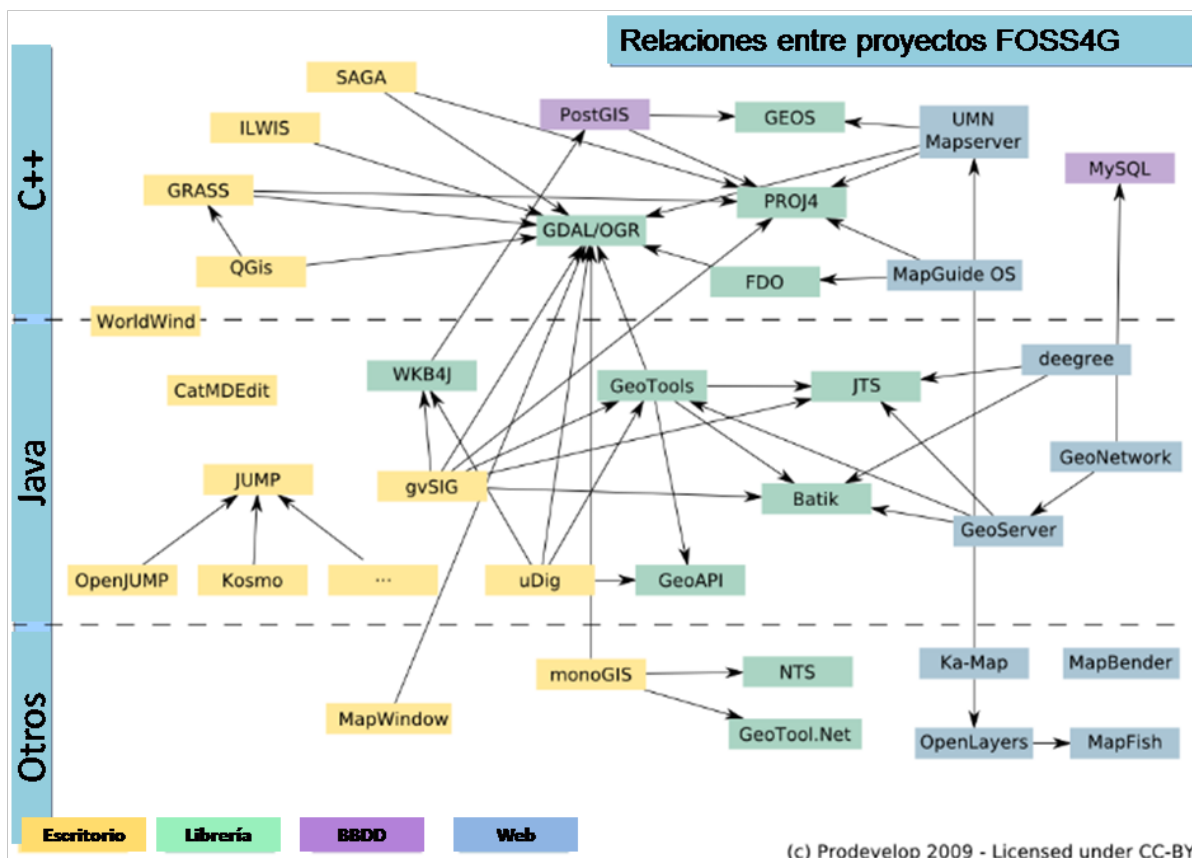


Figura 32 Proyectos de software libre clasificados según su tipología: Escritorio, Librerías, BBDD (espaciales) y aplicaciones Web (en Montesinos, M. y Gaspar, J, 2009)

3.4 Integración SIG con otras plataformas TI

Toda la amplia variedad de soluciones que hemos ido viendo hasta el momento está favoreciendo la integración de los Sistemas de Información Geográfica con otras plataformas tecnológicas en el núcleo de la gestión corporativa. Las posibilidades que abren todas estas opciones permiten que sea tecnológicamente posible incluir análisis SIG, hasta ahora limitados a paquetes de escritorio específicos, dentro de otros productos. A esto hay que añadir el hecho de que la información geográfica sea cada vez más accesible y más fácil de capturar y/o mantener, o sencillamente más barata.

En esta línea, y sin querer ofrecer un análisis exhaustivo de todas las posibles alternativas, en la actualidad podréis encontrar soluciones (en muchos casos, desarrollos a medida, aunque ocasionalmente también productos específicos) que integran SIG con algunos de los siguientes sistemas:

- CRM o Customer Relationship Management (o software de gestión de la relación con los clientes: son sistemas informáticos de apoyo a la gestión de las relaciones con los clientes, a la venta y al marketing. La integración en estas plataformas viene, fundamentalmente, de la mano de la georreferenciación de los clientes. Una vez localizados, es posible crear rutas para realizar visitas o distribuir las áreas comerciales según diferentes criterios.

- ERP o Enterprise Resource Planing (o software de planificación de recursos empresariales) son sistemas que gestionan de forma integral los aspectos relacionados con la gestión empresarial. Los sistemas ERP son muy diversos, dadas las múltiples actividades que desarrollan las empresas o administraciones. Aún así, existen casos de éxito de integración de sistemas ERP/SIG en áreas de negocio concretas:

- Geomarketing
- Logística y transporte
- Mantenimiento, por ejemplo, de redes de distribución (aguas, gas, redes eléctricas, etc...), edificios, etc..
- Gestión de activos empresariales
- Centros de atención a usuarios (CAU)
- ...

- BI o Business Intelligence (o software de inteligencia de negocio): son herramientas orientadas a la obtención de conocimiento a partir de los datos existentes en una organización o empresa. El objetivo, en este caso, es incorporar la variable geográfica a los análisis realizados y/o representar los resultados de estos análisis en forma de mapas. Los sistemas BI suelen incorporar datos provenientes de los sistemas anteriores (CRM y ERP) y permiten responder a consultas del tipo: ¿cuáles son las áreas con mejores o peores ventas?, ¿tienen relación éstas áreas con la ubicación de las oficinas de la competencia?, ¿qué relación tienen mis ventas con la distribución geográfica de variables sociodemográficas: sexo, edad, nivel de estudios, renta, etc. Los resultados de los diferentes análisis se muestran de forma muy visual y sencilla en cuadros de mando (como el que se muestra en la Figura 33) que recogen los indicadores más importantes.

Las direcciones Web de los productos o proyectos mencionados en éste apartado son:

MapIntelligence:

<http://www.integeogeo.com/content/view/351/141/>

Spatialytics:

<http://www.spatialytics.com>

MapPoint

<http://www.microsoft.com/mappoint>

Business Analyst Online:

<http://www.esri.com/software/bao>

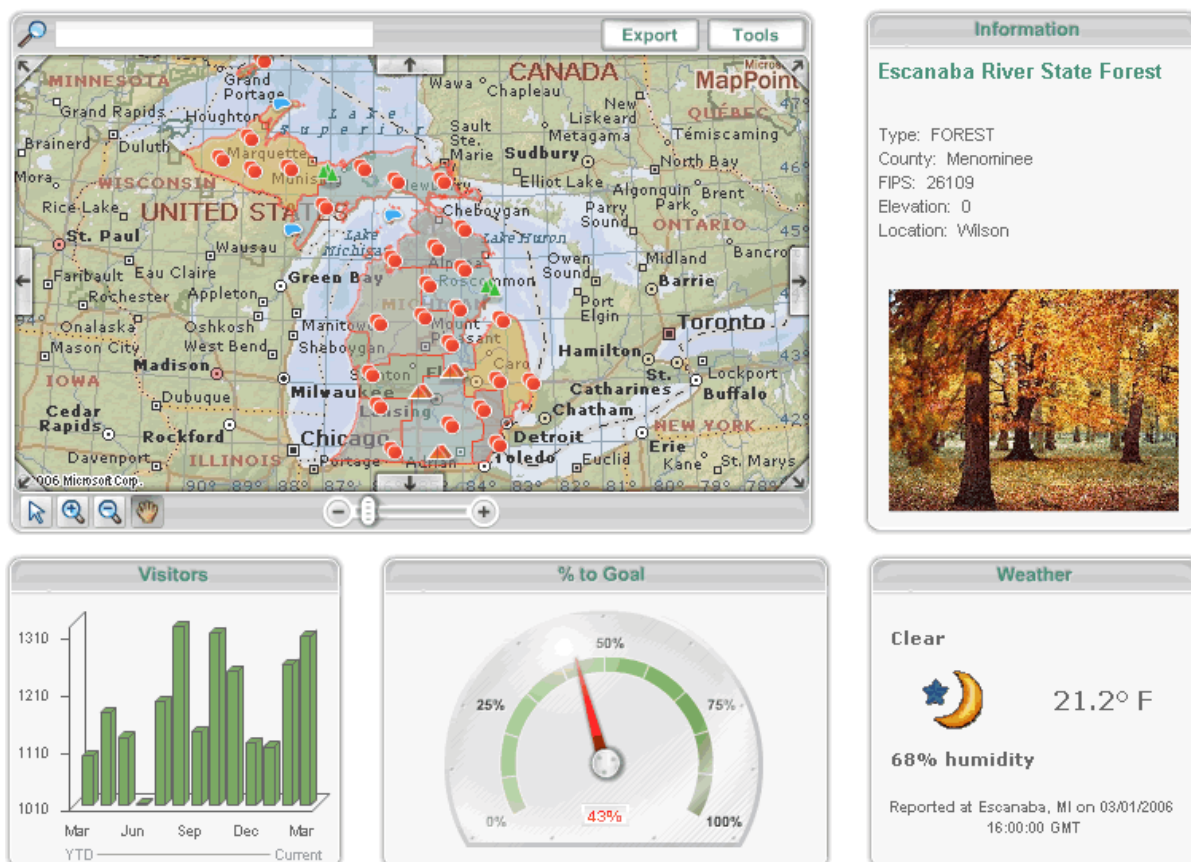


Figura 33 Ejemplo de cuadro de mando que incorpora indicadores en diferentes formatos: mapas, gráficos, etc... (en Clemens, 2006)

De los tres sistemas citados, este es el área de integración más desarrollada en la actualidad. Una prueba de ello es que existen varias soluciones especializadas e incluso algún desarrollo incipiente en el mundo del software libre. En cuanto a las soluciones, cabe citar MapIntelligence, de la empresa australiana Integeo. Este producto permite integrar visualización SIG en algunas de las herramientas de BI más extendidas del mercado, como son Microsoft Excel, Business Objects, Hyperion, Cognos, Oracle Business Intelligence, Microstrategy o incluso algunas soluciones de código abierto para la generación de informes como BIRT (*Business Intelligence and Reporting Tools* o Inteligencia de negocio y herramientas de generación de informes).

Otro proyecto interesante, en este caso en el mundo del software libre, es Spatiaitycs, una comunidad, más que un producto, que ofrece herramientas para integrar información geográfica con el software BI de código abierto Pentaho.

- Herramientas ETL (Extract, Transform & Load o Extracción, transformación y carga) como GeoKettle, para acceder a múltiples orígenes de datos.
- Herramientas para la creación de cubos OLAP como GeoMondrian.
- Herramientas para la representación de la información, como SOLAPLayers.

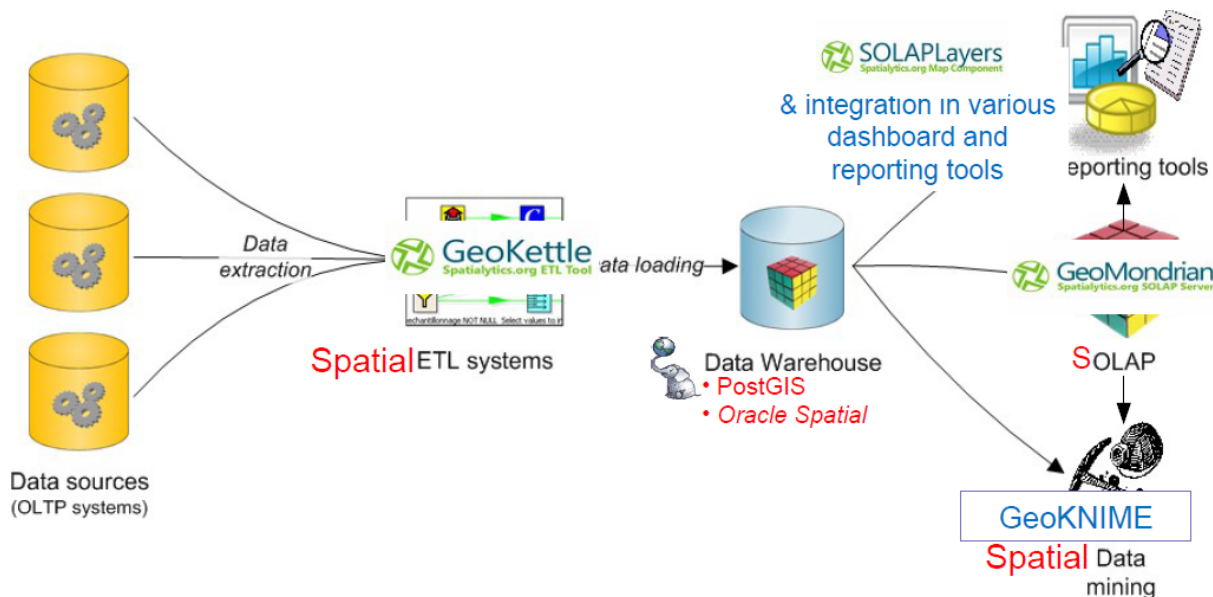


Figura 34 Componentes de la plataforma BI Spatiaitycs

La Figura 34 muestra cómo se relacionan estas herramientas para formar una plataforma de “geoBI” completa.

Finalmente, cabe citar que es en esta integración entre SIG y BI donde se han producido las primeras experiencias SaaS (*Software as a Service* o software como servicio⁸) en aplicaciones SIG. Entre los casos más representativos de este tipo de explotación se encuentra MapPoint de Microsoft y Business Analyst Online, de ESRI.

La integración de la información geográfica en el entorno corporativo está incorporando también esta información dentro del conjunto de datos que se denomina "big data"⁹. Se aplica éste término al conjunto de datos que supera la capacidad de gestión del software actual y necesita, por tanto, de nuevas técnicas que faciliten su tratamiento (captura, almacenamiento y análisis).

3.5 Los SIG y la computación en la nube

Hasta ahora hemos conocido diferentes estrategias que han permitido a los SIG incorporarse en entornos corporativos. Sin embargo, estos entornos también están experimentando cambios. Una de las tendencias de cambio más importantes en la actualidad es el denominado *cloud computing* o computación en la nube. El término *cloud computing* define un nuevo modelo de prestación de servicios de tecnologías de la información (TI) a través de internet. Los usuarios acceden a diferentes servicios (desde aplicaciones a servidores) desplegados físicamente en ubicaciones remotas al margen, incluso, de las corporaciones a las que pertenecen.

Estos servicios pueden agruparse en tres grandes categorías (SUN, 2009):

- SaaS (*Software as a Service* o programa como servicio). Una aplicación se ofrece como un servicio bajo demanda. El paradigma de este tipo de servicios es Salesforce o más recientemente Google App.

- PaaS (*Platform as a Service* o plataforma como servicio). El servicio ofrecido es el de una plataforma que incluye una suite de software así como un entorno de desarrollo. Este tipo de servicios no está orientado, por tanto, a usuarios finales,

sino a entidades que quieran desplegar toda una suite de soluciones y desarrollos a medida sin preocuparse del hardware, comunicaciones, etc... Un ejemplo de este tipo de servicios lo constituye la plataforma de Microsoft Windows, Azure.

- IaaS (*Infraestructura as a Service* o infraestructura como servicio). Este tipo de servicios da acceso a una infraestructura de hardware, especialmente en entornos virtualizados. Los clientes de este tipo de servicios pagan según los recursos consumidos.

En cualquier caso, todos estos servicios se conforman a partir de diversas combinaciones de diferentes capas que incluyen servidores (hardware), entornos virtuales, sistemas operativos preconfigurados, suites de productos adaptados a determinadas necesidades, aplicaciones y servicios Web. En la Figura 35 podéis comprobar la correspondencia entre las necesidades de hardware y software de una corporación (derecha) y los servicios accesibles en la nube que permiten satisfacer estas necesidades.

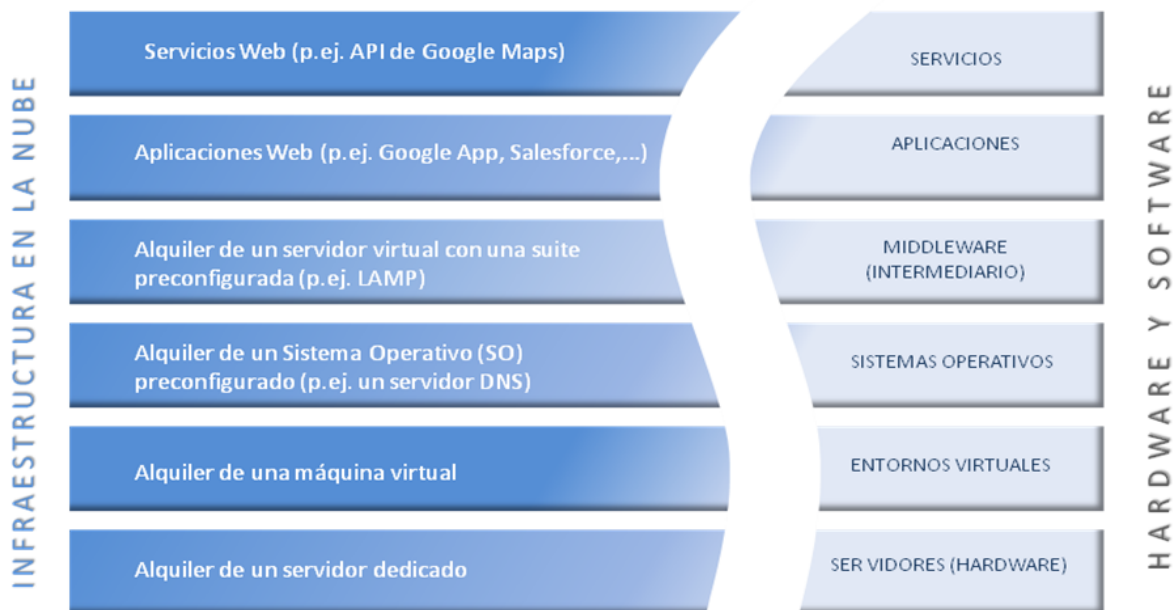


Figura 35 Capas tradicionales, desde hardware a servicios, que conforman los diferentes servicios en la nube (modificado de SUN, 2009)

La computación en la nube presenta algunas ventajas claras respecto a los sistemas tradicionales de TI:

- Reducen los costes iniciales frente a la opción de comprar hardware o licencias de software.
- Permiten una adaptación precisa a las necesidades de las entidades, incluyendo variaciones o picos de demanda, aportando soluciones escalables con bajo riesgo.
- Mejoran las posibilidades de innovación

Sin embargo, también existen también algunas desventajas a valorar:

- Tanto los servicios como el acceso a los mismos quedan fuera del control directo de las entidades.
- Tampoco los datos, incluidos datos sensibles, residen en las entidades; estos datos deben recorrer, además, diversos nodos desde los clientes hasta los servidores finales en los que se almacenan.

Si bien este tipo de servicios de computación en la nube no están muy extendidos en el mundo de los SIG, empiezan a aparecer iniciativas interesantes. Algunas de estas iniciativas son¹⁰:

- iSmart, software SIG como servicio. Recientemente la compañía eSpatial ha lanzado la primera plataforma genérica de software SIG como servicio.
- ArcGIS Server en Amazon EC2 (Elastic Compunte Cloud). El fabricante ESRI, junto con el gigante Amazon, ha lanzado esta plataforma (de tipo PaaS) que incluye el despliegue de ArcGIS Server en un entorno virtual con un sistema operativo preconfigurado. Podemos encontrar soluciones similares en el entorno de software libre, como es el caso de las distintas versiones Cloud de la plataforma OpenGeo.

Es de esperar que este tipo de soluciones se extiendan de forma paralela a otros despliegues en la nube de plataformas TI. Esto nos permite aventurar que, a corto o medio plazo las soluciones SIG de escritorio estarán limitadas a tareas muy

específicas (edición de datos, análisis pesados de información geográfica, etc.); muchas de las funcionalidades SIG comunes (creación de mapas temáticos, selecciones incluyendo criterios espaciales, etc...) se podrán proveer como servicios por plataformas SIG en la nube.

1. ^ Aunque muy orientado al software del fabricante ESRI, la siguiente URL ofrece información general sobre SIG en un formato wiki:
<http://www.wiki.gis.com>
De especial interés para este apartado son las páginas dedicadas al diseño de arquitecturas SIG:
http://www.wiki.gis.com/wiki/index.php/GIS_Product_Architecture
2. ^ Podéis encontrar más información sobre estas sentencias de control de flujo en http://es.wikipedia.org/wiki/Estructuras_de_control
3. ^ Tenéis más información sobre COM en:
<http://www.microsoft.com/com/default.msp>
4. ^ Podéis encontrar más información sobre el lenguaje Python en:
<http://www.python.org>
5. ^ En realidad, gvSIG incorpora una consola basada en Jython, una versión de Python implementada íntegramente en Java.
6. ^ A este respecto, es muy interesante la ponencia de Paul Ramsay en el North American FOSS4G 2012:
<http://opengeo.org/about/videos/spatialit/>
7. ^ Podéis obtener más información sobre la evolución de los diferentes productos de software libre SIG en http://wiki.osgeo.org/wiki/Open_Source_GIS_History. Podéis acceder también a una “línea del tiempo SIG” con una visión más generalista, aunque menos actualizada en <http://www.casa.ucl.ac.uk/gistimeline/>
8. ^ En este modelo de negocio una empresa provee servicio de mantenimiento (incluido el hospedaje o instalación en sus propios ordenadores) y soporte sobre un programa determinado. La empresa cliente sólo debe operar este programa por los medios habilitados (habitualmente, Internet).
9. ^ http://es.wikipedia.org/wiki/Big_data
10. ^ iSmart
<http://www.espatial.com/products-services/ismart-saas-gis>
ArcGIS Server en Amazon EC2
<http://aws.amazon.com/solutions/global-solution-providers/esri/>
OpenGeo Cloud
<http://opengeo.org/products/suite/cloud/>

4 El debate social en torno a las nuevas tendencias en SIG

Tabla de contenidos

- [4.1 Acceso público a los datos públicos](#)
- [4.2 Información geográfica y privacidad](#)
- [4.3 Nuevos productores y calidad de la información geográfica](#)

Nos hemos centrado hasta el momento en la tecnología que da soporte a las nuevas aplicaciones cartográficas. Sin embargo, la democratización en el uso de información geográfica está generando en los usuarios nuevas inquietudes e incluso algunos problemas por resolver. Aunque no existe un debate único (ni siquiera exclusivo) en torno al impacto que el uso de estas tecnologías está suponiendo en nuestras sociedades de la información, sí existen algunos temas “candentes” que pasamos a presentarlos a continuación. En la mayor parte de los casos, el debate se articula en torno a la gestión de la información geográfica cuyo uso, como hemos visto, se ha popularizado. En concreto nos vamos a centrar en:

- El acceso a los datos públicos por parte de los ciudadanos
- La violación de la privacidad provocada por los nuevos métodos de captura de datos
- El debate en torno a la calidad de datos en marco de la neogeografía

4.1 Acceso público a los datos públicos

Hasta hace pocos años, las administraciones públicas eran las únicas entidades capaces de generar información geográfica, tanto en formato papel como digital, de cobertura regional o nacional. En la mayor parte de los casos (salvo algunas excepciones como los Estados Unidos) el ciudadano que quería acceder a una copia de esta información debía comprarla. El acceso a esta información se realizaba, además, de forma fragmentada (hojas o divisiones administrativas, por ejemplo) no sólo por el alto coste de adquisición sino también por la imposibilidad de tratamiento posterior de grandes volúmenes de datos.

El desarrollo tecnológico y el aumento en el número de usuarios de información geográfica están provocando una demanda cada vez mayor de este tipo de información. Esta demanda, sin embargo, no se ha visto acompañada en un abaratamiento de los costes de adquisición de la misma. En su mayor parte, los Institutos Cartográficos se han mostrado celosos a la hora de compartir sus datos a precios realmente accesibles.

Esta demanda de información es uno de los pilares del éxito de algunas de las aplicaciones que hemos estudiado en este asignatura y ha provocado el nacimiento de algunas iniciativas de carácter abierto como OpenStreetMap.

En este marco algunos usuarios vienen reclamando de las administraciones públicas el acceso libre y gratuito a la información geográfica generada por éstas. Los ciudadanos, argumentan, han pagado ya por la obtención de estos datos; por lo tanto las administraciones no deberían volver a cobrarles por acceder a la información geográfica. Por su parte, los detractores de la liberalización de los datos aducen diferentes motivos: dificultades de tipo técnico para distribuir la información o gestionar los derechos de autor de los creadores; la necesidad que tienen algunos organismos públicos de autofinanciarse o el hecho de que la iniciativa privada esté en mejor disposición de obtener un beneficio económico que el ciudadano a partir de un recurso público.

La esperada iniciativa INSPIRE de la Unión Europea, lejos de clarificar estos aspectos, deja abierta esta cuestión a la decisión de cada uno de los países miembros.

Habéis trabajado ya la directiva INSPIRE en la asignatura Servicios OGC. En cuanto al debate que se menciona en el texto, podéis leer algo más en:

<http://publicgeodata.org/>

Sin embargo, un último empujón en la liberalización de datos públicos ha llegado con la [Ley 37/2007, de 17 de noviembre sobre reutilización de la información del sector público](#), que se desarrolla en el [Rea Decreto 1495/2011 de 24 de octubre](#). Esta legislación incorpora, a su vez, al ordenamiento jurídico español la [Directiva 2003/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de noviembre de 2003, relativa a la reutilización de la información del sector público](#). En líneas generales, esta normativa pretende fomentar la reutilización de datos producidos por el sector público, favorece esta reutilización mediante el uso de formatos estándares, establece una serie de recomendaciones y normas técnicas, etc... Uno de los resultados obtenidos es la creación del Catálogo de Información Pública de la Administración General del Estado, accesible en <http://datos.gob.es/datos/?q=catalogo>.

4.2 Información geográfica y privacidad

Uno de los temas más candentes y de mayor seguimiento en los medios de comunicación en relación con la información geográfica es de la privacidad. En principio, es indudable que existen un sinnúmero de aplicaciones interesantes alrededor de las diferentes tecnologías que conforman lo que hemos denominado *neogeografía* (este concepto se explica con más detalle en la Introducción). Desde la localización de personas a la consulta en tiempo real de los establecimientos con los precios más

económicos de determinados productos. Sin embargo, empieza a existir cierto grado de preocupación sobre el uso que pueda realizarse de información derivada de la localización personal (o de la vivienda), tal y como demuestra un estudio realizado por el Ministerio de Recursos Naturales canadiense (Natural Resources Canada, 2009).

En los últimos años, no han sido pocos los proyectos que han sufrido problemas relacionados con la privacidad de las personas y el gigante Google no ha sido ajeno a estos problemas. En general, podemos dividirlos en dos grandes grupos:

- **Privacidad en las imágenes de Google.** Los tres productos de Google: Maps, Earth y Street View han sufrido diferentes críticas (e incluso amenazas de supresión del servicio) por parte tanto de particulares como de estados. En el caso de estos últimos, la mayoría de las quejas provienen de la aparición de instalaciones sensibles, fundamentalmente instalaciones militares o residencias de altos cargos. Otro de los problemas a los que se ha tenido que enfrentar Google tiene que ver con su producto Google Street View, en el que se han difuminado las caras de las personas y las matrículas de los vehículos.
- **Privacidad en la localización de personas.** El lanzamiento de *Google Maps for Mobile* supuso las primeras quejas por parte de usuarios respecto a la posibilidad (siempre negada por Google) de que se pudiese conocer su localización cuando utilizaban esta aplicación. Sin embargo, este problema se ha convertido en realidad con el lanzamiento de Google Latitude, una plataforma que permite a usuarios de móviles u ordenadores personales compartir su localización con algunos de sus contactos. Casi de forma paralela, en algunos países como España se daba vía libre al uso de dispositivos dotados con GPS capaces de transmitir la localización de maltratadores. Aunque algunas de estas aplicaciones puedan suscitar simpatía en la opinión pública, otras de funcionalidad similar se sitúan al borde de la ilegalidad.

En cualquier caso, el desarrollo futuro de nuevos servicios basados en la localización (o LBS, de Location Based Services) incorporará nuevos retos sobre el uso de información privada relativa a la ubicación espacial. Este tipo de servicios permitirá crear sistemas alerta-posición o alerta-contexto activados por la posición del usuario; así estos recibirán información relativa a sus gustos, necesidades, oportunidades, etc. tomando como un parámetro más su ubicación geográfica.

Este tipo de servicios podrían recibir un gran empuje de la mano de la realidad aumentada. El concepto de realidad aumentada se aplica a programas o herramientas que permiten la visualización del entorno físico real sobre el que se combinan elementos virtuales, creando una realidad mixta. Esta tecnología, por tanto, está muy ligada a los entornos de movilidad.

Aunque existen ya algunas alternativas de librerías que permiten desarrollar este tipo de aplicaciones, como Layar¹ de nuevo es posible que Google tome el liderazgo en esta área con su proyecto Project Glass². Se trata de un proyecto aún incipiente y que combina varias tecnologías en un dispositivo similar a unas gafas tradicionales³. Entre otras funcionalidades, el dispositivo permitirá obtener información del entorno del usuario utilizando su posición obtenida mediante GPS. Utilizando otros dispositivos como un compás (brújula) y una cámara el dispositivo será capaz generar información de interés para el usuario y sobreponerla sobre la imagen del mundo real que el usuario está observando (ver, por ejemplo, la figura 36).

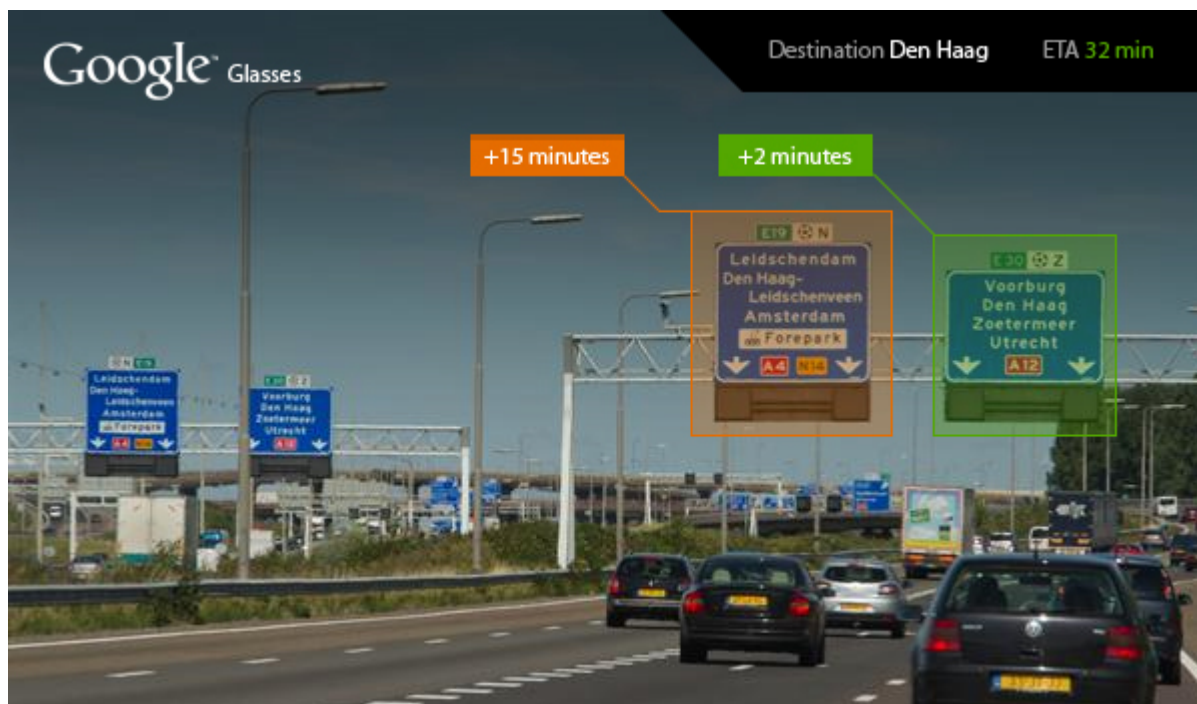


Figura 36 Imagen promocional de Google que muestra cómo podría visualizarse información sobre una ruta a partir de datos obtenidos del entorno (posición e imagen en este caso)

Como hemos comentado, este es un proyecto aún incipiente pero con indudables aplicaciones en servicios basados en localización (o LBS, Location Based Services).

4.3 Nuevos productores y calidad de la información geográfica

Como hemos citado en el primer capítulo, los nuevos desarrollos en entornos móviles están permitiendo el acceso de un gran número de usuarios no sólo a aplicaciones de consulta de datos, sino también de creación de información georreferenciada. Este fenómeno ha sido denominado como “voluntariado de información geográfica” (Goodchild, 2008) o VGI (del inglés *volunteered geographic information*).

Aunque se cuestiona la calidad de esta información empresas como Google apuesta por estos nuevos geógrafos y pone a su disposición herramientas como Google Map Maker. En la Figura 37 puede observarse el mapa de distribución de países para los que está disponible éste servicio.

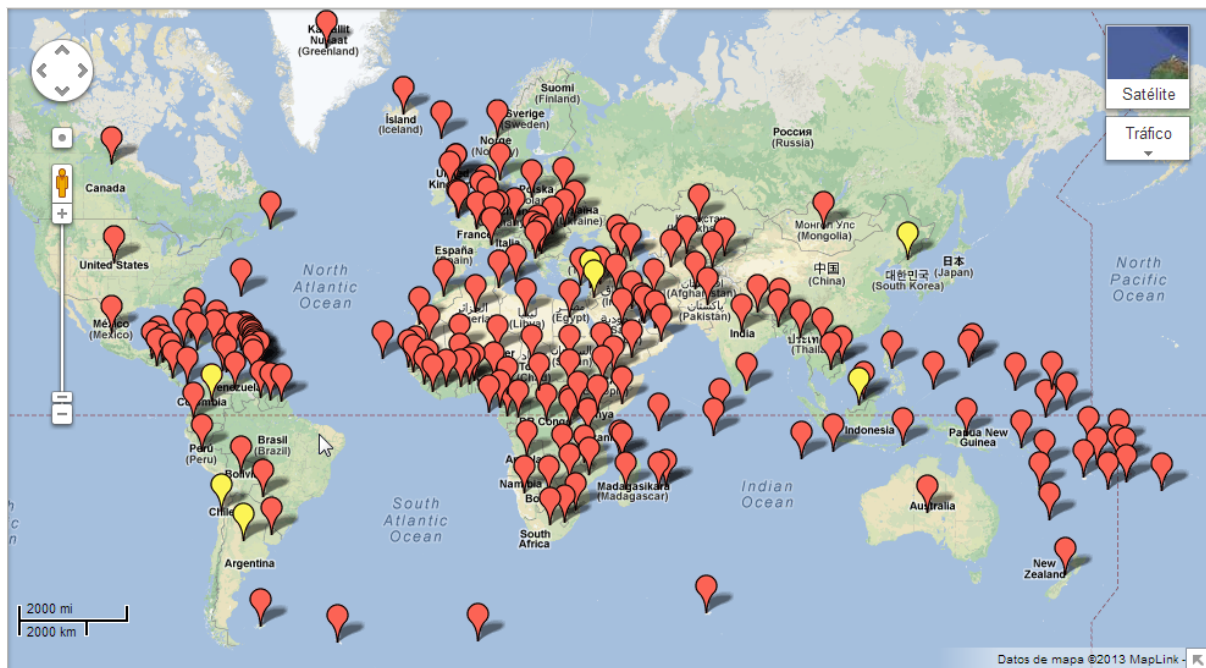


Figura 37 Listado de países en los que está disponible Google Map Maker (en <https://support.google.com/mapmaker/answer/155415?hl=en>)

Otros proyectos como OpenStreetMap⁴ están demostrando, además, que es posible crear cartografía a nivel mundial sólo a partir del trabajo de personas voluntarias.

OpenStreetMap es un proyecto colaborativo que pretende construir mapas editables y abiertos de todo el mundo. La información es capturada por voluntarios y puesta a disposición de cualquier usuario bajo licencia ODbL⁵. El proyecto se centra en información sobre callejero y redes de transporte. En Europa y América del Norte la cobertura es casi completa a nivel urbano y de carreteras.

Un ejemplo reciente de cómo la acción voluntaria en el marco de la información geográfica puede tener un valor incalculable, incluso con las limitaciones que estamos indicando, se vivió tras el pasado terremoto de Haití el 12 de enero de 2010. Tras el terremoto, la comunidad de “OpenStreetMaperos” digitalizó calles y edificios en ruinas aportando a los diferentes equipos que trabajaron en los días siguientes al desastre una información actualizada y valiosa. Frente a la rigidez de los grandes productores cartográficos, el conjunto de “voluntarios” aportó información en un tiempo *record*.

Por otro lado, algunas grandes empresas como Foursquare o Apple están incorporando datos de OpenStreetMap en algunas de sus aplicaciones⁶, sobre todo después de que Google anunciara el cobro por uso de datos en el API de Google Maps (ver apartado 2.2.4.1.2).

Más información al respecto en:

<http://blog-idee.blogspot.com/2010/01/haiti-de-cero-ide-en-una-semana.html>

<http://www.haitiinnovation.org/en/2010/03/22/humanitarian-openstreetmap-team-deploys-haiti>

1. ^ Layar

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

2. ^ <http://www.google.com/glass/start/>
3. ^ Video de presentación de Project Glass
https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=9c6W4CCU9M4
4. ^ <http://www.openstreetmap.org/>
5. ^ <http://opendatacommons.org/licenses/odbl/>
6. ^ <http://www.openstreetmap.es/2012/03/10/bienvenida-apple/>

5. El futuro de los sistemas de información geográfica

El rápido desarrollo tecnológico experimentado durante los últimos años por las aplicaciones SIG está poniendo de manifiesto toda su potencialidad. Esto no está pasando desapercibido al “ciudadano de a pie” que está aprovechando esta tecnología en un entorno colaborativo como Internet. Al mismo tiempo, los mismos usuarios están demandando el acceso a la información geográfica, acceso que se les había negado hasta el momento. En algunos casos, incluso, ciudadanos anónimos están generando conjuntos de datos de gran utilidad, como se ha visto, por ejemplo, en el caso de OpenStreetMap.

Si bien aventurarnos a predecir el futuro puede resultar arriesgado, vamos a aportar algunas claves que pueden marcar la evolución futura de los sistemas de información geográfica:

- Los *mashups* no son el punto de llegada, sino el de partida. Lejos de suponer la culminación del desarrollo de los SIG, el fenómeno *mashup* y la entrada en el mercado SIG de empresas como Google está suponiendo un revulsivo para los fabricantes tradicionales de programas SIG. Los nuevos usuarios SIG comienzan a ver la potencialidad que tienen estos sistemas no sólo de cara a la publicación de mapas en internet. Las posibilidades del análisis geoespacial, que hasta ahora habían permanecido ocultas, comienzan a hacerse visibles cada vez a más usuarios.
- Lo simple es hermoso... y fácil. El fenómeno *mashup* ha demostrado también que existe un elevado potencial en los usuarios para crear nuevas aplicaciones siempre que se ofrezcan herramientas sencillas para ello. Esto está llevando a los fabricantes SIG tradicionales a simplificar las interfaces de sus productos y a ofrecer API y entornos de desarrollo accesibles, alejados ya de los lenguajes de programación exclusivos (como, por ejemplo, fue el caso del lenguaje Avenue en el producto de ESRI ArcView 3.2).
- Si los datos son importantes, el acceso rápido a los mismos será vital. Cada vez es más común manejar y acceder a grandes cantidades de información geográfica y cada vez más organizaciones incorporan la componente espacial a sus datos. Algunos fabricantes como Oracle o Microsoft ya incorporan en sus gestores de bases de datos soluciones específicas para el tratamiento de información geográfica y es de esperar que en los próximos años se sumen más. Al tiempo, han aparecido nuevas técnicas para la indexación, búsqueda y transmisión de información geográfica.
- Las empresas y productos SIG se especializan. La segmentación del mercado SIG es ya un hecho. Exceptuando ESRI, casi ninguna empresa o proyecto SIG intenta abarcar todas las posibilidades del mercado. Frente a esto, los fabricantes de software SIG tradicionales se especializan. Por ejemplo, MapInfo, de Pitney Bowes¹, se ha especializado en ofrecer soluciones de geomarketing y/o análisis de negocio mientras que Intergraph² se ha centrado en las soluciones ligadas a defensa y seguridad. Al mismo tiempo, nuevas soluciones y productos aparecen casi a diario para dar respuesta a necesidades concretas o sectoriales (redes de agua, eléctricas, movilidad, seguridad, emergencias, mantenimiento de infraestructuras,...).
- Los SIG se vuelven corporativos. Cada vez más entidades incorporan los SIG desde una perspectiva horizontal, como una infraestructura básica que ofrece diferentes servicios al conjunto de la entidad. Esto está moviendo a los SIG a integrarse con los diferentes sistemas corporativos: desde la gestión documental a las herramientas de *business intelligence* (o inteligencia de negocio) pasando por la gestión de espacios, las flotas de vehículos o los centros de atención a usuarios, cada vez es más frecuente que las aplicaciones corporativas incorporen de algún modo información geográfica.
- Pero también los SIG se están incorporando a los servicios provistos en la nube (computación en la nube) incluyendo servicios y aplicaciones especializadas (desde el la geocodificación al análisis geográfico). Es de esperar que en los próximos años esta incorporación permita utilizar aplicaciones SIG genéricas o especializadas en la Web, en detrimento de las tradicionales aplicaciones SIG de escritorio.

En definitiva, la tecnología SIG ha madurado y es accesible ya al conjunto de usuarios de tecnologías de la información. Es de esperar que en los próximos años su uso se extienda aún más por la vía de la simplificación, su adaptación a necesidades concretas y la integración con otras tecnologías al tiempo que incorpora mejoras tecnológicas en el tratamiento y difusión de grandes cantidades de datos.

A partir de estas claves podemos aventurar algunas de las vías por las que circularán en los próximos años los sistemas de información geográfica y los datos espaciales:

- La información geográfica colaborativa ganará peso frente a los grandes productores públicos de información. Posiblemente las administraciones públicas incorporarán parte de esta información geográfica colaborativa a sus propios datos, aplicando procesos de revisión que permitan documentar la calidad de estas fuentes. En todo caso, la administración pública avanzará en la publicación de datos geográficos.
- Se extenderán nuevos métodos para la captura de datos, incluyendo información en 3D y 4D (incorporando la dimensión temporal). Estos datos podrán ser capturados desde dispositivos móviles; pero también los nuevos dispositivos VANS (Vehículos Aéreos No Tripulados) permitirán obtener datos geográficos de forma rápida y económica.
- En general, la disponibilidad de nuevos datos aumentará por lo que será necesario explorar nuevos métodos para el tratamiento y visualización de grandes volúmenes de datos. Al mismo tiempo, la información geográfica tendrá cada vez más peso en los procesos de toma de decisiones.
- Nuevos aspectos legales aparecerán en torno al uso de la información geográfica: desde la privacidad a la seguridad.

-
- La Web irá ganando terreno no sólo para aplicaciones SIG de visualización y consulta de datos (*WebMapping*) sino también en aplicaciones SIG con funcionalidades más complejas (selección, edición de datos, análisis espacial,...). Muy probablemente, en un futuro cercano, los usuarios podrán crear sus propias aplicaciones Web mediante asistentes y aplicaciones tipo WYSIWYG³o podrán utilizar aplicaciones SIG en la Web para generar sus propios datos o salidas gráficas vistosas.
 - Asistiremos a un notable aumento de las aplicaciones que integran información geográfica con información de negocio en el entorno corporativo. En el futuro, el mercado SIG presentará una alta especialización y un gran número de soluciones específicas frente a los actuales paquetes generalistas.
 - La incorporación de las tecnologías de información geográfica en las corporaciones demandará nuevos perfiles que sean capaces de gestionar información geográfica en entornos altamente tecnológicos.

En definitiva, la información geográfica y las aplicaciones SIG continuarán expandiéndose, pero al mismo tiempo los límites de esta tecnología se harán también más difusos, al integrarse la información y aplicaciones SIG con otras informaciones y aplicaciones. En todo caso, el futuro seguro que nos depara aun muchas novedades en una tecnología innovadora como son en la actualidad los SIG.

1. [^] PitneyBowes
<http://www.pbinsight.com/>
2. [^] Intergraph
<http://www.intergraph.com/>
3. [^] WYSIWYG es el acrónimo de What You See Is What You Get (“lo que ves es lo que obtienes”). Se aplica a herramientas como editores HTML donde el usuario puede escribir un documento viendo directamente el resultado final.

Resumen

En esta asignatura hemos profundizando en las últimas tendencias relativas a los Sistemas de Información Geográfica, fundamentalmente aquellas que están promoviendo el rápido aumento de aplicaciones Web para la consulta y edición de información geográfica.

Muchas de estas aplicaciones se enmarcan en lo que se ha denominado neogeografía, concepto que recoge el conjunto de técnicas y herramientas geográficas usadas por usuarios no expertos con una finalidad no formal. Todas estas aplicaciones se han visto favorecidas por algunas grandes tendencias tecnológicas:

- Las nuevas técnicas Web 2.0 para el desarrollo de aplicaciones Web están facilitando la creación de aplicaciones basadas en la colaboración entre usuarios y el intercambio ágil de información.
- La interoperabilidad, tanto formal como de facto, ha permitido este intercambio de información sobre el que se sustenta la Web 2.0.
- La amplia distribución de terminales móviles y aplicaciones de localización soportan la creación de grandes conjuntos de datos a los que se puede acceder como servicios, y se pueden consultar y editar en aplicaciones ligeras.

Como paradigma de este nuevo marco hemos visto como la compañía Google ha puesto a disposición de cualquier usuario diferentes plataformas que permiten el intercambio, consulta y creación de datos georreferenciados en diferentes entornos:

• **Google Maps** una herramienta Web que, a través de su API, facilita el desarrollo de *mashups* cartográficos.

• **Google Earth**, una herramienta de escritorio con un plugin Web orientada a la visualización de información de usuarios sobre un globo 3D con unas prestaciones hasta ahora desconocidas.

Además, habéis podido conocer también algunas iniciativas con funcionalidades similares como Bing Maps, OpenStreetMap, ArcGIS Online, Nasa World Wind, etc....

Se han apuntado, también algunos de los debates que en torno a estas aplicaciones están surgiendo en la sociedad: el uso público de los datos (públicos), los problemas en torno a la privacidad, la información geográfica y la privacidad o la calidad de los datos geográficos generados por/en estas aplicaciones.

Para finalizar, hemos aportado algunas pinceladas en torno al futuro de los sistemas de información geográfica que pasa por crear aplicaciones más sencillas, usables, rápidas y fáciles de integrar con otros sistemas.

Ejercicios de autoevaluación

1. Resumid en no más de 100 palabras qué nuevas tendencias han favorecido el aumento de aplicaciones SIG en Internet.

2. Escribid un archivo KML para visualizar sobre Google Earth la plaza Cataluña de Barcelona. Tendréis que usar las herramientas disponibles en Internet para averiguar la latitud y longitud en las que debe centrarse.

3. Uno de los principales problemas a la hora de utilizar una plataforma de cartografía y servicios SIG para la construcción de una aplicación Web tipo *mashup* es comprobar si los términos de licencia de la plataforma elegida se ajustan a nuestras necesidades. Realizad una comparativa entre tres de los productos citados en este módulo (uno de ellos ha de ser Google Maps). Extraed aquellos criterios que, a vuestro juicio, son más interesantes y comparad cómo vienen recogidos en cada acuerdo de licencia.

4. ¿Cuántas capas diferentes maneja en la actualidad Google Maps?
 - a) 2
 - b) 3
 - c) 4
 - d) 5

5. ¿Sería posible acceder a las capas de Google Maps mediante el estándar WMS?
 - a) Sí
 - b) Sí, pero sólo utilizando el sistema de referencia espacial Web Mercator
 - c) No, aunque si es posible acceder a servicios WMS desde Google Maps
 - d) Todas las respuestas anteriores son falsas

6. ¿Cuál es la principal diferencia que existe entre KML y GML?
 - a) Ninguna. En realidad KML es una especificación de GML.
 - b) GML es menos complejo que KML.
 - c) GML está más orientado a la visualización de entidades geográficas.
 - d) GML permite modelar datos alfanuméricos asociados a los elementos.

7. La característica principal de OpenLayers, que diferencia a esta librería de otros productos es:
 - a) Que viene con datos integrados de OpenStreetMap
 - b) Que permite acceder a una gran variedad de formatos de intercambio Web de información geográfica
 - c) Sólo es posible usar esta librería desde un servidor Web local
 - d) No es posible usar esta librería desde un servidor Web local

8. Además de las mencionadas en el texto, ¿podrías encontrar en la Web al menos tres plataformas y/o aplicaciones que ofrezcan servicios SIG de computación en la nube?

9. Explicad brevemente cuál es la problemática derivada de la edición en bases de datos multiusuario y cómo las bases de datos espaciales resuelven estos problemas.

10. La mayoría de los institutos cartográficos nacionales o regionales de los países de la Unión Europea permite el acceso gratuito a la información geográfica:

- a) Sí
- b) Sí, siempre que su uso sea no comercial.
- c) Sí, vía servicios WMS y otros estándares.
- d) No

Respuestas

1. El rápido aumento en el uso de información geográfica, fundamentalmente en internet, está promovido por: el nuevo conjunto de técnicas asociadas a la Web 2.0, el desarrollo de nuevos estándares de facto que permiten el intercambio de información geográfica en entornos Web, y la amplia distribución de terminales móviles equipados con tecnología GPS.

2.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://earth.google.com/kml/2.2">
  <Placemark>
    <name>Plaza Cataluña</name>
    <description>Este KML centra la vista en la plaza Cataluña.
  </description>
    <Point>
      <coordinates> 2.171 , 41.3888,0 </coordinates>
    </Point>
  </Placemark>
</kml>
```

Podéis obtener las coordenadas en <http://www.geoportal-idec.net>. En el servidor de mapas hay una herramienta para obtener las coordenadas latitud y longitud de cualquier punto de Cataluña.

3. La respuesta a la tercera cuestión dependerá de las plataformas evaluadas. Por tanto, la respuesta es abierta.

4. La respuesta es la opción b) Tres. En la actualidad es posible acceder a las capas Mapa, Satélite y Relieve.

5. La respuesta correcta es la opción b). Las imágenes de Google Maps no se sirven según el estándar WMS. Posiblemente podrían accederse vía WMS-C (o WMS Cacheado), aunque esta opción podría considerarse ilegal por Google.

6. La respuesta correcta es la c). KML no puede modelar información alfanumérica asociada a la información geográfica. KML está orientado a la visualización 3D de entidades geográficas.

7. En este caso, la respuesta correcta es la b). OpenLayers puede acceder de forma integrada a información geográfica en múltiples formatos, incluidos los servicios de Google Maps, Bing o servicios de ArcGIS Server.

8. Existen un gran número de servicios Web en la nube que aportan soluciones SIG a problemas específicos como la geocodificación, el seguimiento de vehículos, la generación de mapas, etc...

9. El problema básico radica en que varios editores puedan realizar ediciones sobre uno o varios elementos de forma concurrente. Cuando estos usuarios graban o validan sus transacciones (sesiones de edición) es posible que los datos iniciales ya no existan o hayan sido modificados, generando inconsistencias.

Las bases de datos espaciales dan respuesta a estos problemas implementando mecanismos para la reconstrucción de las sesiones de edición mediante tablas auxiliares y herramientas que permiten detectar y subsanar conflictos en la edición concurrente.

10. La respuesta correcta es la c) No. Hay que destacar que tanto las comunidades autónomas como las propias instituciones estatales españolas son pioneras a la hora de publicar diferentes servicios que permiten el acceso a datos geográficos, incluidos servicios de descarga de datos (en la mayoría de los casos con limitaciones de uso)

Glosario

AJAX Conjunto de tecnologías basadas en Javascript que permiten ofrecer interactividad y animación en las aplicaciones web

API *f* Interfaz que un componente o biblioteca ofrece para proveer a otras aplicaciones de funcionalidades y servicios.

Application program interface *f* Ver API.

Asynchronous JavaScript And XML *m* Ver AJAX.

Cloud computing *f* Paradigma tecnológico por el que un sistema informático se ofrece como un servicio a través de internet.

eXtensible Markup Language *m* Ver XML.

Feed *f* Medio de redifusión de contenidos Web actualizados

Geocodificación *f* Proceso por el que obtenemos coordenadas a partir de una referencia geográfica relativa como una dirección postal, un punto kilométrico o el centroide de una parcela.

Geography Markup Language *m* Ver GML.

GeoJSON *m* Formato para el intercambio de datos espaciales vectoriales basado en JSON

GeoRSS *m* Método para describir y georreferenciar localizaciones del contenido y noticias de internet.

GML *m* Lenguaje XML orientado a la modelización, transporte y almacenamiento de información geográfica.

Javascript *m* Lenguaje de *scripting* – literalmente “guión” – que permite interactuar con cualquier navegador Web de manera dinámica y eficaz, proporcionando a las páginas web dinamismo.

JSON *m* Formato de texto ligero para el intercambio de datos basado en notación Javascript

Keyhole markup language *m* Ver KML.

KML *m* Lenguaje basado en XML usado para representar datos geográficos en tres dimensiones sobre Google Earth.

Mashup *m* Aplicación Web híbrida.

OGC *m* Organización que define estándares abiertos e interoperables para su empleo en SIG. Persigue acuerdos entre las principales empresas, universidades, centros de investigación, etc. del sector que posibilitan la integración de datos y procesos geográficos.

Open Geospatial Consortium *m* Ver OGC.

Neogeografía *f* Conjunto de técnicas y herramientas geográficas usadas en actividades personales o por grupos de usuarios no expertos sin un objetivo formal ni analítico

Really Simple Syndication *f* Ver RSS.

REST *f* Interfaz Web simple que utiliza HTML y XML

RIA Aplicaciones web con funcionalidad propia de las aplicaciones de escritorio.

Rich internet applications *fpl* Ver RIA

RSS *f* Familia de formatos de fuentes Web codificados en XML

SOAP *m* Protocolo de comunicaciones que permite el intercambio de información estructurada (XML) entre aplicaciones a través de internet.

XML *m* Lenguaje simple pero estricto que permite diseñar formatos de texto y juega un papel fundamental en el intercambio de una gran variedad de datos.

Bibliografía

Biba, E. (2009, 19 de enero) Inside the GPS Revolution: 10 Applications That Make the Most of Location (en línea) Wired Magazine. Disponible en < http://www.wired.com/gadgets/wireless/magazine/17-02/lp_10coolapps?currentPage=1 > [Consultado 11 de septiembre de 2009]

Canalys (2013) Smart mobile device shipments exceed 300 million in Q1 2013.(*en línea*) Disponible en < <http://canalys.com/newsroom/smart-mobile-device-shipments-exceed-300-million-q1-2013> > [Consultado 15 de abril de 2013]

Clemens, I. (2006) For the Enterprise: Extending an Organization's ESRI GIS Investment by Using MapPoint Web Service (en línea) Disponible en <<http://msdn.microsoft.com/en-us/library/aa480023.aspx>> [Consultado 22 de septiembre de 2010]

España (2008) Orden FOM/956/2008, de 31 de marzo, por la que se aprueba la política de difusión pública de la información geográfica generada por la Dirección General del Instituto Geográfico Nacional Publicada en: BOE número 85 de 8/4/2008 (en línea) Disponible en < http://www.boe.es/aeboe/consultas/bases_datos/doc.php?coleccion=indilex&id=2008/06229&txtlen=1000 > [Consultado 15 de noviembre de 2009]

ESRI (2010) GIS Product Architecture. Fall 2010 GIS Product Architecture 28th Edition. (en línea) Disponible en < http://wiki.gis.com/wiki/index.php/GIS_Product_Architecture > [Consultado 5 de julio 2010]

Francica, J. (2007, 4 de diciembre) Neogeography is not GIS; not LI (en línea) All Points Blog Disponible en < <http://apb.directionsmag.com/archives/3703-Neogeography-is-not-GIS;-not-LI.html> > [Consultado 15 de julio de 2009]

Garret, J. (2005, 9 de febrero) Ajax: A New Approach to Web Applications (en línea) Adaptive Path Disponible en línea en <<http://adaptivepath.com/ideas/essays/archives/000385.php> > [Consultado 13 de octubre de 2009]

Goodchild, M. (2008) Citizens as Sensors: The World of Volunteered Geography (en línea). Disponible en: http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/vgi/docs/position/Goodchild_VGI2007.pdf [Consultado 3 de septiembre de 2009]

Goodchild, M. (2009) NeoGeography and the nature of geographic expertise Journal of Location Based Services Volumen 3 Junio 2009. Páginas 82 - 96 Taylor y Francis. London. Disponible en línea en < <http://www.informaworld.com/smpp/ftinterface~content=a911734343~fulltext=713240930> > [Consultado 3 de septiembre de 2009]

Google Inc. (2007) Lenguaje KML Disponible en línea en < <http://code.google.com/intl/es/apis/kml/documentation/kmlreference.html> > [Consultado 9 de septiembre de 2009]

Google Inc. (2010) Detalles Técnicos: Google Earth y Maps Disponible en línea en < http://www.google.com/enterprise/earthmaps/earth_technical.html> [Consultado 9 de diciembre de 2009]

Labra Gayo, J.E. (2009) Referencia de KML Disponible en línea en <<http://www.di.uniovi.es/~labra/cursos/XML/>> [Consultado 15 de noviembre de 2009]

Lake, R. (2004) Geography Mark-Up Language: Foundation for the Geo-Web Wiley Chichester. England. 388 pp.

-
- Lake, R. (2007) GeoWorld: KML and GML Working Together (en línea) Galdos System Inc. Disponible en < <http://www.galdosinc.com/archives/317> > [Consultado 28 de julio de 2009]
- Lizárraga, C (2006) Web 2.0 (en línea) Wikipèdia, La enciclopedia libre. Disponible en <http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Web_2.0&oldid=29399584> [Consultado 29 de julio de 2009]
- Montesinos Lajara, M. y Gaspar Sanz Salinas (2009) Panorama del ecosistema de Software Libre para SIG (en línea) Disponible en <<https://confluence.prodevelop.es/display/pan/Panorama+FOSS4G> > [Consultado 22 de septiembre de 2010]
- Natural Resources Canada (2009) Research Related to Privacy and the Use of Geospatial Information (en línea) Disponible en < http://epe.lac-bac.gc.ca/100/200/301/pwgsc-tpsgc/por-ef/natural_resources/2009/091-08/report.pdf > [Consultado 11 de marzo de 2010]
- Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y la Sociedad de la Información (2009) Número de clientes de telefonía móvil en España (en línea) Disponible en < http://www.onsi.red.es/indicadores2/indicadores2/areas/tic/infraestructuras/telefonía_movil.html > [Consultado 3 de septiembre de 2009]
- Oxera (2013) What is the economic impact of Geo services? (en línea) Disponible en < http://www.oxera.com/Oxera/media/Oxera/downloads/reports/What-is-the-economic-impact-of-Geo-services_1.pdf > [Consultado 31 de enero de 2013]
- Open Geospatial Consortium (2006) OpenGIS® Implementation Specification for Geographic information - Simple feature access - Part 2: SQL option. (en línea) Disponible en < <http://www.opengeospatial.org/standards/sfs> > [Consultado 2 de marzo de 2010]
- O'Reilly, T. (2005) What is Web 2.0. Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software (en línea) O'Reilly Media. Disponible en < <http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html> > [Consultado 29 de julio de 2009] Hay traducción al castellano en <<http://sociedaddelainformacion.telefonica.es/jsp/articulos/detalle.jsp?elem=2146&salto=1&bac>>
- Ramsey P. (2007, 4 de diciembre) Real Men use Real GIS Software (en línea) Clever Elephant Blog. Disponible en < <http://blog.cleverelephant.ca/2007/12/real-men-use-real-gis-software.html> > [Consultado 29 de julio de 2009]
- Ruiz García, J. (2010) Comparativa para la implementación de una extensión espacial Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Informática. Dirigido por Jesús de Diego Alarcón. Universitat Oberta de Catalunya
- Singel, R. (2005, de de julio) Map Hacks on Crack (en línea) Wired Magazine Disponible en < <http://www.wired.com/science/discoveries/news/2005/07/68071> > [Consultado 18 de junio de 2009]
- Smith, S. (2009, 14 de septiembre) Alternative Positioning Systems Boosts LBS Industry (en línea) GIScafé Disponible en < http://www10.giscafe.com/nbc/articles/view_weekly.php?articleid=737284 > [Consultado 15 de septiembre de 2009]
- SUN Microsystems (2009) Introduction to Cloud Computing Architecture (en línea) Disponible en <<http://www.oracle.com/dm/sun/44034-cloudcomputing.pdf> > [Consultado 1 de marzo de 2010]
- Tomlinson, R. (2003) Thinking about GIS. Geographic Information Systems Planing for Managers ESRI Press. Redlands. 280 pág.

Turner, A. (2007, 6 de diciembre) Neogeography – towards a definition (en línea) High Earth Orbit Blog. Disponible en < <http://highearthorbit.com/neogeography-towards-a-definition/> > [Consultado 29 de julio de 2009]

Unión Europea (2007) Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE) (en línea) Disponible en <<http://eur-lex.europa.eu/JOHtml.do?uri=OJ:L:2007:108:SOM:EN:HTML>> [Consultado 2 de diciembre de 2009]

VVAA (2009) Google Earth (en línea) Wikipedia, la Enciclopedia Libre Disponible en < http://es.wikipedia.org/wiki/Google_Earth > [Consultado 13 de septiembre de 2009]