

Servicios OGC

Introducción a las infraestructuras de datos espaciales

Carlos Granell Canut

PID_00174017

Material docente de la UOC



Universitat Oberta
de Catalunya

www.uoc.edu

Primera edición: febrero 2011
© Carlos Granell Canut
Todos los derechos reservados
© de esta edición, FUOC, 2011
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Realización editorial: Eureka Media, SL
Diseño: Manel Andreu
Depósito legal: B-5.573-2011

Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y de la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitido de ninguna manera ni por ningún medio, tanto eléctrico como químico, mecánico, óptico, de grabación, de fotocopia, o por otros métodos, sin la autorización previa por escrito de los titulares del copyright.

Índice

Introducción	5
Objetivos	6
1. Introducción a las infraestructuras de datos espaciales	7
1.1. La “I” de infraestructura	7
1.2. Las razones que originaron las IDE	9
1.2.1. El origen	9
1.2.2. La motivación	10
1.3. Definición de IDE	11
1.4. INSPIRE: una IDE europea	14
1.4.1. De iniciativa a directiva	14
1.4.2. Del contexto europeo al local	16
1.4.3. Componentes de una IDE	18
1.5. Arquitectura de una IDE	19
2. Estándares	21
2.1. Estándares de jure y de facto	22
2.2. Organizaciones de estandarización	23
2.2.1. Open Geospatial Consortium	23
2.2.2. Comité técnico ISO 211	26
2.3. Implicaciones de los estándares en una IDE	28
3. Metadato	31
3.1. Ejemplo de catálogo de metadatos	31
3.1.1. Búsqueda de metadatos	32
3.1.2. Acceso a metadatos	33
3.2. Metadatos por doquier	35
3.2.1. Objetos, recursos y metadatos	35
3.2.2. Recursos y metadatos geográficos	36
3.2.3. Metadatos en IDE	38
3.3. Servicio de catálogo (teórico)	39
3.3.1. Modelo de referencia	39
3.3.2. Protocolos de conexión	45
3.3.3. Perfiles de aplicación	47
3.4. Servicio de catálogo (práctico)	49
3.4.1. Ejemplo de cliente genérico	50
3.4.2. Aspectos avanzados	57
3.5. Implicaciones de los metadatos en una IDE	58

4. Servicios OGC	60
4.1. Servicios de red en INSPIRE	60
4.1.1. Contexto legislativo	60
4.1.2. Tipos de servicios	62
4.1.3. Correspondencia INSPIRE-OGC	64
4.2. Especificaciones OGC de servicios geográficos	64
4.2.1. Servicio web de mapas	64
4.2.2. Servicio web de características	69
4.2.3. Servicio web de coberturas	71
4.2.4. Servicio web de transformación de coordenadas	74
4.2.5. Servicio web de procesamiento	77
4.3. Implicaciones de los servicios en una IDE	78
5. El futuro de la IDE	80
Resumen	82
Ejercicios de autoevaluación	85
Solucionario	86
Glosario	86
Bibliografía	87

Introducción

En la presente asignatura estudiaremos los servicios de información geográfica, o simplemente *servicios geográficos*, más difundidos en Internet. Mediante estos servicios seréis capaces de descubrir, acceder, procesar y visualizar información geográfica. Para ello, partiremos de una perspectiva diferente a los sistemas de información geográfica (SIG) tradicionales que os ayudará a comprender los beneficios de compartir datos y servicios geográficos de manera distribuida entre distintos usuarios. De ahí el subtítulo *Introducción a las infraestructuras de datos espaciales*, que será la infraestructura sobre la que operen los servicios geográficos descritos a lo largo de este módulo.

La primera parte se dedica a introducir las infraestructuras de datos espaciales (IDE), concepto esencial para permitir el fácil acceso y utilización de datos y servicios geográficos distribuidos. En este apartado veremos por qué es necesaria la creación de una IDE y los problemas que trata de solventar. Finalizaremos esta primera parte con una breve revisión de los componentes básicos de una IDE.

En la segunda parte abordaremos el proceso de estandarización. En esta parte trataremos cuestiones como el papel que desempeñan los organismos internacionales de estandarización y qué implicaciones tienen en la puesta en marcha de una IDE.

En la tercera parte veremos los metadatos, componente clave que permite documentar los recursos (tanto datos como servicios) geográficos. En esencia, los metadatos describen recursos, de modo que permiten la correspondencia entre las necesidades de los usuarios y lo que ofrecen los proveedores de recursos geográficos. Veréis también las normas internacionales de metadatos para la información geográfica, así como un ejemplo de un servicio de catálogo para la búsqueda y visualización de metadatos.

La cuarta parte es el núcleo del material. Veremos los detalles técnicos que rodean a los servicios geográficos que cumplen con las especificaciones de interfaces de servicios definidas por el Open Geospatial Consortium (OGC). Por este motivo, se conocen comúnmente como *servicios OGC*. El estudio de los servicios OGC aparece en la última parte de la asignatura porque es necesario el estudio previo de los apartados anteriores, ya que los servicios OGC operan en una IDE y descansan sobre estándares y metadatos.

Para acabar, os propondremos un ejercicio de especulación sobre cómo podría ser el futuro de las IDE.

Objetivos

Una vez completado el trabajo de esta asignatura, habréis alcanzado los siguientes objetivos didácticos:

- 1.** Conocer la motivación y los beneficios que aportan las infraestructuras de datos espaciales, así como los componentes básicos que son necesarios para su puesta en marcha.
- 2.** Conocer e identificar las principales organizaciones que llevan a cabo el proceso de estandarización de datos y servicios geográficos.
- 3.** Conocer la importancia que tienen los metadatos para el descubrimiento y la interpretación de datos y servicios geográficos.
- 4.** Entender el marco europeo que permite la interoperabilidad de IDE nacionales: la directiva INSPIRE.
- 5.** Conocer las especificaciones de interfaces de servicio definidas por OGC más ampliamente utilizadas en el mundo IDE.
- 6.** Conocer los detalles técnicos necesarios para interactuar con servicios OGC remotos.

1. Introducción a las infraestructuras de datos espaciales

A diferencia de otras asignaturas en las que se abordan aspectos más tradicionales de los SIG, este apartado trata sobre las infraestructuras de información encargadas de gestionar datos geográficos de manera distribuida. El concepto *de manera distribuida* es esencial porque establece que los datos no residen en una única máquina, sino que se encuentran físicamente separados en multitud de servidores conectados entre sí por una red, formando lo que se denomina un *sistema distribuido*.

De hecho, uno de los grandes problemas de los SIG durante mucho tiempo ha sido la recolección, el acceso y la compartición de información geográfica de interés entre múltiples usuarios. Las infraestructuras de datos espaciales (IDE) intentan dar respuesta a este problema desde una perspectiva distribuida, basada en la colaboración entre todas las partes implicadas para que realmente se pueda compartir, acceder y procesar información geográfica de manera sencilla. En este apartado veremos en qué consiste una IDE y los componentes básicos que la forman.

En primer lugar, nos centraremos en los problemas que trata de resolver una IDE. A continuación veremos las diferentes definiciones que existen en la literatura sobre IDE, ya que dependen enormemente de las diferentes perspectivas que tengan los usuarios. Finalmente, conoceremos los principales componentes que forman una IDE, que describiremos con más detalle a lo largo de esta asignatura.

1.1. La “I” de infraestructura

Cuando oímos la palabra *infraestructura*, la mayoría pensamos en las infraestructuras que todos conocemos y utilizamos diariamente como la red eléctrica, de gas, de agua o de carreteras. Por ejemplo, la infraestructura de la red eléctrica es un sistema realmente complejo que aglutina muchas tecnologías, acuerdos de uso, multitud de especificaciones, etc., con el fin de transportar la energía eléctrica a cada uno de los consumidores. Sin embargo, nadie piensa en estos detalles, ni siquiera nos preguntamos de qué central eléctrica proviene la energía que utiliza nuestro ordenador. Simplemente esperamos recibir corriente eléctrica, a 220 voltios.

En algunas regiones menos desarrolladas, el acceso a la electricidad no es tan fácil ni siempre está garantizado. Algunos días simplemente no hay electricidad. ¿Qué causa esta situación? ¿Se debe a razones puramente tecnológicas? ¿Existen también razones políticas?

El diccionario de la Real Academia Española* define el término *infraestructura* como: “un conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera”.

Para asegurar el desarrollo y el mantenimiento continuado de las infraestructuras, los gobiernos centrales invierten considerables recursos, en colaboración, normalmente, con los gobiernos regionales. Por lo tanto, el desarrollo de una infraestructura a escala estatal requiere, en muchos casos, la colaboración y el uso de otras infraestructuras a menor escala que operan independientemente para formar una gran infraestructura global que en realidad conecta de manera coherente varias infraestructuras de menor alcance. La red eléctrica es un claro ejemplo de colaboración de infraestructuras, ya que conecta multitud de pequeñas centrales eléctricas a distinta escala (locales, regionales, etc.).

Posiblemente cada una de estas pequeñas centrales utiliza materiales de proveedores distintos; sin embargo, esto no es un impedimento para que la electricidad generada por cada central llegue a la red troncal y se transporte por todo el territorio. En definitiva, es necesario que los materiales conductores suministrados por los distintos proveedores estén estandarizados para que funcionen correctamente de manera conjunta; es decir, que sean interoperables.

Por lo tanto, el buen funcionamiento de la red eléctrica requiere necesariamente que las distintas partes implicadas (proveedores, consumidores, etc.) alcancen acuerdos consensuados para garantizar una manera homogénea de operar.

Del mismo modo que accedemos a la red eléctrica para llevar a cabo cualquier tipo de actividad, también debería ser posible acceder y utilizar eficientemente la información geográfica disponible en una IDE, que no es más que una infraestructura que maneja un tipo determinado de información. No obstante, en principio, el acceso a los datos geográficos puede ser bastante más complejo que el acceso al agua corriente o la electricidad, puesto que hay multitud de formatos de datos y centenares de sitios donde poder buscarlos. En este sentido las herramientas SIG fueron pensadas para afrontar este problema y se diseñaron específicamente para el manejo de datos geográficos. Sin embargo, aun así, resulta todavía bastante laborioso realizar algunas tareas comunes como localizar datos geográficos sobre un área de interés y realizar tareas de análisis con ellos.

Además de la heterogeneidad de los datos, existe el problema de la duplicidad y redundancia en la recolección de éstos. Los proveedores de información geográfica, tanto del sector público como privado, han sido tradicionalmente los encargados de la recogida y gestión de datos geográficos.

Ejemplo

Imaginad que dos proveedores gestionan datos del litoral catalán. Obtenerlos supone sobrevolar centenares de kilómetros fotografiando cada metro de costa, con el consiguiente gasto económico.

Puede ocurrir que el primer proveedor realice esta tarea y poco después, por falta de información, el otro proveedor realice la misma tarea: la falta de comunicación y colaboración entre ambos proveedores ha llevado a un gasto innecesario de recursos económicos y humanos.

En definitiva, la falta de colaboración entre las partes lleva a situaciones absurdas, como las del ejemplo, que hacen difícil en muchas ocasiones la reutilización y compartición de datos de manera eficiente.

Lecturas complementarias

Para saber más sobre interoperabilidad, la condición mediante la que sistemas heterogéneos pueden intercambiar procesos o datos, las siguientes referencias son un buen punto de partida:

Bishr (1998). *Overcoming the semantic and other barrier to GIS interoperability.* IJGIS

Goodchild y otros (1999). *Interoperating Geographic Information Systems.* Kluwer Publishers.

Debe existir alguna manera de facilitar a los usuarios el acceso a los datos geográficos que proporcione mejores mecanismos para conectar unos proveedores con otros proveedores y consumidores de datos. Si la infraestructura eléctrica (estándares, acuerdos, generadores, cables eléctricos, materiales conductores, etc.) se construyó con el fin de ofrecer un acceso estandarizado a los consumidores (empresas, particulares, etc.), ¿por qué no puede ser posible la creación de una infraestructura similar que proporcione acceso estandarizado a datos geográficos?

Afortunadamente, varias organizaciones han sido capaces de llegar a acuerdos y actualmente ya existen ejemplos de infraestructuras de datos espaciales en funcionamiento y se están implantando más en todo el mundo. Pero veamos primero por qué surgieron las IDE.

1.2. Las razones que originaron las IDE

En este punto veremos las razones que originaron las IDE, desde el origen hasta su motivación.

1.2.1. El origen

Normalmente, es muy difícil poner una fecha exacta del inicio de cierta tecnología o técnica. En el caso de las IDE (como infraestructura coordinada para la gestión de información geográfica para una región o un estado determinados) existe cierto consenso en considerar que tuvo su origen en una orden ejecutiva de 1994, firmada por el entonces presidente de Estados Unidos William J. Clinton, que obligaba a todas las agencias gubernamentales nacionales a cooperar entre ellas en la adquisición y el uso de datos geográficos.

A continuación tenéis reproducidos los dos primeros párrafos de dicha orden (y también la versión traducida al castellano), suficiente para comprender la importancia estratégica que se concedió a la información geográfica y a las IDE:

Geographic information is critical to promote economic development, improve our stewardship of natural resources, and protect the environment. Modern technology now permits improved acquisition, distribution, and utilization of geographic (or geospatial) data and mapping. The National Performance Review has recommended that the executive branch develop, in cooperation with State, local, and tribal governments, and the private sector, a coordinated National Spatial Data Infrastructure to support public and private sector applications of geospatial data in such areas as transportation, community development, agriculture, emergency response, environmental management, and information technology.

NOW, THEREFORE, by the authority vested in me as President by the Constitution and the laws of the United States of America; and to implement the recommendations of the National Performance Review; to advance the goals of the National Information Infrastructure; and to avoid wasteful duplication of effort and promote effective and economical management of resources by Federal, State, local, and tribal governments.

Traducción

La información geográfica es fundamental para promover el desarrollo económico, mejorar nuestra gestión de los recursos naturales y proteger el medio ambiente. La tecnología moderna permite ahora mejorar la adquisición, distribución y utilización de los datos geográficos (o geoespaciales) y la cartografía. El National Performance Review ha recomendado que el Ejecutivo elabore, en cooperación con los gobiernos estatales, locales y

Lecturas complementarias

El profesor Ian Masser describe de primera mano los inicios de las IDE en diferentes países:

I. Masser (1999). *All shapes and sizes: The first generation of national spatial data infrastructures*. IJGIS.

I. Masser (2005). *GIS Worlds: Creating Spatial Data Infrastructures*. ESRI Press.

tribales, y el sector privado, una Infraestructura de Datos Espaciales Nacional coordinada para apoyar las aplicaciones de datos geoespaciales del sector público y privado en áreas como el transporte, el desarrollo de la comunidad, la agricultura, la respuesta a emergencias, la gestión ambiental y la tecnología de la información. Ahora, por consiguiente, por la autoridad investida en mí como presidente por la Constitución y las leyes de los Estados Unidos de América, y para aplicar las recomendaciones de la National Performance Review, para promover los objetivos de la Infraestructura de Información Nacional, y para evitar un despilfarro en la duplicación de esfuerzos y promover la gestión eficaz y económica de los recursos federales, estatales, locales y los gobiernos tribales.

Federal Register (1994). *Coordinating geographical data acquisition and access to the National Spatial Data Infrastructures*

La primera frase (“La información geográfica es fundamental para promover el desarrollo económico”) resume magníficamente el argumento principal para la creación de una IDE desde la perspectiva de la administración Clinton. Esta escueta frase reconoce la importancia estratégica que tienen los datos geográficos para el desarrollo económico, en este caso, de Estados Unidos. Esta orden fue importante porque reconoció por primera vez la importancia de la información geográfica para el desarrollo de un país, del mismo modo que la infraestructura de carreteras es vital para vertebrar las comunicaciones de un país y facilitar así actividades económicas comerciales.

El segundo párrafo afirma claramente que el gobierno estadounidense debe parar de gastar dinero de manera innecesaria.

Actividad

¿Qué propone la orden 12096 para ahorrar dinero? Con sólo diez minutos de lectura podréis conocer los detalles de la propuesta.

Los dos primeros párrafos de la orden no entran en detalles técnicos de bajo nivel, simplemente declaran tajantemente la necesidad de cambiar las cosas y elevar el estatus de la información geográfica al grado de infraestructura común: dado que todos hacemos uso de datos geográficos de un modo u otro y son vitales para nuestra economía, debemos ponernos de acuerdo en adquirirlos, acceder a ellos, compartirlos y utilizarlos eficientemente.

1.2.2. La motivación

Desde una perspectiva científica, las nuevas tecnologías nacen en respuesta a algún problema. De igual modo, una IDE debe ser una solución a uno o varios problemas. Veamos pues los problemas que trata de afrontar una IDE:

- La orden ejecutiva de Clinton ya identifica claramente el primer problema: una IDE debería ayudar a las instituciones públicas a minimizar su gasto promocionando la compartición de datos entre ellas. Si nos paramos a pensar por un momento en los elevados presupuestos que manejan algunas agencias públicas, una reducción de costes en términos de evitar la duplicidad de datos tiene bastante sentido.
- El segundo problema somos los usuarios.

Pensemos en un usuario SIG habitual. Gran parte de su frustración se debe a la falta de datos y a la dificultad de localizarlos para su tarea de análisis. Si los llega a poseer de manera local, el hecho de transformarlos al formato correcto es a menudo una ardua tarea.

Lecturas complementarias

El capítulo 2 del libro *SDI Africa: An Implementation Guide* describe algunos escenarios reales que apoyan la necesidad de una IDE.

Otro caso más pesimista sería el de intentar buscar datos disponibles en algún servidor. Entonces el problema es que los datos son demasiado caros o es difícil acceder a ellos (no basta con descargarse un fichero) o están en un formato extraño o simplemente están indocumentados y resulta imposible operar con ellos.

A pesar de ello, podemos tener la suerte de vivir en un área donde la agencia cartográfica local sea proactiva, como es el caso del Institut Cartogràfic de Catalunya*, que facilita a los usuarios información sobre dónde están los datos, cómo se accede a ellos y cómo explotarlos eficazmente.

*www.icc.cat

Una IDE responde al papel esencial que la información geográfica desempeña para la toma de decisiones sobre el territorio y el medio ambiente a escala local, regional y global. Por lo tanto, una IDE surge por la necesidad de:

- Minimizar los recursos necesarios para permitir una gestión eficaz y simple de la información geográfica.
- Cubrir el amplio abanico de necesidades de los usuarios de información geográfica.

¿Por qué los datos geográficos no son como la electricidad? Ambos son bienes (productos) que se suministran a los usuarios por medio de una infraestructura en red. Entonces, ¿por qué la electricidad es más o menos la misma en Barcelona, Lima o Tokio, pero sin embargo los datos geográficos que describen estos lugares pueden ser tan dispares en cada caso?, ¿cuál es el factor clave que los diferencia?

El acceso a los datos geográficos no debería ser un proceso tan complejo y costoso, especialmente teniendo en cuenta que una parte importante de estos datos han sido adquiridos y mantenidos mediante nuestros impuestos. ¿Por qué entonces no pueden ser *nuestros* datos? Una IDE debería ser el vehículo que facilite el acceso a los datos de una manera eficaz para todo tipo de usuario.

1.3. Definición de IDE

Llegados a este punto todavía no hemos definido IDE de manera formal. Aparte de la definición norteamericana vista anteriormente, varios investigadores y expertos en la materia han tratado de definir la naturaleza de una IDE.

A continuación tenéis una selección de las definiciones más relevantes ordenadas cronológicamente. Hay que tener en cuenta que todas estas definiciones están formuladas desde diferentes contextos, ya que los agentes implicados (proveedores de contenidos geográficos, ciudadanos, estudiantes, profesores, técnicos, políticos, etc.) interactúan de manera distinta con una IDE, por lo que necesariamente tienen distintas perspectivas sobre lo que debería ser una IDE y lo que no.

Lecturas complementarias

Los siguientes trabajos compilan y comparan diferentes definiciones de IDE:

Chan y otros (2001). *The dynamic nature of Spatial Data Infrastructures: A method of descriptive classification*. Geomatica.

Rajabifard y otros (2003). *Spatial Data Infrastructures: Concept, nature and SDI hierarchy*. CRC Press.

Vanderbrouke y otros (2009). *A Network Perspective on Spatial Data Infrastructures: Application to the Sub-national SDI of Flanders (Belgium)*. TGIS.

Nota

El diccionario de la RAE no recoge *interactuar* pero sí *interaccionar*.

- “National Spatial Data Infrastructure (NSDI) means the technology, policies, standards and human resources necessary to acquire, process, store, distribute, and improve utilization of geospatial data”.

Traducción

Una infraestructura nacional de datos espaciales comprende la tecnología, las políticas, las normas y los recursos humanos necesarios para adquirir, procesar, almacenar, distribuir y mejorar la utilización de datos geoespaciales.

Federal Register (1994)

- “A national spatial data infrastructure comprises four core components: institutional framework, technical standards, fundamental datasets, and clearing house networks”.

Traducción

Una infraestructura nacional de datos espaciales consta de cuatro componentes básicos: marco institucional, normas técnicas, conjuntos de datos fundamentales y redes de catálogos.

ANZLIC (1996)

- “The infrastructure concept has come to encompass the sources, systems, network linkages, standards and institutional issues involved in delivering spatially related data from many different sources to the widest possible group of users at affordable cost”.

Traducción

El concepto de infraestructura abarca las fuentes de información, los sistemas, las redes, las normas y las cuestiones institucionales involucradas en la entrega de datos geoespaciales procedentes de distintas fuentes a la mayor cantidad de usuarios posible a un coste asequible.

R. Groot y J. McLaughlin (2000)

- “An initiative which is defined in many different ways, however its common intent is to create an environment in which all stakeholders can cooperate with each other and interact with technology to better achieve their objectives at different political/administrative levels”.

Traducción

[Una IDE es] Una iniciativa que se define de muchas formas diferentes; sin embargo, su objetivo común es crear un entorno en el que todos los interesados puedan cooperar entre sí e interactuar con la tecnología para lograr sus objetivos con independencia de las políticas y los niveles administrativos.

A. Rajabifard, M. F. Feeney e I. Williamson (2003)

- “An SDI can be understood as a multi-levelled, scalable, and adaptable collection of technical and human services, which are interconnected across system, organizational and administrative boundaries via standardized interfaces. Those services enable users from different application

domains to participate in value chains by gaining seamless access to spatial information and geo-processing resources”.

Traducción

Una IDE puede ser entendida como una colección escalable y adaptable de servicios técnicos y humanos, interconectados más allá de los límites organizacionales, administrativos y de sistemas, mediante el uso de interfaces estándar. Estos servicios permiten a los usuarios de diferentes dominios de aplicación participar en las cadenas de valor mediante el acceso transparente a la información espacial y recursos de geo-procesamiento.

A. Wytzisk y A. Sliwinski (2004)

- “The Canadian Geospatial Data Infrastructure (CGDI) is the technology, standards, access systems and protocols necessary to harmonize all of Canada’s geospatial data bases, and make them available on the internet”.

Traducción

La Infraestructura Canadiense de Datos Geoespaciales (CGDI) es la tecnología, las normas, los sistemas de acceso y los protocolos necesarios para armonizar todas las bases de datos geoespaciales de Canadá, y ponerlos disponibles en Internet.

CGDI (2004)

- “Infrastructure for spatial information means: metadata, spatial data sets and spatial data services; network services and technologies; agreements on sharing, access and use; and coordination and monitoring mechanisms, processes and procedures, established, operated or made available in accordance with the INSPIRE Directive”.

Traducción

Una infraestructura de información espacial significa: metadatos, conjuntos de datos espaciales y servicios de datos, servicios y tecnologías de red, acuerdos sobre el intercambio, acceso y uso, y mecanismos de coordinación y vigilancia, procesos y procedimientos establecidos, gestionados o puestos a disposición en conformidad con la directiva INSPIRE.

Comisión Europea (2007)

Aunque podemos ver pequeñas diferencias entre las definiciones, prácticamente su mensaje central es el mismo: el aspecto clave y absolutamente necesario en una IDE es **colaboración**.

Cuando la electricidad empezó a utilizarse en las fábricas en el siglo XIX, era necesaria la instalación de un generador de energía propio junto a cada fábrica. Esta práctica era extremadamente cara y no permitía el desarrollo de una economía a gran escala con grandes volúmenes de producción. Actualmente las fábricas reciben electricidad de redes e infraestructuras estandarizadas que la transportan desde generadores dispersos, lo que facilita enormemente el mantenimiento y la escalabilidad (expansión), al tiempo que reduce las barreras de entrada al mercado: la electricidad ha dejado de ser una ventaja competitiva (las empresas con electricidad eran mucho más productivas que sin ella) para convertirse en una comodidad o utilidad global.

Lectura complementaria

Carr (2008). *The Big Switch: Rewiring the World, from Edison to Google*.

Luego, ¿no puede ser una IDE algo similar? En lugar de que cada usuario SIG almacene y procese su propia copia local de los datos geográficos (como un generador de energía propio), una IDE permitiría el acceso universal y estandarizado a versiones comunes de datos geográficos de referencia, impulsando una economía de escala en el ámbito geoespacial. Sin embargo, esto no surge de la nada: son necesarios estándares y acuerdos entre todos los agentes implicados en el uso de información geográfica.

¿Cuántas organizaciones tienen la necesidad de construir una infraestructura eléctrica? ¿La lleva a cabo un único ministerio o compañía? ¿O tal vez es un proyecto que *necesariamente* involucra una colaboración entre varias entidades? Una IDE es también, por definición, un proceso o proyecto colaborativo.

1.4. INSPIRE: una IDE europea

INSPIRE* es el acrónimo de Infrastructure for Spatial Information in Europe, (infraestructura de información espacial europea). No obstante, es mucho más porque establece un marco de desarrollo común para las diferentes IDE de cada uno de los Estados miembros. Entonces, ¿es INSPIRE similar a la orden ejecutiva de Clinton? En principio podríamos decir que sí, pero con diferentes matices en la forma y el alcance. Mientras que en Estados Unidos hay únicamente un idioma y tratan de armonizar cinco tipos de datos, INSPIRE trata con más de 20 idiomas distintos y más de 35 tipos de datos de referencia y temáticos.

*<http://inspire.jrc.ec.europa.eu>

1.4.1. De iniciativa a directiva

En septiembre del 2001, la Dirección General de Medio Ambiente, la Agencia Europea Eurostat y el Instituto para el Medio Ambiente y la Sostenibilidad, por medio de su Centro de Investigación Común (Joint Research Centre), los tres dependientes de la Comisión Europea, pusieron en marcha la iniciativa INSPIRE con los siguientes objetivos:

- Poner a disposición de órganos responsables de toma de decisiones y de aplicación de políticas comunitarias (esencialmente de medio ambiente) datos espaciales abundantes y fiables.
- Establecer servicios integrados de información geográfica, basados en una red distribuida de bases de datos, enlazadas por normas comunes y protocolos que aseguren la interoperabilidad.
- Optimizar los datos disponibles mediante documentación de información espacial.

Nota

Estos objetivos parecen bastante genéricos, pero si los lees atentamente, verás que responden a las motivaciones de una IDE explicadas anteriormente: colaboración entre instituciones y organismos, interoperabilidad y acceso generalizado a la información geográfica.

- Lograr la coherencia de la información espacial entre diferentes niveles y temas.
- Crear servicios destinados a mejorar la accesibilidad e interoperabilidad de los datos y eliminar los obstáculos para su adecuada utilización.

Para plasmar estos objetivos en algo tangible y operativo, en diciembre del 2001 se constituyeron unos grupos de trabajo formados por expertos europeos en información geográfica y medioambiental que trataron los temas básicos para la construcción de una IDE: datos de referencia, arquitectura y normas, políticas de datos y asuntos legales, necesidad de información temático-medioambiental y estructura de implementación y financiación.

Durante los siguientes dos años estos grupos de expertos se dedicaron a elaborar los documentos orientativos, base para la implementación de la IDE Europea y para el consiguiente desarrollo de la propuesta INSPIRE.

Dicha propuesta pasó a ser considerada por la Comisión Europea en el año 2004 y, finalmente, la adoptó oficialmente el Parlamento Europeo como directiva marco europea en mayo del 2007.

La adopción de INSPIRE ha sido un proceso largo, puesto que se ha primado la colaboración entre las partes implicadas. No ha sido un proceso de arriba abajo en forma de mandato presidencial, sino un proyecto colaborativo, de abajo arriba, que ha implicado a grupos de expertos, usuarios, entidades, instituciones, etc. para llegar finalmente a un consenso común, que queda perfectamente resumido en los principios básicos de INSPIRE que tenéis a continuación:

- Los datos deben ser recogidos sólo una vez y ser mantenidos en el nivel donde se logre la máxima efectividad.
- La información geográfica debe combinarse con total continuidad para toda Europa desde fuentes diversas, y compartirla entre usuarios y aplicaciones.
- La información recogida en un nivel debe ser compartida por otros niveles.
- La información geográfica debe ser abundante y disponible bajo condiciones que no inhiban su uso extensivo.
- La información geográfica debe ser localizable y documentada para saber en qué condiciones puede conseguirse y usarse.
- Los datos geográficos deben ser fáciles de entender, interpretar y seleccionar.

Directiva

Las directivas son disposiciones decididas por las instituciones competentes de la Comunidad Europea, que afectan a los Estados miembros destinatarios en cuanto a los resultados que se deben alcanzar y que dejan a las instancias nacionales la competencia en cuanto a la forma y a los medios para alcanzarlos.

1.4.2. Del contexto europeo al local

Una primera conclusión que podemos extraer de la directiva INSPIRE es que establece las bases de una IDE europea. Pensemos por un momento cómo podría materializarse.

Actividad

Google ofrece cobertura cartográfica casi mundial mediante su servicio Google Maps. ¿Es Google Maps una IDE?

Esta IDE europea podría ser un enorme sistema informático capaz de contener todos los datos geográficos de Europa que permita el acceso a cualquier ciudadano que desee consultarlos. Os podéis imaginar la cantidad de recursos (servidores, bases de datos, etc.) que necesitaría este sistema centralizado para dar servicio a cerca de 750 millones de ciudadanos europeos. Podríamos pensar en una alternativa e imaginar esta IDE europea como un sistema distribuido, compuesto de multitud de servidores conectados entre sí, capaces de replicar la información entre ellos y de dar servicio a miles de usuarios simultáneamente.

Antes de sacar conclusiones precipitadas, vamos a pensar en la verdadera naturaleza de los datos geográficos. Recordemos el primer principio básico de INSPIRE:

“Los datos deben ser recogidos sólo una vez y ser mantenidos en el nivel donde se logre la máxima efectividad”.

¿Quién recogerá y mantendrá más eficientemente los datos de la provincia de Castellón? ¿Un técnico en Bruselas o un técnico que conoce y trabaja con datos de la zona? Este principio nos dice que los datos geográficos deben gestionarse en el nivel administrativo (local, regional, nacional, etc.) en el que mejor y más eficientemente puede acometerse esta tarea.

El tercer principio dice lo siguiente:

“La información recogida en un nivel debe ser compartida por otros niveles”.

Supongamos que un ciudadano belga necesita datos de la provincia de Castellón. Accede a la IDE nacional de su país para buscarlos y la IDE belga dirige la petición a la IDE nacional española. Esta IDE, dado que Castellón es una provincia española, dirige la petición a la IDE de nivel regional (en este caso la IDE de la Comunidad Valenciana), que ya puede atender la petición inicial del ciudadano belga.

Las IDE de distintos niveles deben ser capaces de comunicarse entre ellas para compartir información.

Los datos se recogen una única vez en el nivel en el que sea más eficiente y se comparten con otros niveles.

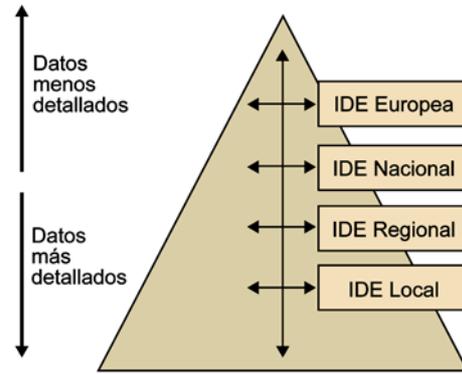


Figura 1. Niveles administrativos de una IDE

La directiva INSPIRE establece un marco legislativo común para la construcción de una IDE Europea (el *qué*), pero es misión de cada Estado miembro adoptar y crear las leyes necesarias para implementar la directiva INSPIRE y poner en marcha las IDE nacionales, regionales y locales (el *cómo*).

La IDE europea se basa en las nacionales, éstas a su vez en las regionales, que se fundamentan en las IDE locales de dicha región. Además, la relación entre las IDE no es únicamente vertical, sino que debe ser posible compartir datos entre IDE en el mismo nivel. En la figura 1 tenéis representados los distintos niveles.

España, liderada por el Instituto Geográfico Nacional* en cooperación con institutos cartográficos regionales, administraciones regional y locales, universidades y otros tantos agentes implicados, ya dispone de una IDE de España**. Si accedéis al geoportal de la IDEE, podréis comprobar la lista de IDE regionales y locales que ya se encuentran funcionando en distintas áreas geográficas de España.

* www.ign.es

** www.idee.es

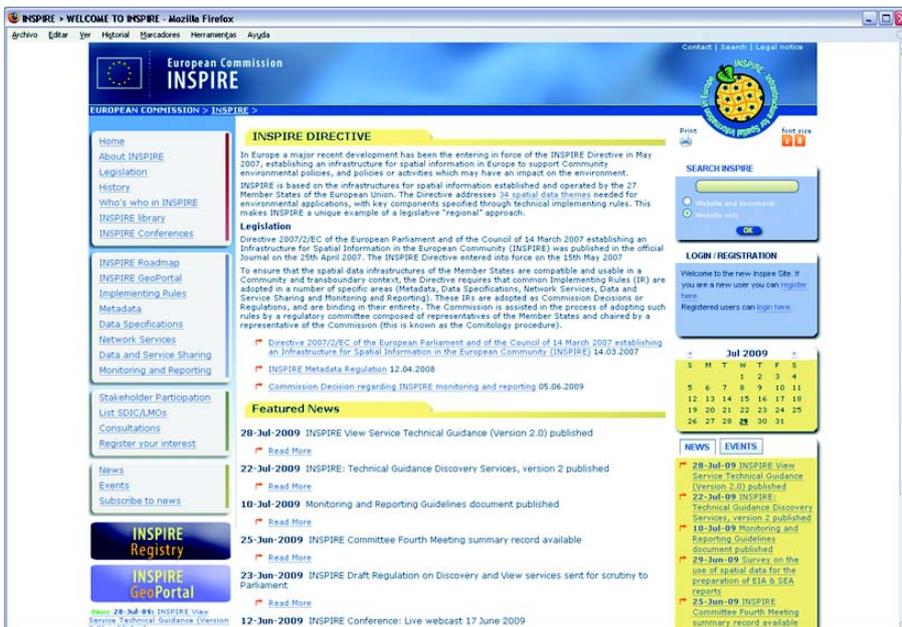


Figura 2. El portal de INSPIRE. Este portal contiene mucha información sobre el proceso de implementación de INSPIRE. La hoja de ruta*** puede daros algunas pistas.

*** http://inspire.jrc.ec.europa.eu/inspire_roadmap.cfm

Todos los años se celebra una conferencia sobre INSPIRE en la que se anuncian las últimas novedades. La edición del 2009 se celebró en Rotterdam y se pueden consultar los vídeos**** de las sesiones plenarias. Vale la pena destacar la ponencia del

**** http://inspire.jrc.ec.europa.eu/events/conferences/inspire_2009/index.cfm

Dr. Max Craglia, un gran orador y experto destacado en INSPIRE, que explica magníficamente el proceso de implantación de INSPIRE “INSPIRE: The European Spatial Data Infrastructure”. En la figura 2 podéis ver el portal de INSPIRE.

1.4.3. Componentes de una IDE

Podríamos decir que la directiva INSPIRE proporciona un *patrón* común para la creación de IDE interoperables. En este apartado veremos cómo es este patrón, es decir, qué componentes debe tener una IDE según la directiva INSPIRE.

Una IDE está formada por una colección de componentes, algunos institucionales (intangibles) y otros tecnológicos (tangibles). Partimos de que la configuración básica de una IDE es una red, pero –como hemos visto en apartados anteriores– no se trata únicamente de una red desde la perspectiva técnica, sino también de una red colaborativa de personas: proveedores de datos, consumidores, intermediarios (*brokers*), etc. Por lo tanto (y no nos cansaremos de repetirlo), el componente clave y absolutamente necesario en una IDE es la **colaboración**. Sin ella, aunque se utilice la última y más avanzada tecnología, no seremos capaces de obtener los beneficios esperados de una IDE.

Imaginad una serie de servidores de datos geográficos configurados de distinta manera. Los usuarios deberían aprender las reglas específicas que permiten interactuar y acceder a sus datos. Este modo de funcionar resultaría caótico. Sin embargo, curiosamente, ésta era la situación hace tan sólo unos cuantos años: multitud de servidores de datos geográficos repartidos por Internet, pero cada uno funcionando de manera distinta, con sus propias reglas, protocolos, interfaces y formatos. Con este panorama, era casi imposible que los usuarios pudieran acceder a diferentes servidores con la misma aplicación cliente. En pocas palabras, existía una red de servidores pero funcionaban de manera independiente, con lo que ofrecían muy poca o nula interoperabilidad. Con la ausencia de interoperabilidad se limita la compartición de datos y, en consecuencia, los recursos se duplican y se malgastan recursos económicos.

Desde el punto de vista INSPIRE, el conjunto de componentes (*patrón*) para el establecimiento de una IDE son los siguientes:

- **Políticas institucionales** que responsabilicen a los proveedores a mantener la información geográfica actualizada y accesible.
- **Estándares** que permitan el intercambio de información geográfica y garanticen la interoperabilidad de los sistemas que la manejan.
- **Metadatos** que permitan documentar tanto los datos como los servicios geográficos para facilitar su localización y acceso.
- **Servicios de información geográfica en red** que permitan el acceso, la visualización, el procesamiento y la transformación de datos geográficos.
- **Políticas y acuerdos de colaboración** para fomentar la compartición de datos y servicios geográficos.

Como podéis apreciar, aunque INSPIRE habla de componentes intangibles como políticas y acuerdos (fundamentales para una IDE), ya deja entrever cier-

Preguntas

Seguro que os preguntaréis, ¿y los datos geográficos no son parte de una IDE?, ¿y los usuarios?, ¿y las bases de datos geográficas?, ¿y los otros componentes vistos en asignaturas anteriores?

INSPIRE proporciona un marco legislativo común para que las IDE a diferentes niveles administrativos (regionales, nacionales, etc.) colaboren y compartan datos y servicios. Los datos geográficos son esenciales en una IDE, pero INSPIRE asume que existen previamente; es decir, que ya han sido recogidos por las instituciones correspondientes en el nivel adecuado.

tos componentes tangibles como son los estándares, metadatos y servicios geográficos en red.

1.5. Arquitectura de una IDE

En este apartado veremos los componentes concretos que forman una IDE operativa desde un punto de vista funcional y técnico. También introduciremos la arquitectura conceptual de una IDE a grandes rasgos, sin entrar en detalles, puesto que a lo largo de esta asignatura profundizaréis en cada uno de estos componentes y daremos forma a esta arquitectura inicial.

Desde un punto de vista operativo, una IDE necesita lo siguiente:

- Un conjunto de **datos** de referencia (básicos) y temáticos. Recordad los datos y las fuentes cartográficas de la asignatura *Geodesia y cartografía*.
- El uso de los **estándares** que hacen posible que las IDE se entiendan.
- Los **metadatos** para describir los datos y servicios geográficos.
- Un conjunto de **servicios** que ofrecen diferentes funcionalidades sobre los datos geográficos.
- Las **tecnologías y herramientas software** para el desarrollo y la implementación de aplicaciones en el contexto de una IDE.

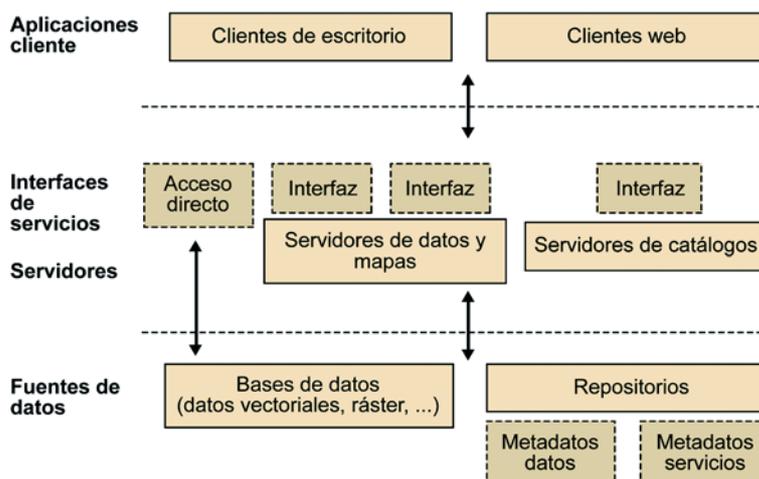
¿Redundancias?

Algunos componentes aparecen tanto en el apartado anterior como en éste, por ejemplo “metadatos”. ¿Cuál es la diferencia para el componente metadatos citado en los dos apartados?

La diferencia radica en el nivel de detalle. Mientras que la directiva INSPIRE se refiere únicamente a los requisitos funcionales de los metadatos; es decir, detalla qué descriptores son necesarios para describir los datos y servicios, en esta sección nos estamos refiriendo a lenguajes o especificaciones concretas que sirven para describir dichos metadatos.

Pongamos un ejemplo sencillo:

INSPIRE define que los metadatos tengan un descriptor “título” que contenga un texto con el título del dato o servicio que describen. En el nivel operativo, sin embargo, necesitamos utilizar una especificación concreta para describir los metadatos, por ejemplo con el descriptor de metadatos *dc:title*. (que se explica más adelante).



Nota

Al final de esta asignatura seréis capaces de transformar la arquitectura conceptual de la figura en una arquitectura IDE operativa con componentes software específicos.

Figura 3. Arquitectura multicapa de una IDE

La figura 3 muestra cómo se relacionan conceptualmente estos componentes. Sin entrar todavía en detalles, podéis apreciar que se trata de una arquitectura multicapa, donde las aplicaciones cliente se sitúan en la capa de aplicación (arriba), los datos y metadatos geográficos se almacenan en los repositorios y las bases de datos (abajo), y los servicios geográficos (capa intermedia) se encargan de conectar las aplicaciones cliente con los datos geográficos.

Si recordamos un momento la estructura interna de un SIG de escritorio, encontramos a grandes rasgos una interfaz de usuario, lo que vemos por la pantalla, rutinas de geoprocesamiento locales y repositorios de datos geográficos (normalmente en el propio disco del usuario).

La diferencia fundamental entre un SIG y una IDE es que esta última, por definición, es distribuida en lugar de local o centralizada. Los usuarios, los datos e incluso las rutinas de geoprocesamiento en forma de servicios pueden residir en servidores distintos. Sin embargo, debéis tener en cuenta que una IDE no compite ni trata de reemplazar los SIG tradicionales, sino que permite conectar múltiples aplicaciones SIG de escritorio para que sean más productivas e interoperables.

En los siguientes capítulos veremos los estándares, metadatos y servicios, que son componentes mucho más tangibles puesto que se corresponden con la parte tecnológica de una IDE, y haremos un apunte sobre el futuro de las IDE. Los otros componentes (políticas institucionales y acuerdos de colaboración) tratan aspectos institucionales y de políticas de colaboración y compartición de datos y servicios. De momento, asumiremos que existe colaboración entre las partes interesadas.

2. Estándares

Como ya hemos comentado, la IDE necesita los estándares para asegurar que los datos, servicios y recursos puedan ser utilizados, compartidos y combinados entre diferentes usuarios.

El uso de estándares posibilita la interoperabilidad entre diferentes sistemas de información, ya que permite que los sistemas se entiendan y puedan compartir información fácilmente.

En el contexto de la IDE se deben estandarizar todos aquellos elementos que intervienen en la compartición de datos. En la figura 4 (una versión modificada de la figura 3), se han resaltado los elementos susceptibles de ser estandarizados en una IDE:

- Los formatos de intercambio de datos (flechas verticales).
- La descripción de los metadatos para datos y servicios (cajas abajo).
- Las interfaces de los servicios geográficos (cajas intermedias).

En este apartado veremos cómo se lleva a cabo el proceso de estandarización de cada uno de estos elementos.

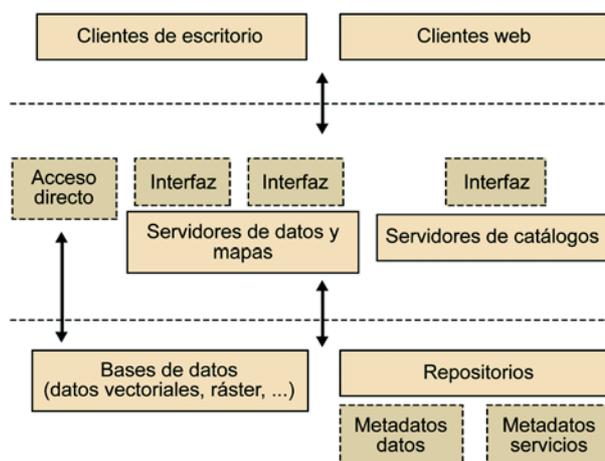


Figura 4. Uso de estándares en una IDE

Un estándar o norma es una especificación dada por una autoridad acerca de una materia.

Partiendo de la definición genérica de estándar o norma, en este capítulo veremos el concepto de estándar y las dos categorías que se pueden establecer en él atendiendo a la naturaleza de su proceso de constitución. Luego veremos las

dos autoridades u organizaciones de estandarización relacionadas con el mundo geoespacial e IDE para finalizar atendiendo a las implicaciones que tienen los estándares para una IDE; es decir, qué normas y estándares son relevantes para los metadatos, interfaces de servicios e intercambio de datos en una IDE.

2.1. Estándares *de jure* y *de facto*

Retomemos el ejemplo de la infraestructura de la red eléctrica. Imaginemos que cada fabricante de material eléctrico hubiera creado su propio tipo de enchufe. Necesitaríamos adaptadores especiales para Sony, Philips, IBM, Dell, etc., que podrían ser distintos en los diferentes países. Para evitar este caos, las naciones e incluso continentes enteros han llegado a acuerdos para normalizar la configuración de los enchufes eléctricos. Estos acuerdos internacionales se denominan estándares oficiales o *de jure*.

Actividad

¿Por qué no todos los fabricantes están de acuerdo en tener un solo tipo de enchufe?

Algo similar ocurrió en el mundo de los ordenadores, hace unos cuantos años (con la introducción de Windows 95), con la aparición de la tecnología *Plug and Play**, un estándar no oficial o *de facto*. La tecnología PnP proporcionó unas normas de uso común para que cualquier periférico (por ejemplo, una grabadora de DVD) de cualquier fabricante, pueda ser instalado en cualquier ordenador (con algunas restricciones, claro). Esta tecnología, definida por una compañía y adoptada por toda la industria sin ninguna imposición oficial, revolucionó el mercado de los ordenadores personales (PC) y produjo una disminución notable de los precios.

*La tecnología *Plug and Play* (PnP) permite a un dispositivo informático o periférico conectarse a un ordenador sin tener que configurarlo mediante un software específico (controladores del fabricante).

Ejemplos

Hace apenas una década, casi todos los componentes de un PC de IBM eran de su propia marca y, posiblemente, no funcionaban correctamente en uno de Dell.

En el mundo de los SIG, Intergraph comercializó un paquete de software que se ejecutaba únicamente en máquinas con una versión especial de Unix.

La capacidad de mezclar y seleccionar componentes de múltiples proveedores proporciona mucha más flexibilidad a los usuarios y aumenta la competencia en el mercado.

En ambos casos (enchufes eléctricos y PnP), las normas en cuestión son realmente **interfaces estándares**. Un enchufe eléctrico no afecta al rendimiento de la radio o la tostadora que conecta, de la misma manera las normas PnP no afectan tampoco al funcionamiento de una grabadora de DVD. Lo que hacen es facilitar las conexiones para un amplio rango de posibles situaciones.

Para entender correctamente las normas y los estándares en una IDE, debemos entender interfaz como la parte de un programa o componente que permite el flujo de información entre dos sistemas de comunicación. Esto significa que la interfaz no es la propia conexión, sino su entorno, las reglas que permiten que se pueda llevar a cabo.

Resumen

Como con el caso de las infraestructuras de agua, gas y transporte, las IDE también están controladas y guiadas por normas internacionales. Algunas son estándares *de facto* de la industria y otras más formales en forma de normas *de jure*.

2.2. Organizaciones de estandarización

Las dos organizaciones principales que proporcionan la mayoría de las normas y estándares de la IDE son el Open Geospatial Consortium (OGC), para los estándares *de facto*, y la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), para las normas *de jure*.

Lectura complementaria

García y Rodríguez (2008). *Normalización en información geográfica*. Mapping Interactivo.

2.2.1. Open Geospatial Consortium

El Open Geospatial Consortium* (OGC) es una organización internacional creada en 1994 con el objetivo de impulsar la industria de SIG y fomentar la interoperabilidad entre sistemas, componentes y servicios de información geográfica. OGC tiene una infraestructura propia muy pequeña (alrededor de 15 empleados), ya que se trata de una organización basada en el consenso: la mayoría de las decisiones las toman sus miembros, básicamente empresas, organizaciones gubernamentales y universidades. Los empleados de OGC actúan meramente como facilitadores del buen funcionamiento de la organización.

*www.opengeospatial.org

A continuación tenéis los pasos más importantes que supone un acuerdo de consenso en el OGC:

- 1) Se identifica el problema que debe resolverse mediante la normalización.
- 2) Se crea un grupo de trabajo para resolver el problema en cuestión.
- 3) Se genera un documento de trabajo con una propuesta de especificación concreta (como veremos más adelante).
- 4) Se hace público el documento para que los miembros de OGC puedan aportar cualquier tipo de comentario, mejora o sugerencia.
- 5) Se somete a votación el documento de trabajo con las mejoras aportadas por los miembros y, si existe consenso, se convierte en especificación estándar.

Coopetencia

Este modo de trabajo se denomina extraoficialmente *coopetencia* (cooperación + competencia): los miembros de un grupo de trabajo son competidores en el mercado de los SIG, pero se sientan uno al lado del otro y colaboran en la búsqueda de una solución al problema planteado.

Esto es equivalente en la industria del SIG al caso de las normas *Plug and Play* descrito anteriormente. Por lo tanto, podemos considerar a OGC como una organización encargada de la creación de normas *de facto*.

Sin embargo, las normas OGC son realmente especificaciones de interfaces para la industria del SIG. Esto quiere decir que los resultados de consenso producen **especificaciones**; es decir, indican cómo deben ser las interfaces de los servicios que proporcionan información geográfica. No dicen nada acerca del lenguaje de programación, la tecnología, ni el software que se debe utilizar en la implementación del servicio. Las especificaciones OGC definen las reglas de conexión, entendidas como el protocolo de comunicación que deberá seguir cualquier aplicación cliente para interactuar con un servicio que cumple con las especificaciones OGC.

Beneficios de asociarse a la OGC

Aunque muchos de los documentos de las especificaciones OGC se publican en el sitio web público de OGC, pagar la cuota de afiliación y ser miembro del OGC aporta ciertos beneficios, como por ejemplo tener acceso al portal privado (podéis verlo en la figura 5), que contiene mucha información, como el estado de las especificaciones a medida que se mueven del proceso de edición al de votación, así como otros tipos de documentos como presentaciones, notas internas, etc. Esto significa que cuando la versión 1.0 de cierta especificación aparece en el sitio web público, los miembros ya han tenido entre 6 y 18 meses para prepararse. Se da el caso de que muchos miembros implementan las especificaciones incluso antes de que aparezcan públicamente.

Las universidades suelen ser miembros del OGC para estar al tanto de hacia dónde se está dirigiendo la industria. Aunque también, en menor escala, pueden influir en las decisiones aportando su experiencia y conocimiento en campos específicos.

Color Key	Project Name	Progress	Status	Chair	Tasks (My)	Start Date	Target End Date	Completed
	Interoperability Program Policies, Procedures and Templates	0.0%	In Progress	George Percevall	0	10/01/2004	-	-

Color Key	Project Name	Progress	Status	Manager	Tasks (My)	Start Date	Target End Date	Completed
	Conformance & Interoperability Test & Evaluation, Phase 1	0.0%	Completed	Jen Marcus	0	11/01/2002	10/31/2003	-
	Delhi Transit Routing Interoperability Pilot	70.0%	On Hold	Raj R. Singh	11	09/01/2008	05/29/2009	-
	Emergency Mapping Symbolology, Phase 1	100.0%	Completed	Kurt Buehler	9	10/10/2003	03/31/2004	03/31/2004
	Geographic Objects	0.0%	Completed	Chuck Heazel	0	09/01/2002	06/01/2003	06/01/2003
	Geospatial One-Stop - Portal Initiative	0.0%	Completed	George Percevall	0	10/01/2002	07/14/2003	07/14/2003
	Geospatial One-Stop - Transportation Pilot	0.0%	Completed	George Percevall	0	04/24/2003	08/29/2003	08/29/2003
	Geospatial Semantic Web Interoperability Experiment	0.0%	Completed	Joshua Lieberman	1	03/30/2005	-	10/31/2005
	GML in JPEG 2000 Interoperability Experiment	78.7%	Completed	Martin Kyle	12	12/03/2004	04/29/2005	-
	LandGML Interoperability Experiment	0.0%	Completed	Sam Bacharach	0	05/07/2004	-	-
	OGC Web Services Initiative, Phase 1.2	0.0%	Completed	Jeff Harrison	0	05/01/2002	02/28/2003	02/28/2003
	OGC Web Services, Phase 2	0.0%	Completed	Sam Bacharach	57	12/09/2003	-	-
	OGC Web Services, Phase 3	100.0%	Completed	George Percevall	103	04/18/2005	10/21/2005	12/30/2005
	OGC Web Services, Phase 4	0.0%	Completed	Lewis Leinenweber	0	03/22/2006	12/29/2006	03/23/2007
	OGC Web Services, Phase 5	0.0%	Completed	Jessica Cook	105	03/29/2007	02/28/2008	08/15/2008
	Open Location Services Testbed, Phase 1.1	0.0%	Completed	Kurt Buehler	0	09/18/2002	11/30/2002	11/30/2002
	GWS Context Document Schema Interoperability Experiment	0.0%	Completed	Sam Bacharach	0	05/07/2004	04/30/2005	-
	Sensor Alert Service IE	0.0%	Completed	Johnny Tolliver	0	10/19/2004	-	-
	Web Processing Service (WPS) IE	100.0%	Completed	Joan Morishita	62	03/07/2005	06/13/2005	06/10/2005

Figura 5. Portal privado para los miembros de la OGC

Las especificaciones resultantes del proceso de consenso de OGC se estructuraron básicamente en dos grandes bloques:

- Especificaciones abstractas. Proporcionan las bases conceptuales para el desarrollo de otras especificaciones OGC. En la tabla 1 tenéis algunas de las más relevantes.

Tabla1. Especificaciones abstractas de la OGC

Especificaciones abstractas	ISO*
Tema 1. Geometría de características	ISO 19107
Tema 2. Referencia espacial por coordenadas	
Tema 3. Estructuras de localización geometría	
Tema 4. Funciones almacenadas e interpolación	
Tema 5. Características	ISO 19101
Tema 6. Esquema para geometrías de coberturas y funciones	
Tema 7. Imágenes de la Tierra	ISO 19101-2
Tema 8. Relaciones entre las características	NA
Tema 10. Colecciones de características	NA
Tema 11. Metadatos	ISO 19115
Tema 12. Servicio de arquitectura de OpenGIS	ISO 19119
Tema 13. Servicios de catálogo	NA
Tema 14. Comunidades de información y semántica	NA
Tema 15. Servicios de explotación de imágenes	NA
Tema 16. Servicios de transformación de coordenadas de imágenes	NA
Tema 17. Servicios de móviles de localización	NA
Tema 18. Método de referencia para la gestión de derechos digitales geoespaciales	NA

NA: No aplicable

- Especificaciones estándares para la implementación. Están destinadas a un público técnico y poseen un nivel de detalle adecuado para realizar una implementación. Algunas de las especificaciones estándares más relevantes aparecen en la tabla 2 y las estudiaremos en el apartado “Servicios OGC”.

Tabla 2. Selección de especificaciones de implementación

Especificaciones de implementación	ISO*
Servicio de catálogo	NA
Servicio de transformación de coordenadas	NA
Codificación de filtros	ISO/DIS 19143
Objetos geográficos	NA
Lenguaje de marcado geográfico	ISO 19136
GML en JPEG 200 para la codificación de imágenes geográficas	NA
Codificación del servicio de cobertura en malla	NA
Servicio de localización	NA
Servicio web de coberturas	NA
Servicio web de características	ISO/DIS 19142
Contexto de mapas en web	NA
Servicio web de mapas	ISO 19128
Servicio web de geoprocetamiento	NA

NA: No aplicable

*En las tablas se ha indicado la norma internacional ISO equivalente a cada especificación OGC. El valor “NA” indica que la especificación OGC dada no tiene una norma ISO equivalente.

Cualquiera de las especificaciones OGC que aparecen en la tabla 2 es aceptable para su aplicación en producción por las empresas e instituciones. Sin embargo, al tratarse de normas *de facto*, no se puede exigir su implantación en algunos concursos del sector público. Para facilitar la aplicación de estas especificaciones, OGC firmó en 1999 un acuerdo formal con la Organización Internacional para la Estandarización (ISO*) de normas *de jure*, por medio del Comité Técnico ISO 211 para la información geográfica. A partir de este acuerdo, algunas de las especificaciones OGC más estables y ampliamente adoptadas han alcanzado (o lo están alcanzado) el estatus de normas internacionales ISO.

Normas *de jure* y normas *de facto*

Normas *de jure* u oficiales: elaboradas por organismos oficiales de estandarización.

Normas *de facto* o no oficiales: surgidas de un consenso de la industria.

*www.iso.org

El caso de la especificación OGC Web Map Service (WMS)

Todavía no habéis estudiado los servicios OGC, pero vale la pena que echemos un vistazo al caso de la especificación de la interfaz de servicio Web Map Service (WMS) para que veáis el funcionamiento detrás de un acuerdo de consenso en OGC.

En los noventa, muchas aplicaciones de servidores de mapas aparecieron en el mercado. Lamentablemente, casi todas crearon sus propios formatos de datos específicos, requerían su propio software de visualización (generalmente *plug-ins* para navegadores web) y se optimizaron para funcionar sólo (o mejor) con los clientes del mismo proveedor. Por así decirlo, cada cliente y el servidor se encontraban en su propia isla. En resumen, existía una total falta de interoperabilidad.

La OGC se dio cuenta rápidamente de este caos y cambió su enfoque para cubrir las especificaciones de interfaces de servicios geográficos. En 1999, OGC puso en marcha su primer banco de pruebas (*testbed*) denominado Web Mapping Testbed 1 (WMT-1). Éste consistía en un escenario simulado de un huracán cercano a la costa del golfo de Estados Unidos (cerca de Mississippi). Con el fin de proporcionar información útil de evacuación, se utilizaron varios clientes de proveedores de información geográfica para acceder a servidores de mapas de múltiples proveedores. El secreto del éxito para realizar las diferentes conexiones fue la adhesión a una nueva especificación de interfaz de servicio común: la especificación WMS.

El experimento WMT-1 demostró que la interoperabilidad de servidores con clientes era efectivamente posible. A los proveedores les quedaban tan sólo dos opciones: o seguir el camino de la interoperabilidad o permanecer cerrados. La mayoría eligió la primera opción. Sin embargo, una larga lista de pequeños detalles técnicos (las pequeñas diferencias en la sintaxis de las implementaciones) ha sido responsable de todo tipo de incompatibilidades menores entre múltiples proveedores. Pequeñas correcciones casi siempre son necesarias.

2.2.2. Comité técnico ISO 211

El Comité Técnico 211 (ISO TC 211**) es el comité de ISO dedicado a la información geográfica. Su trabajo consiste en el desarrollo del conjunto de normas *de jure* que forman la familia ISO 19100. Estas normas especifican los métodos, las herramientas y los servicios de información geográfica que se utilizarán para la gestión de datos (modelo espacial y temporal, sistemas de referencia e identificadores geográficos, etc.), la adquisición, el procesamiento, el análisis y el acceso a la información geográfica. A continuación presentamos algunas de las normas internacionales, de la familia de normas 19100, producidas por el ISO/TC211 agrupadas por temas:

- Modelado espacial y temporal
 - ISO19107 - El modelo espacial
 - ISO19108 - El modelo temporal

**www.isotc211.org

- Sistemas de referencia e identificadores geográficos
 - ISO 19111 - Referenciación espacial por coordenadas
 - ISO 19112 - Referenciación espacial por identificadores geográficos
- Metadatos
 - ISO 19115 - Metadatos
 - ISO 19119 - Servicios
 - ISO 19139 - Metadatos. Esquema de implementación XML
- Servicios
 - ISO 19128 - Interfaz del servicio web de mapas
 - ISO 19133 - Servicios de rastreo y navegación basados en localización
 - ISO 19134 - Servicios de enrutamiento y navegación basados en localización de modo múltiple
- Aplicaciones, formato y representación
 - ISO 19109 - Reglas para el esquema de aplicación
 - ISO 19110 - Metodología para la creación de catálogos de elementos
 - ISO 19117 - Representación
 - ISO 19131 - Especificación de productos de datos
- Intercambio de información
 - ISO 19136 - Lenguaje de marcado geográfico (GML)

La lista completa de normas ISO/TC211 está accesible en el portal del ISO/TC211* (figura 6), en el que también encontraréis la larga lista de documentos de normas aprobadas y el estado de cada uno de los documentos de trabajo, informes de reuniones, etc. Lamentablemente, no resulta fácil acceder a la mayoría de estas normas, a menos que se disponga de acceso autorizado con contraseña, puesto que son de uso interno para los miembros del ISO/TC211.

* www.isotc211.org/pow_all.htm

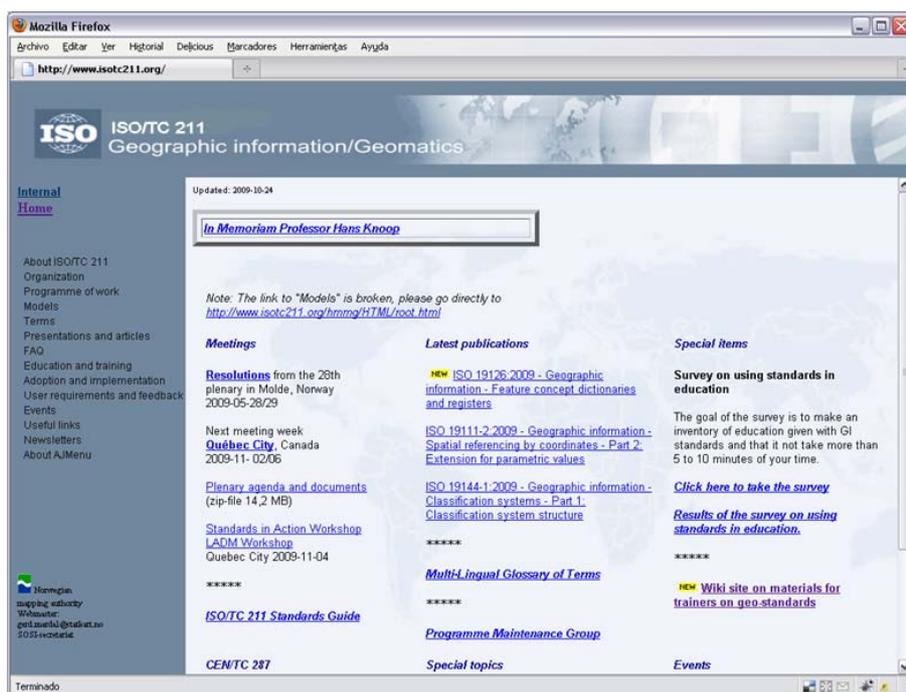


Figura 6. Portal del ISO/TC 211

Al tratarse de un organismo internacional, cada país miembro tiene uno o más representantes en el comité técnico.

Los representantes de España

En el caso de España, este representante es el Comité Técnico de Normalización 148 de la Asociación Española de Normalización (AENOR*) titulado “Información geográfica digital”. Este Comité es el que sigue los trabajos del ISO/TC211 y CEN/TC 287. La línea de trabajo más clara del Comité es la adopción de las normas ISO de información geográfica como normas europeas del Comité Europeo de Normalisation (CEN**) y a su vez como una norma española (UNE) por AENOR.

* www.aenor.es

** www.cen.eu

En el caso de que necesitéis alguna de estas normas ISO, esencialmente, tenéis las siguientes alternativas:

- Contactar con el representante nacional y solicitar dar una mirada al documento (esto sólo procede en casos en los que podríais estar trabajando en un comité de normas relacionadas o tal vez en un proyecto relacionado con la OGC).
- Comprar el documento digital en PDF o la copia en papel. Hay que tener en cuenta que únicamente se venden versiones finales, no borradores de trabajo en curso.
- Algunas instituciones públicas como las universidades ofrecen un servicio de acceso a normas oficiales. Generalmente se trata de acceso a normas AENOR, que en algunos casos publica la versión oficial en castellano (UNE) de las normas internacionales ISO.

Si echamos un vistazo de nuevo a la lista de normas, encontraremos algunas que son esencialmente las mismas que las especificaciones OGC. Esto se debe a que muchos de los miembros de ambos grupos (OGC e ISO/TC211) son las mismas personas.

Afortunadamente, no tenéis que conocer hasta el último detalle de un estándar o norma, a menos, claro, que vuestra intención sea la de implementar un componente IDE conforme a alguna de ellas.

2.3. Implicaciones de los estándares en una IDE

Al principio de este apartado comentábamos que en el contexto de una IDE se deben estandarizar todos aquellos elementos que intervienen en la compartición de datos: la descripción de los metadatos para datos y servicios, las interfaces de los servicios geográficos y los formatos de intercambios de datos entre clientes y servidores. Esta sección se centra en algunas de las normas ISO/TC211 y especificaciones OGC más relevantes para la estandarización de estos tres elementos aplicados al ámbito de una IDE.

En la categoría de metadatos de datos y servicios, son relevantes para una IDE las siguientes normas internacionales ISO y especificaciones OGC:

- La norma **ISO 19115 – Metadatos**, para los metadatos de datos geográficos, que veremos en el apartado “Metadatos”.
- La norma **ISO 19139 – Esquema de implementación XML**, proporciona la estructura del modelo de metadatos descrito por la ISO 19115.
- La norma **ISO 19119 – Servicios**, para los metadatos de servicios geográficos.
- La especificación de implementación para **Servicios de catálogo** (OpenGIS Catalogue Service Implementation Specification), define la interfaz de un servicio de búsqueda de metadatos. Aunque se trata de un servicio, su relación es tan directa con los metadatos que por lógica debe tener un sitio en el capítulo dedicado a los metadatos.

Otro aspecto crucial que posibilita la interoperabilidad en una IDE es la estandarización de interfaces de servicios. En el apartado “servicios OGC” estudiaremos con más detalle las siguientes especificaciones de servicios:

- La especificación de implementación para **Servicios web de mapas** (OpenGIS Specification Web Map Service Implementation), que tiene su equivalente en la norma internacional ISO 19128 – Interfaz de servidor web de mapas.
- La especificación de implementación para **Servicios web de características** (OpenGIS Specification Web Feature Service Implementation), que actualmente se encuentra como borrador de estándar internacional (Draft International Standards - DIS) con el código ISO/DIS 19142 – Interfaz de servicio web de características.
- La especificación de implementación para **Servicios web de coberturas** (OpenGIS Specification Web Coverage service Implementation Specification).
- La especificación de implementación para **Servicios de transformación de coordenadas** (OpenGIS Coordinate Transformation Service Implementation Specification).
- La especificación para **Servicios web de procesamiento** (OpenGIS Web Processing Service Interface Standard).

La estandarización en el intercambio de información entre los servicios y las aplicaciones cliente y servidor viene especificada por la norma internacional **ISO 19136 – Lenguaje de marcado geográfico** (Geography Markup Language).

ge), previamente desarrollada como especificación OGC. El lenguaje GML es el formato estándar para la representación y el intercambio de datos vectoriales utilizado ampliamente por algunos servicios de información geográfica.

Este apartado también intenta transmitir un mensaje tranquilizador en cuanto al uso de las normas. Aunque las organizaciones de normalización han creado y publicado multitud de documentos de normas y especificaciones relativas a la información geográfica, en el ámbito de una IDE se baraja una cantidad reducida de especificaciones, casi todas referidas al modo de documentar los recursos geográficos (apartado “Metadatos”) y, en gran medida, a la definición de interfaces de servicios (apartado “Servicios OGC”), es decir, reglas para facilitar la colaboración entre las diferentes partes interesadas dentro de la IDE.

Resumen

Uno de los objetivos de la IDE es poder compartir datos e información geográfica que está dispersa en Internet con el objetivo de visualizarla o utilizarla adecuadamente. Esto implica que los servicios, los servidores y las aplicaciones clientes se entiendan entre sí (protocolos de comunicación compartidos) para que los datos, servicios y recursos de una IDE puedan ser utilizados, combinados y compartidos.

Los documentos de especificaciones OGC y las normas internacionales ISO/TC211 actúan como guías para ayudar al personal técnico en la creación y la conexión de componentes de una IDE de manera interoperable. De nuevo, la clave para maximizar la interoperabilidad es el concepto de **interfaz***: permitir la innovación sin límite dentro de un componente o servicio, pero, al mismo tiempo, mantener estabilidad (homogeneidad) en la interacción con otros componentes (servicios, clientes, agentes, etc.) mediante el uso de estándares, especificaciones y recomendaciones internacionales.

Por lo tanto, el papel fundamental que desempeñan los estándares es asegurar que los componentes de una IDE sean lo suficientemente flexibles para adaptarse a las continuas innovaciones tecnológicas, pero manteniendo al mismo tiempo la capacidad de comunicarse entre ellos con interfaces estándares.

* Las interfaces definen las reglas que permiten la conexión entre sistemas, como hemos visto en el apartado “Estándares de jure y de facto”.

3. Metadato

En el ámbito de una IDE, los metadatos son fundamentales tanto para los proveedores de datos como para los consumidores:

- Los proveedores los utilizan para describir las características de sus colecciones de datos geográficos.
- Los usuarios los necesitan para descubrir datos que satisfagan sus necesidades y sepan cómo acceder y explotarlos de manera eficaz.

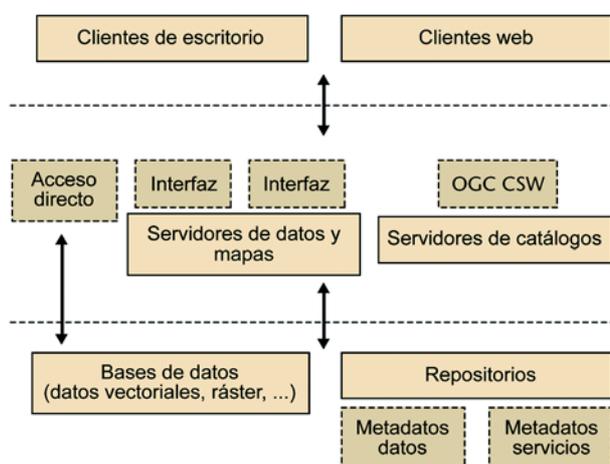


Figura 7. Uso de los metadatos en una IDE

La figura 7 muestra una adaptación de la arquitectura conceptual de una IDE (figura 3) en la que aparecen resaltados los elementos que vamos a tratar en este apartado:

- Los metadatos, encargados de describir datos y servicios geográficos.
- La especificación del servicio de catálogo de metadatos, para la búsqueda y el acceso a datos geográficos.

3.1. Ejemplo de catálogo de metadatos

Qué mejor manera de conocer la utilidad de los metadatos que con un ejemplo real de servicio de catálogo de una IDE. Este apartado presenta un servicio de catálogo en línea que utilizan los usuarios para buscar y acceder a metadatos y datos geográficos.

Para poder trabajar este ejemplo, únicamente necesitáis un navegador para interactuar con el catálogo, ya que se trata de una aplicación web accesible a

través de Internet. Sin embargo, las “tripas” de un servicio de catálogo son un poco más complejas, como veréis en los siguientes tres apartados: “Metadatos por doquier”, “Servicio de catálogo” (teórico) y “Servicio de catálogo” (práctico).

En el mundo SIG es habitual encontrar aplicaciones de tipo geoportal, es decir, portales web con una interfaz de usuario fácil de usar, que son una puerta de acceso a todos los servicios geográficos que aglutina una IDE. En particular, vamos a ver el geoportal de la IDEC (IDE regional de Cataluña) como ejemplo de servicio de catálogo de metadatos integrado en un geoportal. Tenéis disponible un listado de servicios de catálogo en el ámbito nacional en la siguiente dirección:

<http://www.idee.es/CatalogoServicios/cat2/indexCSW.html>.

3.1.1. Búsqueda de metadatos

Lo primero que debéis hacer es ir a la dirección web del geoportal de la IDEC (www.geoportal-idec.net), desde donde podéis acceder a todos los datos, los servicios y la documentación interesante que ofrece la IDEC.

La figura 8 muestra la página de inicio del geoportal IDEC. Desde esta página web, seleccionáis en la parte izquierda el enlace “Catálogo” (el idioma por defecto es catalán, pero se ha cambiado a castellano mediante la selección del icono de idioma correspondiente de la parte superior derecha) para ir directamente al cliente de servicio de catálogo de metadatos.



Figura 8. Geoportal del IDEC

Lecturas complementarias

Para saber más sobre el papel de los geoportales en las IDE podéis leer:

Maguire, Longley (2005). *The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures.*

Bernard y otros (2005). *The European geoportal-one step towards the establishment of a European Spatial Data Infrastructure.*

Para comprobar la funcionalidad del catálogo, vamos a imaginar que sois usuarios interesados en datos medioambientales. En concreto, necesitáis buscar conjuntos de datos que tengan que ver con espacios naturales. Una vez situados en la página de inicio para la búsqueda de datos del catálogo (figura 9), lo primero que llama la atención es la interfaz de usuario: una interfaz de búsqueda tipo formulario, habitual en aplicaciones web, muy intuitiva para el usuario final.

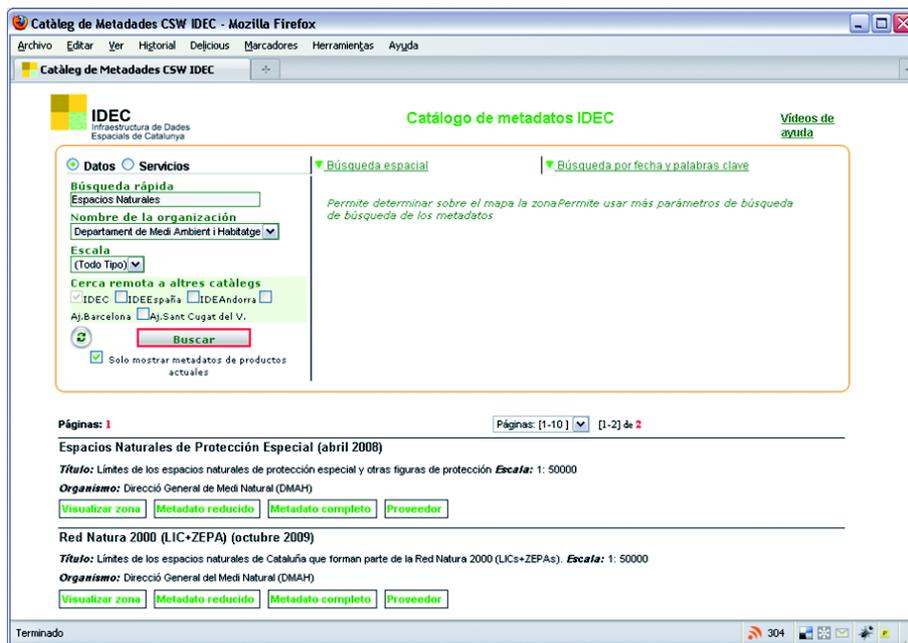


Figura 9. Interfaz de búsqueda del servicio e catálogo del IDEC

Para realizar una consulta contra el catálogo, basta con utilizar la interfaz de usuario de búsqueda en la parte izquierda de la figura 9. En primer lugar, debéis introducir el texto “espacios naturales” en el cuadro de texto etiquetado como “Búsqueda rápida”. Además, podéis seleccionar la organización “Departament de Medi Ambient i Habitatge” (Departamento de Medio Ambiente y Vivienda) de la lista etiquetada como “Nombre de la organización”. En este caso estáis creando una búsqueda específica, con varios criterios, para recuperar los datos geográficos sobre espacios naturales proporcionados únicamente por el Departamento de Medio Ambiente y Vivienda.

Al presionar el botón “Buscar”, de manera totalmente transparente, estáis realizando una petición de consulta de metadatos con las restricciones anteriores. El servicio de catálogo recoge la petición y realiza la consulta contra su repositorio de metadatos interno o local. Una vez obtenida la lista de resultados, el servicio de catálogo los muestra al usuario tal como aparece en la parte inferior de la figura 9.

3.1.2. Acceso a metadatos

Finalmente, tan sólo queda seleccionar el enlace “Metadatos completo” del primer registro devuelto (“Espacios Naturales de Protección Especial”) en la

parte inferior de la figura 9 para acceder e inspeccionar el conjunto de metadatos correspondiente.

La figura 10 muestra el registro completo de metadatos en formato de página web, mucho más comprensible e interpretable para el usuario final, para el conjunto de datos en cuestión. Internamente, esta acción se traduce en una serie de operaciones que realiza la aplicación cliente contra el servicio de catálogo de metadatos.

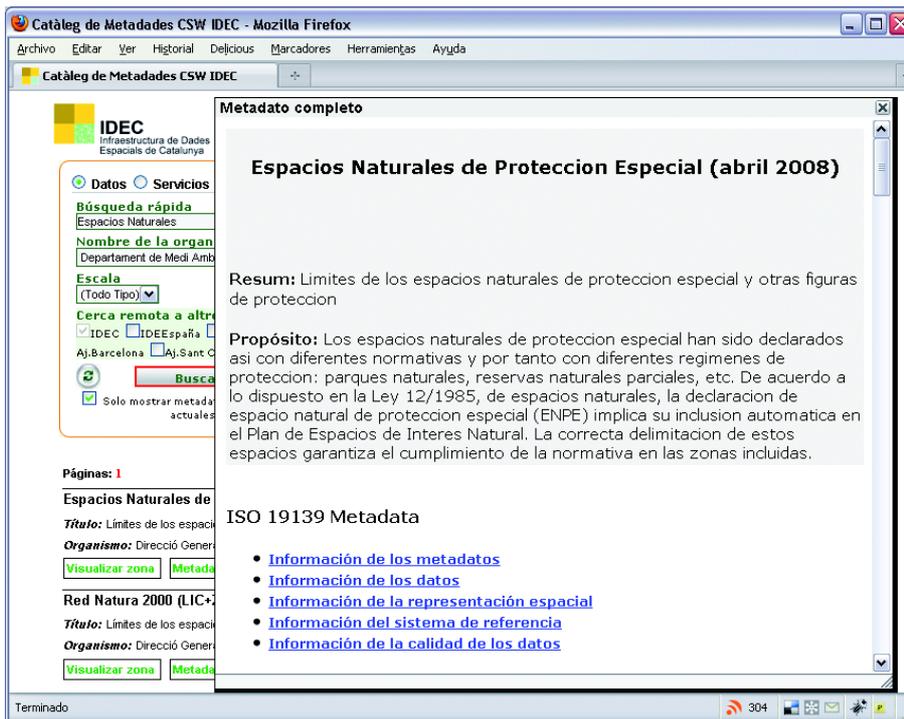


Figura 10. Acceso y visualización de un registro de metadatos

Con un par de clics habéis sido capaces de interactuar con un servicio de catálogo de metadatos para realizar dos tareas básicas:

1) En primer lugar, habéis consultado el catálogo de metadatos para **buscar o descubrir** datos de interés.

2) En segundo lugar, habéis visualizado el registro completo de metadatos para tener **acceso** a toda la información asociada al dato geográfico en cuestión.

Éstos son los beneficios detrás de una IDE: facilitar la compartición y el acceso a datos geográficos, a los usuarios en un entorno distribuido como la Web.

En los siguientes apartados veremos los aspectos teóricos y técnicos de los metadatos y del servicio de catálogo de metadatos que hacen posible aplicaciones web como la de la IDEC.

3.2. Metadatos por doquier

Todos los que estamos involucrados en el mundo de los SIG utilizamos metadatos todos los días. Las bases de datos se denominan *diccionarios de datos* por las descripciones de las entidades y clases, los programas de software contienen comentarios entre las líneas de código y las imágenes de satélite contienen los llamados *archivos de cabecera* para explicar cómo procesar o visualizar dichas imagen. Todos estos ejemplos hacen uso de los metadatos, que es información adicional (como por ejemplo las cabeceras de ficheros de imágenes satélite) que ayuda a comprender mejor el dato asociado (imagen satélite).

En realidad, cualquier persona utiliza metadatos diariamente. Por ejemplo, al leer el número de calorías o la cantidad de sal en la etiqueta de los alimentos, al comparar datos de rendimiento de dos coches (o dos ordenadores) en una revista, al buscar un libro en el catálogo de la biblioteca o al consultar la tabla periódica*.

* tablaperiodica.educaplus.org

Los metadatos son la información que describe el contenido, la calidad, el formato y otras tantas características asociadas a un objeto o producto del mundo real.

3.2.1. Objetos, recursos y metadatos

La definición por excelencia de metadatos es “datos acerca de los datos” o, más específicamente, “datos que describen los atributos de un objeto o recurso”. Esta definición requiere, en primer lugar, diferenciar claramente entre objetos, recursos y metadatos:

- Los objetos son entidades del mundo real, tal como nosotros los vemos: un libro, un coche o un bote de sal son objetos de nuestra realidad, que podemos ver y tocar.
- Los recursos hacen referencia a objetos del mundo real. Un fichero digital con el texto de un libro es un recurso que hace referencia al objeto libro. La diferencia fundamental radica en que un recurso es una abstracción de un objeto del mundo real en formato digital, que podemos manipular, compartir, archivar y procesar mediante herramientas informáticas.
- Los metadatos son descripciones asociadas tanto a recursos como a objetos que aportan información adicional sobre ellos.

Fijémonos en la figura 11. Supongamos que os encontráis en una biblioteca para consultar un libro. Podéis intentar encontrarlo recorriendo todos los pasillos o podéis utilizar la aplicación de consulta del catálogo de la biblioteca

para introducir, por ejemplo, el año de publicación del libro o el nombre del primer autor (**metadatos**). En cuestión de segundos el catálogo os devuelve el identificador único para poder localizar dicho libro (**objeto**) rápidamente.

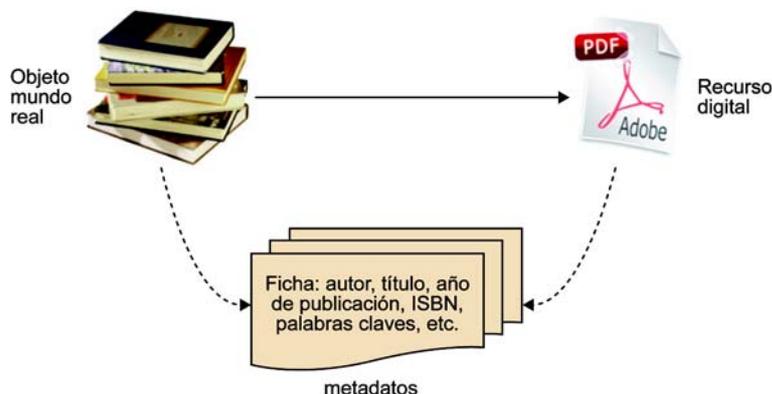


Figura 11. Objetos, recursos y metadatos

Con las versiones digitales (**recursos**) de los libros ocurre exactamente lo mismo. Realizar búsquedas por año, autor, temática o título entre centenares de ficheros digitales resulta una tarea sencilla.

Por lo tanto, los metadatos constituyen un mecanismo para caracterizar objetos y recursos de modo que los usuarios puedan localizarlos y acceder a ellos de manera más fácil y eficiente. Dan respuesta a preguntas del tipo *qué* (título del libro), *cuándo* (fecha de publicación) o *quién* (autor del libro). Pero los metadatos únicamente son útiles si realmente ayudan a comprender mejor el objeto que describen: ¿podríais encontrar un libro si únicamente tuviérais como metadato el color de la carátula?

Antes de pasar al siguiente apartado sobre metadatos geográficos, os presentamos una definición de metadato mucho más elocuente que la de “datos sobre datos” introducida anteriormente:

“Los metadatos son información documentada que, mediante el uso de herramientas y tecnologías de la información, mejoran la comprensión y el entendimiento de los datos, procesos y recursos asociados que describen”.

R. S. Seiner (2000). *Questions metadata can answer*

De la definición de Seiner cabe destacar que el uso de los metadatos resulta todavía más eficaz cuando se combina con tecnologías de la información. La consulta, el almacenamiento y la gestión de metadatos mediante herramientas software facilita aún más el descubrimiento, el acceso y la comprensión de los objetos y recursos.

3.2.2. Recursos y metadatos geográficos

Ya sabemos que los SIG permiten gestionar información geográfica. Por ejemplo, los diferentes tipos de suelo de una región determinada se representan

como una capa ráster en una aplicación SIG, donde cada celda de la capa tiene asignada una categoría de tipo de suelo. Lo que realmente estamos haciendo es modelar (abstraer) objetos geográficos del mundo real como un conjunto de recursos digitales, normalmente en formato vectorial y ráster, que pueden ser procesados por los SIG.

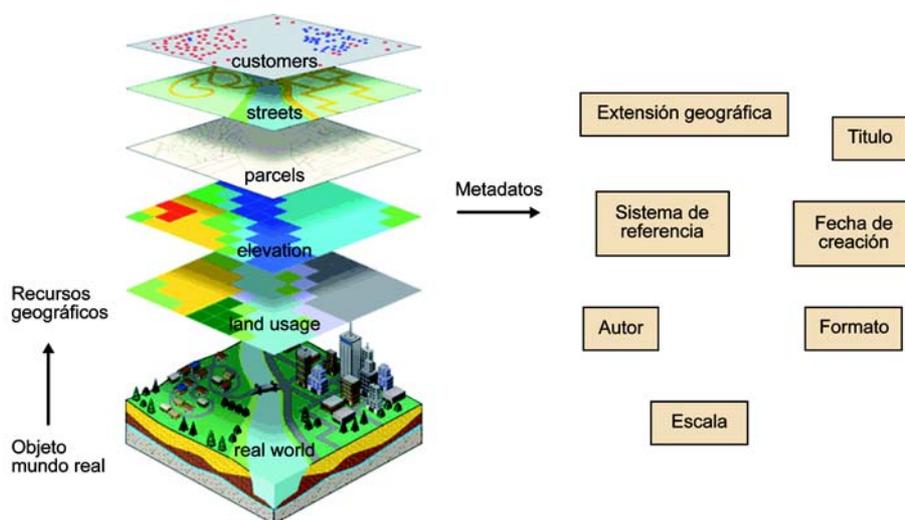


Figura 12. Objetos, recursos y metadatos geográficos

La parte izquierda de la figura 12 ilustra este proceso de abstracción, en el que objetos geográficos en el mundo real se representan como un conjunto de mapas, en el que cada uno muestra una característica (carreteras, elevación, cobertura de suelo, parcelas, etc.) de una región determinada. Cada uno de estos mapas temáticos por separado se conoce como *capa* o *cobertura*, y está generalizado como un recurso geográfico en formato digital.

Del mismo modo que los libros tienen metadatos asociados, la idea de metadatos también es aplicable al contexto geográfico. Cuando utilizáis un mapa de carreteras, seguro que tenéis en cuenta la leyenda del mapa para saber el tipo de carretera que vais a tomar o para calcular la distancia al destino. Pues bien, la leyenda de un mapa es una representación de los metadatos, que contiene información sobre el editor del mapa, la fecha de publicación, el tipo de mapa, su descripción, las referencias espaciales, su escala y su exactitud, entre otras tantas cosas.

Los recursos geográficos en formato digital también tienen metadatos asociados. La parte derecha de la figura 12 ilustra esta relación entre recursos y metadatos geográficos, que básicamente son una serie de términos que documentan un dato geográfico. En definitiva, cuando los recursos (datos) geográficos poseen el contexto que los hace comprensibles mediante el uso de los metadatos, entonces se convierten en información valiosa y útil para el usuario.

Los metadatos geográficos contienen diferentes niveles de información según el propósito concreto que persiguen. Nebert sugiere los siguientes tres usos:

- **Metadatos de descubrimiento.** Permiten describir la naturaleza y el contenido de un recurso. Estos elementos suelen responder a las preguntas de: qué (título y descripción del recurso), cuándo (fecha de creación de los datos, períodos de actualización, etc.), quién (origen y proveedor de los datos, a quién van dirigidos, etc.), dónde (extensión geográfica, etc.) y cómo (modo de obtención de los datos, formatos, etc.).
- **Metadatos de exploración.** Proporcionan la información necesaria para verificar que los datos se ajustan al propósito deseado. Una vez realizada la búsqueda, ofrecen más detalles para comprobar si los datos son idóneos para el problema que se intenta resolver.
- **Metadatos de explotación.** Incluyen aquellas descripciones necesarias para acceder, transferir, cargar, interpretar y utilizar los datos en la aplicación final. Ayudan a los usuarios a utilizar y explotar los datos de manera más eficaz y eficiente.

Ya conocéis el concepto de metadatos y los beneficios que aportan: los metadatos ayudan a los usuarios a encontrar los datos geográficos que necesitan y a determinar cómo utilizarlos mejor. Veamos qué papel juegan en una IDE.

3.2.3. Metadatos en IDE

Los metadatos facilitan el descubrimiento, la exploración y la explotación de los recursos geográficos. Por este motivo, la creación, el uso y la gestión de metadatos es una cuestión de vital importancia en una IDE. Se trata simplemente de una buena práctica: la adecuada documentación de los recursos geográficos los hace mucho más fáciles de entender, organizar y clasificar para finalmente compartirlos o venderlos en el mercado.

La figura 13 muestra los principales actores que intervienen en la gestión de metadatos en una IDE:

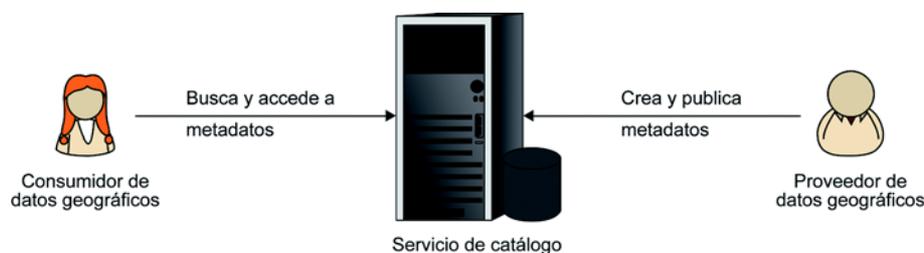


Figura 13. Actores y roles en la gestión de metadatos en una IDE

Los proveedores de datos geográficos (cualquier persona u organización que esté dispuesta a compartir los datos) documentan sus datos adecuadamente para que los consumidores puedan descubrirlos y acceder a los datos correspondientes. Sin embargo, desde el punto de vista de un cliente o consumidor,

Referencia bibliográfica

D. Nebert (ed.) (2004). *Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook, Version 2.0.*

Lectura complementaria

Nogueras-Iso y otros (2005). *Geographic Information Metadata for Spatial Data Infrastructures.* Springer.

la pregunta es la siguiente: ¿cómo podemos encontrar (descubrir) los datos geográficos mejores, más adecuados y actualizados hasta la fecha? La respuesta está en el **servicio de catálogo de metadatos** de una IDE. La parte central de la figura 13 muestra cómo el servicio de catálogo de metadatos conecta proveedores y consumidores. Los proveedores publican los metadatos en el catálogo, mientras que los consumidores buscan metadatos mediante el catálogo. El servicio de catálogo de metadatos se convierte así en una pieza básica en una IDE.

3.3. Servicio de catálogo (teórico)

Este apartado es un resumen de los aspectos más importantes de la especificación OGC de servicios de catálogo (abreviado como OGC CSW de *Catalogue Service for Web*) para la búsqueda y recuperación de metadatos de datos y servicios geográficos.

Lectura complementaria

Nebert y otros (2007).
OpenGIS Catalogue Services Specification.

La figura 14 representa los tres elementos básicos que forman un servicio de catálogo genérico:

- La semántica de un catálogo (como el modelo de información, sus interfaces, etc.) viene definida por el **modelo de referencia**, el corazón de la especificación.
- La fase de implementación requiere una correspondencia entre el modelo de referencia y los **protocolos de conexión** concretos.
- El servicio de catálogo se materializa mediante un protocolo de conexión que utiliza un esquema o modelo de datos concreto, lo que se denomina **perfil de aplicación**, para la definición del repositorio de metadatos.

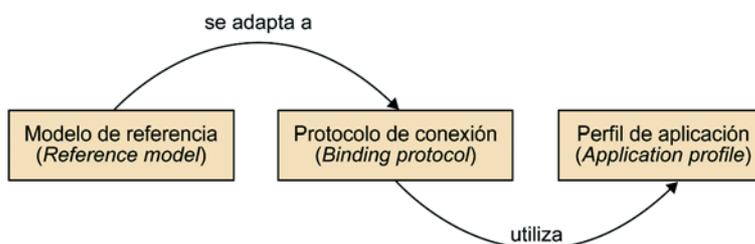


Figura 14. Elementos de un servicio de catálogo genérico

3.3.1. Modelo de referencia

El modelo de referencia define un marco genérico para las implementaciones de servicios de catálogos. En tanto que **modelo**, describe el comportamiento y la funcionalidad de un servicio de catálogo. En tanto que **referencia**, no está atado a ninguna especificación, norma, protocolo o lenguaje de programación concreto: es independiente de la implementación. Por este motivo, la especi-

ficación OGC CSW obvia cualquier dependencia respecto a una tecnología concreta, lo que dificulta en ocasiones su lectura debido a la falta de ejemplos concretos y prácticos.

La figura 15 representa los elementos que dan forma al modelo de referencia:

- El modelo de información (*information model*).
- El lenguaje de consulta (*query language*).
- La interfaz del servicio (*service interface*).

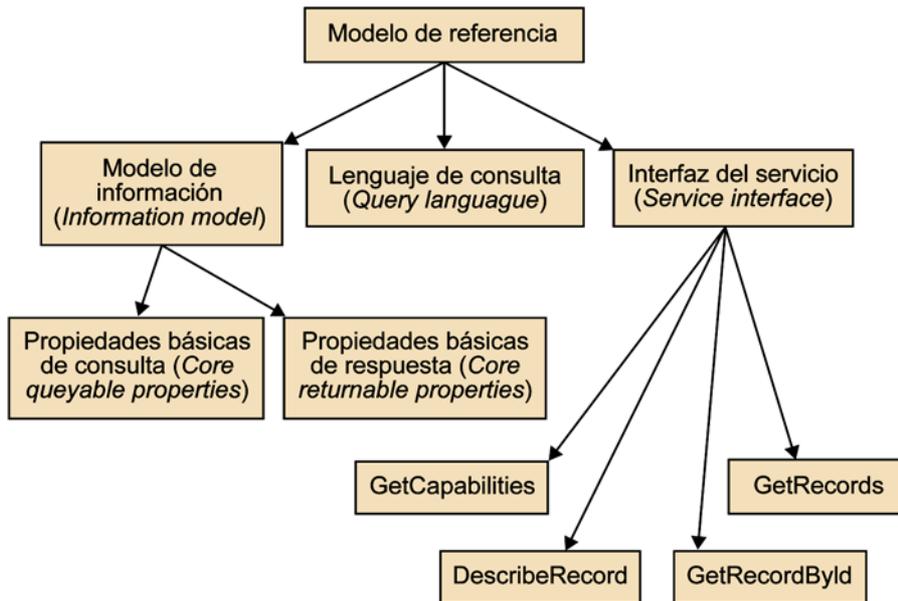


Figura 15. Elementos del modelo de referencia del servicio de catálogo OGC

Veamos a continuación cada elemento con más detalle.

Modelo de información

El modelo de información define un conjunto de términos, o vocabulario básico, para las peticiones y las respuestas de búsqueda que cualquier servicio de catálogo debe soportar.

Este vocabulario contiene un conjunto de propiedades básicas de consulta (*core queryable properties*) y un conjunto de propiedades básicas de respuesta (*core returnable properties*). Cualquier servicio de catálogo puede atender peticiones de búsqueda basadas en las **propiedades de consulta**. Cualquier servicio de catálogo puede devolver los resultados de una búsqueda mediante las **propiedades de respuesta**. El objetivo de estas propiedades es fomentar la interoperabilidad en las consultas. Cualquier catálogo sabe interpretar estos dos conjunto de términos:

- Propiedades básicas de consulta:
 - *Subject* (asunto). Palabras clave del contenido del recurso.
 - *Title* (título). Nombre del recurso.
 - *Abstract* (resumen). Resumen del contenido del recurso.
 - *Format* (formato). Formato digital en el que está almacenado el recurso.

- *Identifier* (identificador). Identificador del registro de metadatos en el repositorio.
 - *Modified* (modificado). Fecha de creación o actualización del registro.
 - *Type* (tipo). Categoría del contenido del recurso.
 - *BoundingBox* (ventana espacial). Área geográfica de interés expresada como un par de coordenadas.
 - CRS (SRC). Sistema de referencia de coordenadas para la propiedad *BoundingBox*.
 - *Association* (relación). Relación con otros recursos.
- Propiedades básicas de respuesta:
 - *Title* (título). Nombre del recurso.
 - *Creator* (proveedor). Entidad productora del contenido.
 - *Subject* (asunto). Palabras clave del contenido del recurso.
 - *Description* (resumen). Resumen del contenido del recurso.
 - *Publisher* (distribuidor). Entidad que hace accesible el recurso.
 - *Contributor* (contribuciones). Entidad que hace contribuciones al recurso.
 - *Date* (fecha). Fecha de creación o actualización del registro.
 - *Type* (tipo). Categoría del contenido del recurso.
 - *Format* (formato). Formato digital en el que está almacenado el recurso.
 - *Identifier* (identificador). Identificador del registro de metadatos en el repositorio.
 - *Source* (fuente). Referencia al recurso.
 - *Language* (idioma). Idioma del registro de metadatos.
 - *Relation* (relación). Relación con otros recursos.
 - *Coverage* (ventana espacial). Área geográfica de interés expresada como un par de coordenadas.
 - *Rights* (derechos). Derechos de autor relacionados con el recurso.

Ejemplo para la propiedad *BoundingBox*

La propiedad de consulta *BoundingBox* representa una extensión o ventana espacial. Este mismo concepto, sin embargo, viene representado por la propiedad *Coverage*, interpretada como la ventana espacial en el contexto de los metadatos de datos geoespaciales y servicios.

Por ejemplo, una petición de búsqueda sobre datos hidrográficos (*subject*) en una extensión concreta (*boundingbox*), devolvería el conjunto de metadatos asociados a los datos sobre la temática pedida y que cubren (*coverage*) dicha extensión geográfica.

Muchas de las propiedades de ambas listas están inspiradas en el conjunto de elementos de metadatos Dublin Core*, abreviado DC, (www.dublincore.org), que son un conjunto mínimo de metadatos de propósito general; es decir, descripciones válidas para cualquier tipo de recurso independientemente de su formato, área de especialización u origen cultural.

Para conseguir este ambicioso fin sólo hay un camino: simplicidad. DC está formado por, escasamente, 20 elementos, simples e intuitivos, como por ejemplo “título” o “autor”, que son descriptores comunes a la inmensa mayoría de los recursos. Esto ha llevado a adoptar el conjunto de metadatos DC como núcleo común para la descripción de los recursos de muchas comunidades distintas (librerías digitales, recursos web, SIG, etc.).

Desde abril del 2003, DC también tiene carácter de norma internacional, ISO 15836:2003 (ISO, 2003b). Parece bastante lógico, entonces, que el núcleo básico de propiedades de consulta y de respuesta para todo servicio de catálogo OGC tenga como referencia la norma ISO que define los elementos Dublin

* Su nombre proviene de la ciudad de Dublín, pero no de Irlanda, sino del estado de Ohio (EE. UU.), donde se celebró la primera conferencia sobre estos metadatos hace ya algún tiempo.
www.dublincore.org

Core, aunque no se mencione explícitamente en la especificación por su carácter abstracto, no ligado a ninguna norma.

Lenguaje de consulta

Del mismo modo que existe un conjunto básico de propiedades de consulta y de respuesta, la especificación OGC CSW también ofrece un conjunto de operaciones de consulta básica (*query language*). El objetivo es otra vez ofrecer el máximo de interoperabilidad entre implementaciones de servicios de catálogo, de modo que se asegure un lenguaje de consulta común para clientes y servidores.

El lenguaje de consulta describe de manera abstracta un conjunto de operaciones que funcionan como las cláusulas *WHERE* de las sentencias SQL (Structured Query Language). Algunas operaciones son por ejemplo los predicados booleanos para comparaciones lógicas (mayor que, menor que, igual, etc.), operaciones sobre cadenas de textos y, sobre todo, operaciones espaciales y temporales.

Profundizar en el lenguaje de consulta se escapa del contenido de este apartado; sin embargo, resulta interesante que sepáis algunas operaciones espaciales típicas que aparecen definidas en la especificación. Se trata de operaciones topológicas* entre geometrías, como por ejemplo:

- *contains* (contiene), indica si una geometría está completamente contenida espacialmente en otra. Por ejemplo, identificar las farmacias (puntos de interés) contenidas en una área concreta (polígono);
- *touches* (toca), comprueba si dos geometrías comparten al menos un punto. Por ejemplo, identificar parcelas colindantes;
- *crosses* (cruza), comprueba si una geometría (por ejemplo, una línea) cruza otra geometría (por ejemplo, un polígono). Por ejemplo, trazar carreteras que crucen cierta extensión geográfica.

* Las operaciones topológicas son las relaciones espaciales que existen entre objetos geográficos o geometrías, normalmente representados como puntos, líneas y polígonos. Se basan en métodos matemáticos.

Interfaz del servicio

La interfaz del servicio es la cara más visible para las aplicaciones cliente porque indica qué operaciones ofrece un servicio de catálogo. Tanto desde el punto de vista del usuario como desde el del programador de aplicaciones cliente que utilicen servicios de catálogo OGC, es necesario conocer perfectamente cómo interactuar con un catálogo. Esto es, justamente, lo que proporciona la interfaz pública o externa del servicio.

La interfaz del servicio OGC CSW permite el descubrimiento, el acceso, el mantenimiento y la organización del catálogo por medio de operaciones. La

especificación define cada una de estas operaciones en el ámbito de signatura funcional: proporciona el nombre de la operación y su semántica, así como el conjunto de parámetros de entrada y salida junto con el significado de cada uno de ellos.

En total, OGC CSW define siete operaciones (interfaces del servicio) entre obligatorias y opcionales:

- Obligatorias:
 - GetCapabilities.
 - DescribeRecord.
 - GetRecords.
 - *GetRecordById*.
- Opcionales:
 - GetDomain.
 - HarvestRecords.
 - Transaction.

En esta sección nos centraremos exclusivamente en las operaciones obligatorias que ofrece un servicio de catálogo (figura 15).

- *GetCapabilities*. Obtiene los metadatos que describen de manera general los contenidos y las capacidades de un servicio de catálogo OGC CSW. Esta operación es común a todas las interfaces de servicios OGC, por lo que está presente en todos los servicios geográficos que veréis en el capítulo “Servicios OGC”. Aunque la interfaz y la semántica es la misma, la respuesta de la operación *GetCapabilities* variará según el tipo de servicio.

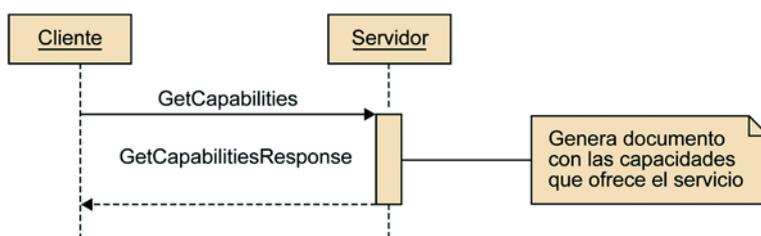


Figura 16. Diagrama de secuencia para la operación *GetCapabilities*.

En la figura 16 tenéis el diagrama de secuencia de la operación *GetCapabilities*.

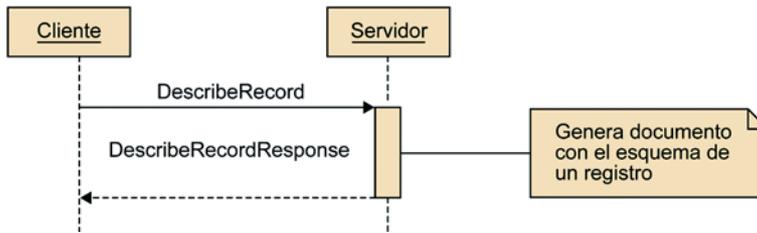
La aplicación cliente realiza una petición *GetCapabilities* y el servidor genera como respuesta un documento *GetCapabilitiesResponse* con información general de la institución que ofrece el servicio y las operaciones disponibles.

- *DescribeRecord*. Permite que una aplicación cliente consulte el modelo de información de los metadatos ofrecidos mediante el servicio de catálogo. Esta operación informa de la estructura o el esquema interno utilizado para un registro del repositorio de metadatos, que conoceréis en la sección “Perfiles de aplicación”.

Aviso

La especificación no dice cómo se deben implementar dichas operaciones ni tampoco obliga a utilizar determinados protocolos de conexión para la comunicación entre cliente y servidor.

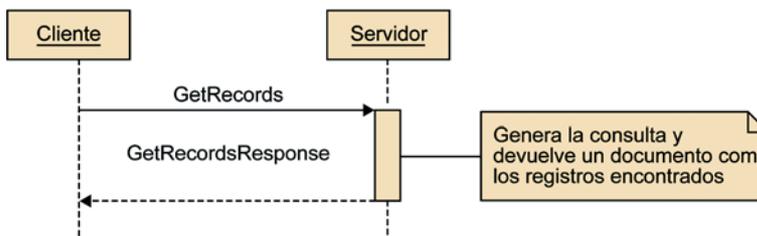
Un diagrama de secuencia representa las interacciones entre objetos de un sistema a través del tiempo.

Figura 17. Diagrama de secuencia para la operación *DescribeRecord*

En la figura 17 tenéis el diagrama de secuencia de la operación *DescribeRecord*.

La aplicación cliente realiza una petición *DescribeRecord* y el servidor devuelve el tipo de registro en términos del esquema utilizado para estructurar un registro de metadatos.

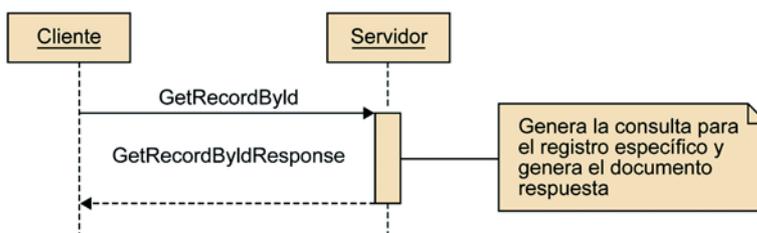
- *GetRecords*. Devuelve el conjunto de registros de metadatos que cumplen las restricciones de la consulta especificada por un cliente. Esta operación es la operación de búsqueda típica, en la que se pueden incluir todas las restricciones o los filtros soportados por el lenguaje de consulta.

Figura 18. Diagrama de secuencia para la operación *GetRecords*

En la figura 18 tenéis el diagrama de secuencia de la operación *GetRecords*.

La aplicación cliente genera un documento que contiene la petición con las restricciones o los filtros específicos. La aplicación también puede especificar en la petición si desea una versión completa o abreviada de la lista de registros devueltos. El servidor ejecuta la consulta bien contra su propio repositorio local de metadatos, o bien realizando una búsqueda distribuida a otros servicios de catálogo. Finalmente, el servidor devuelve al cliente los resultados de la consulta empaquetados en un documento de respuesta *GetRecordsResponse*.

- *GetRecordById*. Devuelve un registro completo de metadatos asociado a un identificador determinado. Su semántica es idéntica a una consulta SQL *SELECT* para un registro concreto de una tabla.

Figura 19. Diagrama de secuencia para la operación *GetRecordById*

En la figura 19 tenéis el diagrama de secuencia de la operación *GetRecordById*.

La aplicación cliente, en este caso, especifica el identificador único del registro de metadatos que desea consultar. El servidor entonces realiza la consulta en el repositorio y devuelve únicamente el registro solicitado.

3.3.2. Protocolos de conexión

En el apartado anterior hemos examinado el modelo de referencia de la especificación OGC CSW: el modelo de información, el lenguaje de consulta y la interfaz del servicio. Estos elementos sientan las bases funcionales de un servicio de catálogo genérico, en el sentido de ser totalmente independiente de la implementación. En este apartado y en el próximo veremos algunas cuestiones prácticas necesarias para poner en marcha un servicio de catálogo OGC.

Los protocolos de conexión permiten a una aplicación cliente acceder a servicios de catálogo remotos mediante una red informática. En la figura 14 vimos la relación entre el modelo de referencia y los protocolos de conexión: el modelo de referencia debe adaptarse a las peculiaridades de cada protocolo de conexión. En definitiva, la manera de especificar las propiedades básicas de consulta y respuesta, las operaciones de consulta y las interfaces deben adaptarse a las peculiaridades concretas de cada protocolo de conexión.

La especificación OGC CSW detalla tres protocolos de conexión para acceder remotamente a un servicio de catálogo:

- Information Retrieval Protocol* (Z39.50).
- Common Object Request Broker Architecture** (CORBA/IIOP).
- Hypertext Transfer Protocol*** (HTTP).

Actualmente, los dos primeros protocolos se usan poco, ya que la mayoría de las implementaciones sigue el protocolo HTTP. La Biblioteca del Congreso (The Library of Congress) es la institución encargada del mantenimiento del protocolo Z39.50, cuya función principal es la recuperación de información en el contexto de las bibliotecas digitales.

CORBA/IIOP es un protocolo complejo para una arquitectura distribuida que permite que las aplicaciones cliente y los servidores sean interoperables y se entiendan. CORBA fue la tecnología preferida para aplicaciones distribuidas hasta la aparición de los servicios web****, que utilizan casi exclusivamente HTTP como protocolo de transporte.

HTTP es el protocolo utilizado en la Red. En el contexto del servicio de catálogo, éste es también el protocolo más utilizado para acceder a catálogos distribuidos. La especificación OGC CSW admite tres formas diferentes de empaquetar los mensajes de petición y respuesta para el protocolo HTTP:

- GET-KVP (*key-value pairs*). El empaquetamiento GET-KVP representa una petición HTTP GET contra el servicio de catálogo, que codifica los paráme-

* www.loc.gov/z3950/agency

** www.omg.org

*** www.w3.org/Protocols

**** www.w3.org/standards/webofservices

tros de la petición como una lista parámetro-valor en la propia URL, después del signo de interrogación (?). Cada par parámetro-valor se separa mediante el símbolo de *ampersand* (&). La respuesta del servicio siempre será un documento XML. Por ejemplo, la codificación de una operación *GetCapabilities* quedaría de la siguiente forma (nombre del servidor y servicio inventados):

```
http://servidor.org/servicio?Request=GetCapabilities&Service=CSW.
```

- XML-POST. El empaquetamiento XML-POST realiza una petición HTTP POST contra el catálogo, pero esta vez los parámetros de la petición van empaquetados en un documento XML. Este modo de operar es idéntico al del procesamiento de formularios web. Al presionar el botón de enviar formulario, el navegador realiza una petición HTTP POST contra la URL del servicio encargado de procesar la petición. Los datos del formulario no van codificados en la propia URL del servicio, sino empaquetados en un mensaje aparte. La respuesta del servicio siempre será un documento XML. La figura 20 muestra un ejemplo de mensaje XML para una petición *GetCapabilities* mediante XML-POST.

```
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-15'?>
<csw:GetCapabilities service='CSW?
xmlns:csw="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2"
xmlns="http://www.opengis.net/ows">>
</csw:GetCapabilities>
```

Figura 20. Una petición *GetCapabilities* mediante XML-POST

- SOAP* (*simple object access protocol*). Es una de las especificaciones básicas para los servicios web. Añade explícitamente un envoltorio adicional a los mensajes XML de la petición y respuesta (GET-KVP y XML-POST simplemente hacen uso de los mecanismos propios del protocolo HTTP). La función de este envoltorio es la de servir de contenedor para otras funcionalidades adicionales, como seguridad y cifrado, que no son posibles con la funcionalidad básica que ofrece HTTP. Los mensajes SOAP de petición y respuesta siempre se realizan mediante peticiones HTTP POST. La figura 21 muestra un ejemplo de mensaje XML para una petición *GetCapabilities* mediante SOAP.

```
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-15'?>
<SOAP-ENV:Envelope
xmlns: SOAP-ENV='http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/'
xmlns: SOAP-ENC="http://schemas.xmlsoap.org/soap/encoding/"
<SOAP-ENV:Body>
<csw:GetCapabilities service='CSV?
xmlns:csw="http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2"
xmlns="http://www.opengis.net/ows">>
</csw:GetCapabilities>
</SOAP-ENV:Body>
</SOAP-ENV:Envelope>
```

Figura 21. Una petición *GetCapabilities* mediante SOAP

* www.w3.org/standards/techs/soap

El soporte SOAP en la especificación OGC CSW es un claro guiño de acercamiento (interoperabilidad) a otros tipos de servicios web no geográficos que mayoritariamente utilizan SOAP como mecanismo de empaquetamiento de mensajes de petición y respuesta.

Los protocolos de conexión permiten interactuar con servicios de catálogo remotos y consultar sus metadatos.

3.3.3. Perfiles de aplicación

Siguiendo el esquema de la figura 14 (que volvemos a reproducir aquí por comodidad), en esta sección vamos a introducir los perfiles de aplicación, el tercer elemento de un servicio de catálogo según OGC CSW.

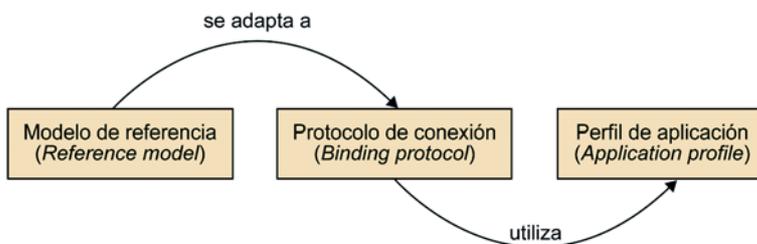


Figura 14. Elementos de un servicio de catálogo genérico

La especificación OGC CSW deja en manos del diseñador del servicio de catálogo la decisión de elegir el esquema o el modelo de información interno del repositorio de metadatos, es decir, la estructura de cada registro de metadatos. Sobre este aspecto existen dos opciones: el modelo ebRIM y el modelo ISO 19115. Para cada uno de estos dos modelos de metadatos, la especificación OGC CSW define un perfil de aplicación concreto. La figura 22 refleja la relación entre el modelo de metadatos y los perfiles de aplicación.

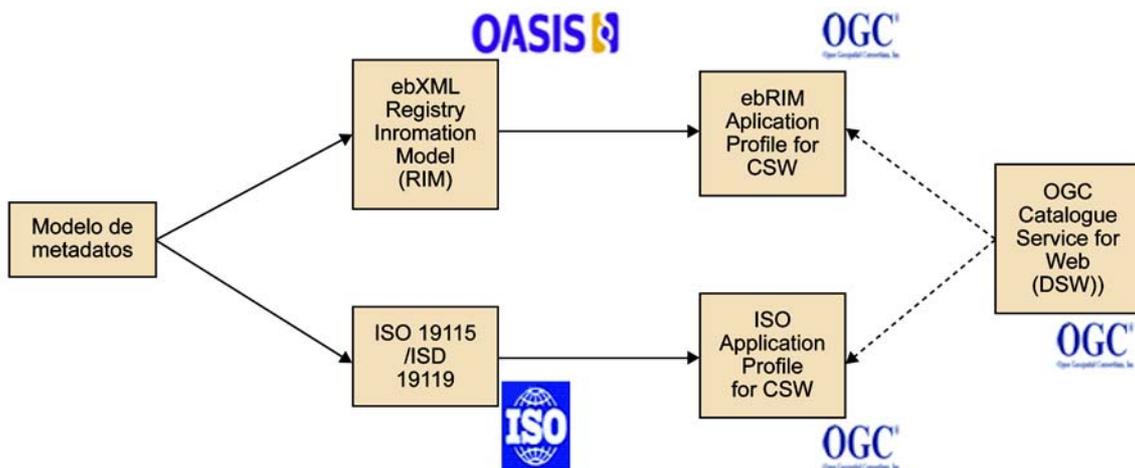


Figura 22. Perfiles de aplicación para el servicio de catálogo

Los perfiles de aplicación permiten corresponder la estructura interna de un registro de metadatos con las propiedades básicas de consulta y respuesta. Como los modelos eBRIM e ISO tienen estructuras distintas, los perfiles de aplicación indican la correspondencia entre cada una de estas propiedades básicas con un determinado elemento XML del registro de metadatos interno. De esta manera, un usuario puede realizar una consulta para recuperar los registros de metadatos cuyo *Title* (propiedad básica) contenga la palabra *medio ambiente*, sin necesidad de conocer el modelo interno de metadatos utilizado por el catálogo y el descriptor interno utilizado para almacenar el valor del título.

El perfil de aplicación, junto con un determinado protocolo de conexión, enlaza el modelo de referencia genérico a un modelo concreto de metadatos, bien el eBRIM, bien el ISO 19115.

Perfil eBRIM (ebXML Registry Information Model)

La parte superior de la figura 22 refleja la relación entre el modelo eBRIM definido por la Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS*) y el perfil de aplicación eBRIM de OGC.

eBRIM define un modelo de registro de metadatos flexible capaz de adaptarse a cualquier estructura o esquema de metadatos y mecanismos para extender el modelo de registro con nuevos descriptores. La extensibilidad del modelo proporciona flexibilidad a la hora de acomodar metadatos de distintos dominios de aplicación, pero también añade complejidad al modelo. Sin embargo, OGC ha decidido tenerlo en consideración por su amplia adopción en otros contextos tan críticos como el comercio electrónico.

Por lo tanto, si un diseñador de un servicio de catálogo decide utilizar eBRIM como modelo para describir los metadatos, deberá aplicar el perfil de aplicación eBRIM para servicios de catálogos de OGC.

Curiosidad

La propiedad básica de consulta *Title* se corresponde con la siguiente estructura de un registro eBRIM:

RegistryObject/Name/LocalizedString/@value.

Del mismo modo, los mensajes de entrada y salida de las operaciones se adaptan a los tipos de datos definidos por el modelo eBRIM.

Un perfil de aplicación implica ajustar el modelo de referencia del servicio de catálogo OGC a un esquema, una estructura y unos tipos de datos concretos.

Lecturas complementarias

Green y Bossomaier (2002). *Online GIS and Spatial Metadata* (revisión de los modelos de metadatos geográficos).

Méndez-Rodríguez (2002). *Metadatos y recuperación de información* (metadatos en general).

Nogueras-Iso y otros (2005). *Geographic Information Metadata for Spatial Data Infrastructures* (revisión de los modelos de metadatos geográficos).

* www.oasis-open.org

Referencia bibliográfica

Martell, R. (ed.) (2009). *CSW-eBRIM Registry Service-Part 1: eBRIM profile of CSW*

Básicamente, este documento especifica una serie de correspondencias entre el modelo de referencia del OGC CSW y el modelo interno en eBRIM.

Perfil ISO

El flujo de información inferior de la figura 22 muestra el perfil de aplicación para un OGC CSW basado en el modelo de metadatos ISO 19115/19119. El comité técnico ISO/TC211 se encargó de la creación y publicación de la norma internacional ISO 19115:2003 (ISO, 2003a) para los metadatos de información geográfica. Esta norma tardó aproximadamente ocho años en desarrollarse (en 1996 ya se disponía de un primer borrador), lo que constituye un buen ejemplo de lo costoso que puede llegar a ser el proceso de creación de una norma en el marco de ISO, que a su vez da una idea de la importancia que se le dio a los metadatos.

UNE-EN ISO19115

AENOR ha adoptado la norma ISO 19115 como la norma española UNE-EN ISO19115.

Básicamente, la norma define los elementos que permiten describir, entre otros, la fecha de creación, la extensión, la calidad, el esquema de representación espacial, los sistemas de referencia utilizados y la forma de distribución de los datos. Aunque está principalmente orientada a la catalogación de conjuntos de datos geográficos (pero incluye también series o fenómenos geográficos individuales) en formato digital, también se puede extender a otras formas de datos geográficos, como mapas, documentos textuales, etc.

Una de las consecuencias del largo proceso de edición de la norma ISO 19115 fue su extensión, ya que incluye alrededor de 400 elementos descriptivos, aunque la gran mayoría son opcionales, y sirven para aspectos concretos. Los elementos más críticos y necesarios forman el núcleo (*core*) y prácticamente contienen todas las propiedades básicas de respuesta (que, en realidad, representan el conjunto de elementos DC).

Al igual que con el perfil eBRIM, si un diseñador de un servicio de catálogo desea utilizar la norma ISO 19115 como modelo para describir los metadatos, deberá aplicar el perfil de aplicación ISO para servicios de catálogos de OGC.

Curiosidad (bis)

La propiedad básica de consulta *Title* se corresponde con la siguiente estructura interna en el modelo ISO 19115:

MDMetadata/MDDataIdentification/ citation/CICitation/title.

3.4. Servicio de catálogo (práctico)

En el apartado “Metadatos por doquier” habéis visto una introducción al concepto de recursos y metadatos geográficos. En la sección “Objetos, recursos y metadatos” habéis visto los detalles teóricos y abstractos del servicio de catálogo de metadatos. En esta sección adoptaremos un enfoque más práctico para conocer cómo interactuar con un servicio de catálogo de metadatos para buscar y acceder a datos geográficos.

En la figura 23 tenéis la arquitectura de una IDE con todos los elementos necesarios para acceder a los metadatos.

Lecturas complementarias

Sánchez Maganto y otros (2008). *Normas sobre metadatos*.

Este artículo revisa las normas ISO relacionadas con los metadatos geográficos.

Referencia bibliográfica

Vogues y Shekler (eds.) (2007). *OpenGIS Catalogue Services Specification 2.0.2 - ISO Metadata Application Profile*

Este documento también especifica una serie de correspondencias entre el modelo de referencia del OGC CSW y el modelo interno en ISO 19115.

Lecturas complementarias

Steiniger y Bocher (2009). *An overview on current free and open source desktop GIS developments*.

Se revisan herramientas de código abierto para los SIG; muchas de ellas sirven para servicios de catálogos en una IDE.

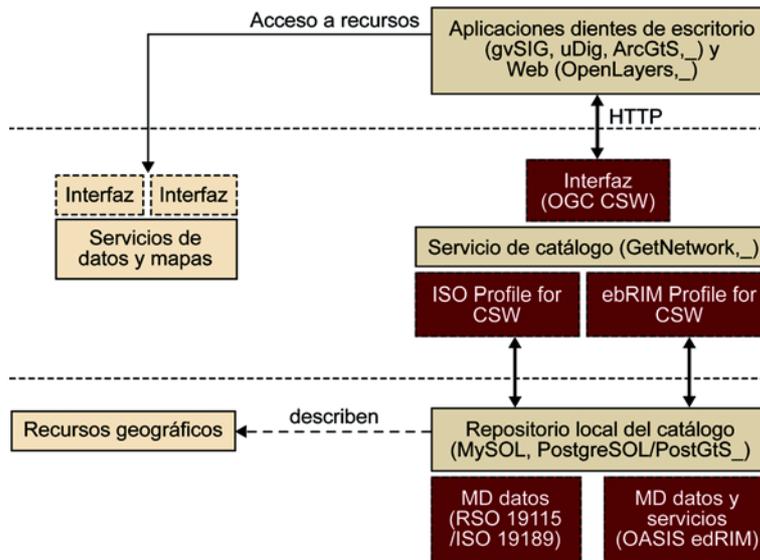


Figura 23. Arquitectura IDE para la gestión de metadatos completada con todos los aspectos que se describen en este apartado

Los aspectos clave de los metadatos descritos en esta unidad son:

- Los metadatos describen recursos geográficos.
- Los metadatos se almacenan en un repositorio de metadatos.
- Cada registro de metadatos se estructura de acuerdo con el modelo ebRIM o ISO 19115/ISO 19139.
- El servicio de catálogo de metadatos permite la búsqueda y el acceso a metadatos en una IDE.
- Las aplicaciones cliente y los servicios de catálogo cumplen con la especificación de interfaz de servicio OGC CSW.
- Las aplicaciones cliente utilizan normalmente HTTP como protocolo de conexión para interactuar con catálogos remotos.
- Un servicio de catálogo tiene perfiles de aplicación, en función del esquema de metadatos elegido para el repositorio.

Herramientas software para el servicio de catálogo

En la parte del servidor, existen muchas herramientas software que proporcionan el servicio de catálogo de acuerdo con la especificación OGC CSW. Las herramientas más relevantes son el servidor de metadatos Deegree iGeoPortal*, Galdos Indicio** y GeoNetwork***.

* www.deegree.org
 ** www.galdosinc.com
 *** geonetwork-opensource.org

En la parte cliente también existen muchas posibilidades, desde clientes de escritorio como gvSIG* hasta clientes web ligeros, como Open Layers**. Tradicionalmente, los repositorios de datos utilizan sistemas de gestión de bases de datos con un soporte especial para datos geográficos. Algunos ejemplos de bases de datos espaciales son MySQL*** o PostGIS****.

* www.gvsig.org
 ** openlayers.org
 *** www.mysql.com
 **** postgis.refractory.net

Veamos a continuación algunos aspectos prácticos que os servirán para acceder y consultar un servicio de catálogo OGC CSW.

3.4.1. Ejemplo de cliente genérico

Para acceder a una página web utilizamos una aplicación navegador, como Firefox o Internet Explorer, que por debajo gestiona las peticiones y respuestas con el servidor según el protocolo HTTP. El servicio de catálogo de la IDEC del

apartado “Ejemplo de catálogo de metadatos” es un buen ejemplo de este comportamiento, ya que esconde los detalles técnicos y ofrece una interfaz sencilla para el usuario final.

Sin embargo, desde un punto de vista técnico, resulta muy interesante comprobar de primera mano cómo operan las interfaces, los criterios de búsqueda y, en definitiva, todo lo que habéis aprendido de manera teórica en el apartado “Servicio de catálogo (teórico)”. En este apartado veremos los aspectos técnicos de las peticiones y las respuestas de las interfaces del servicio de catálogo OGC CSW, mediante un cliente genérico proporcionado por el IGN* para interrogar un servicio de catálogo (lo tenéis en la figura 24).

* <http://www.idee.es/csw/client.html>

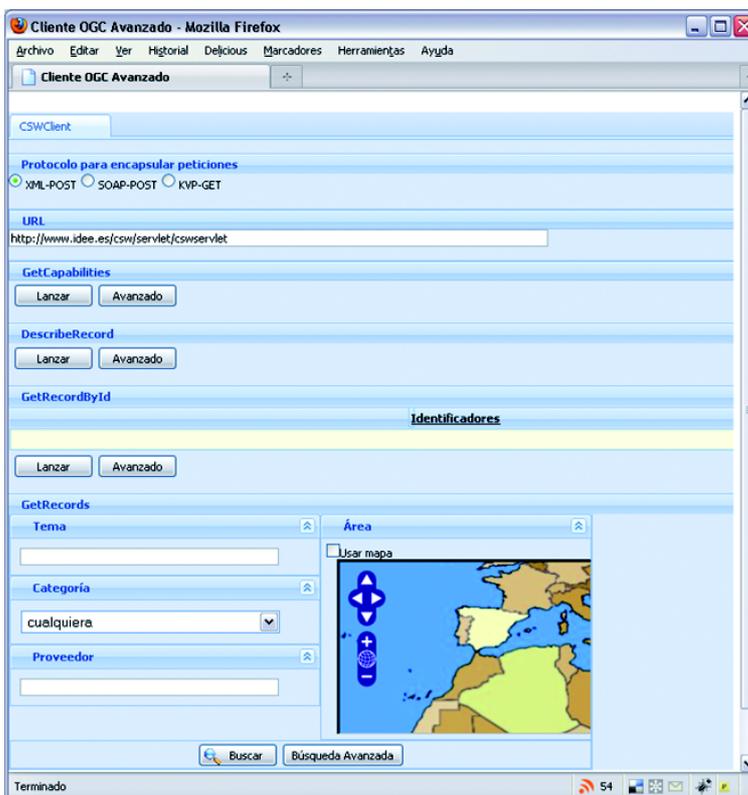


Figura 24. Cliente CSW del IGN

Esta sencilla aplicación cliente permite interactuar con el servicio de catálogo del IGN utilizando directamente las operaciones descritas en el apartado “Modelo de referencia”.

El cliente contempla las cuatro operaciones obligatorias: *getCapabilities*, *describeRecord*, *getRecordById* y *getRecords*. Para las tres primeras, tenéis disponible un par de botones: el botón “Lanzar” ejecuta una petición para la respectiva operación, mientras que el botón “Avanzado” despliega un conjunto de parámetros de entrada para cada una de estas operaciones.

Como podéis observar en la figura 24, la operación *getRecords* tiene una interfaz de usuario ligeramente distinta al resto de operaciones. Se trata de la operación más compleja en términos de parámetros de entrada, por lo que

aparece un visor en la parte inferior derecha para poder determinar una extensión geográfica sobre el mapa como filtro de la búsqueda, en vez de especificar las coordenadas de manera manual. También tenéis los botones:

- “Buscar”, que inicia una petición *getRecords* y
- “Búsqueda Avanzada”, que permite definir otros tantos criterios y restricciones de la búsqueda.

Por último, el cliente CSW utiliza el protocolo de conexión HTTP, lo que permite utilizar diferentes opciones de empaquetamiento para los mensajes de petición y respuesta (“Modelo de referencia”). Tal como podéis ver en la parte superior de la figura 24, las tres formas de empaquetamiento posibles son XML-POST, SOAP-POST y KVP-GET.

Veamos algunos ejemplos del cliente CSW para las cuatros operaciones obligatorias de un servicio de catálogo.

GetCapabilities

La figura 25 muestra el mensaje de una petición *getCapabilities* tras activar el botón “Avanzada”. Tenéis dos vistas para la especificación de los parámetros de entrada:

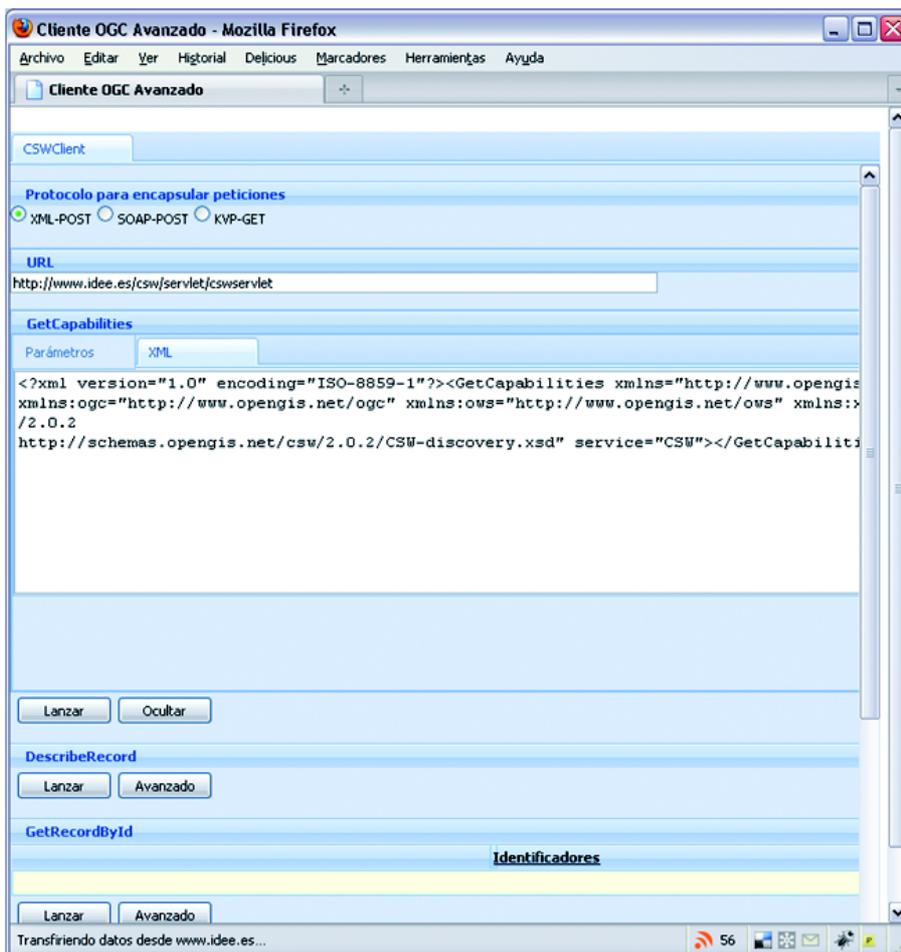


Figura 25. Petición *getCapabilities*

- La vista de la izquierda ofrece una interfaz de usuario tipo formulario.
- La vista de la derecha ofrece el mensaje completo de petición *getCapabilities* de acuerdo con los parámetros especificados.

Como el protocolo de empaquetamiento es XML-POST, el mensaje de la petición viaja en forma de documento XML. Si elegís la encapsulación KVP-GET, los parámetros de la petición se codifican en la propia URL de la petición justo después del signo de interrogación:

<http://www.idee.es/csw/servlet/cswwservlet?Request=GetCapabilities&Service=CSW>.

La figura 26 muestra el correspondiente mensaje de respuesta XML de una operación *getCapabilities*. En la pestaña “Resultados HTML”, la aplicación ofrece otra vista del mensaje de respuesta mucho más fácil de inspeccionar para el usuario.

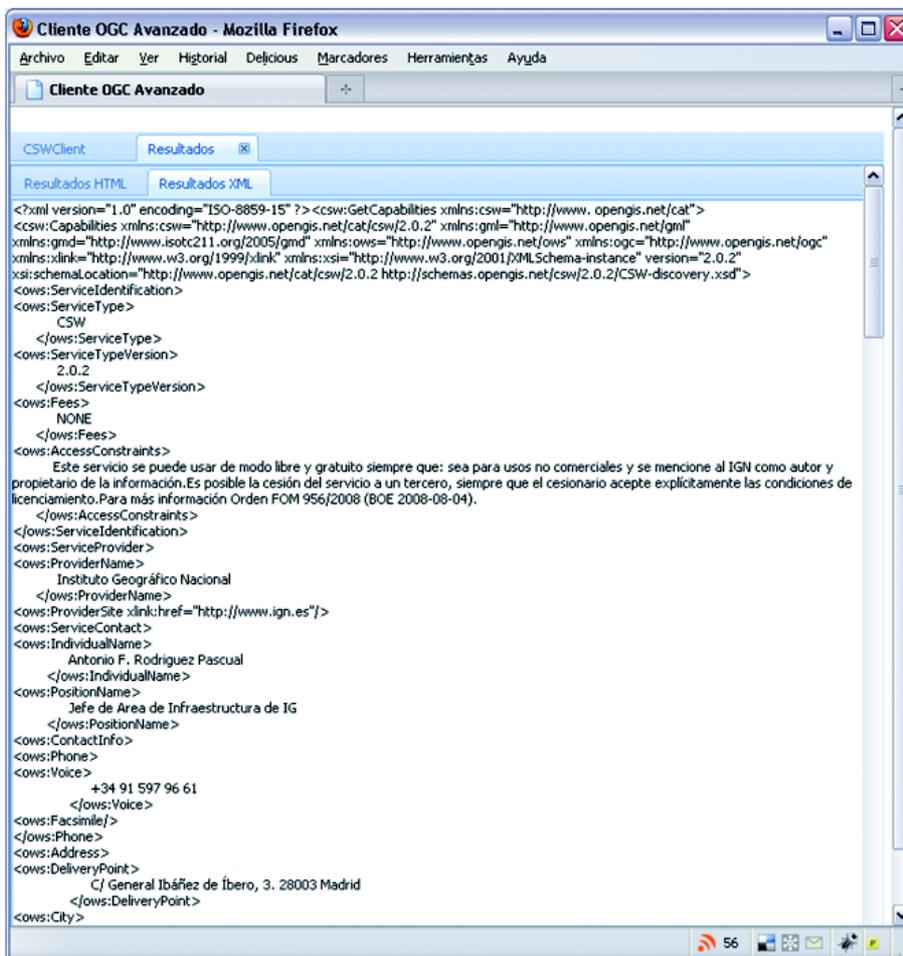


Figura 26. Respuesta *getCapabilities*

La respuesta generada es un documento *GetCapabilitiesResponse* con información general sobre el servicio de catálogo, cuyo contenido puede agruparse en tres categorías:

- Información sobre el propio servicio dentro del elemento *<ows:ServiceIdentification>*.

- Información sobre la persona o institución que ofrece el servicio en el elemento `<ows:ServiceProvider>`.
- Información sobre las operaciones que ofrece el servicio de catálogo, desglosadas en el elemento `<ows:OperationsMetadata>`.

DescribeRecord

Al lanzar la petición *DescribeRecord* obtendréis un documento *DescribeRecord* de respuesta con el esquema utilizado para los metadatos del catálogo. Si hacéis la prueba con el cliente de la figura 24, veréis un documento extenso con la declaración del modelo de metadatos basado en XML (*XML Schema**). La figura 27 lista un extracto de dicho documento.

```
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-15'?>
<DescribeRecordResponse
xmlns:csw='http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2'
xmlns:dc='http://purl.org/dc/elements/1.1/'
xmlns:ogc='http://www.opengis.net/ogc'
xmlns:ows='http://www.opengis.net/ows'
xmlns:xsi='http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance'
xsi:schemaLocation='http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2'
http://schemas.opengis.net/csw/2.0.2/CSW-discovery.xsd'>
<SchemaComponent
targetNamespace='http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2'
schemaLenguaje='XMLSCHEMA'
parentSchema='http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2'>
<XSD:element name='creator' type='dc:SimpleLiteral'.../>
<xsd:complexType.../>
...
</SchemaComponent>
</DescribeRecordResponse>
```

Figura 27. Documento XML *DescribeRecordResponse*

GetRecordById

La operación *GetRecordById* permite interrogar al servicio de catálogo por uno o varios registros de metadatos en concreto. Tecleando un valor de identificador único de registro de metadatos (por ejemplo, "18700000es") en el campo "Identificadores", obtendréis el documento de respuesta de la figura 28.

```
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-15'?>
<GetRecordByIdResponse
xmlns='http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2'
xmlns:dc='http://purl.org/dc/elements/1.1/'
<csw:SummaryRecord ...>
<dc:identifiier>128700000_es</dc:identifiier>
</csw:SummaryRecord>
</GetRecordByIdResponse>
```

Figura 28. Documento XML *GetRecordByIdResponse* resumido

* Define una especificación para la declaración de esquemas de documentos XML basados en la propia sintaxis de XML.

Nota

Las dos líneas en negrita denotan dos aspectos interesantes. En primer lugar, el documento respuesta utiliza el esquema definido por la especificación OGC CSW. En segundo lugar, los elementos y atributos utilizados para dar estructura a los metadatos se corresponden con el conjunto de elementos Dublin Core (DC). Esto significa que cada registro de metadatos del repositorio del servicio de catálogo sigue el modelo DC.

Nota

En la línea en negrita tenéis los metadatos.

Como podéis ver, es una respuesta muy escueta. Sin embargo, la petición *GetRecordById* permite modificar el nivel de detalle de la respuesta mediante el parámetro “ElementSetName”. Si cambiáis este parámetro de “Summary” a “Full” en la aplicación cliente, la respuesta obtenida contiene el registro completo de metadatos (figura 29).

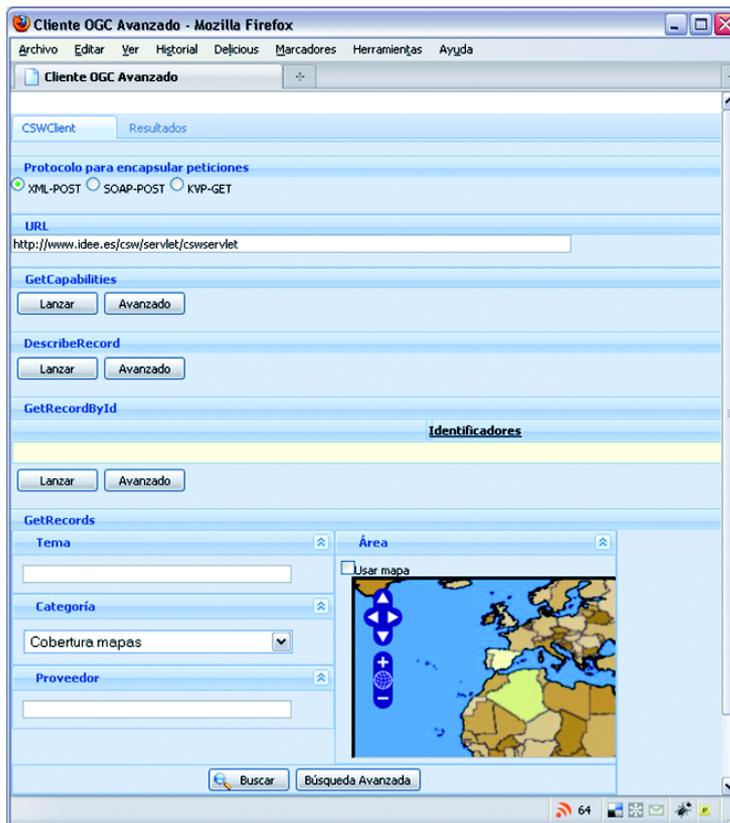
```
<?xml version='1.0' encoding='ISO-8859-15'?>
<GetRecordByIdResponse
xmlns='http://www.opengis.net/cat/csw/2.0.2'
xmlns:dc='http://purl.org/dc/elements/1.1/' ...>
<csw:Record ...>
  <dc:lenguaje>es</dc:lenguaje>
  <dc:identifiier>128700000_es</dc:identifiier>
  <dc:description>Cartografía topográfica urbana 1/500 del
municipio de Olot. Se pueden pedir los siguientes
elementos: islas urbanas, referencias catastrales islas,
parcelas urbanas, referencias catastrales parcelas,
subparcelas, clasificación subparcelas urbanas, límite
edificaciones (sin clasificar), vialidad (calzadas,
aceras, zonas verdes), nombre de calles, números postales,
complementos generales (ríos, torrentes, cultivos,
toponimia, caminos, vegetación), complementos generales
edificación (alambradas, muros, vallas), red local de
puntos (UTM). </dc:description>
  <dc:lenguaje>Catalan</dc:lenguaje>
</csw:SummaryRecord>
</GetRecordByIdResponse>
```

Figura 29. Documento XML *GetRecordByIdResponse* completo

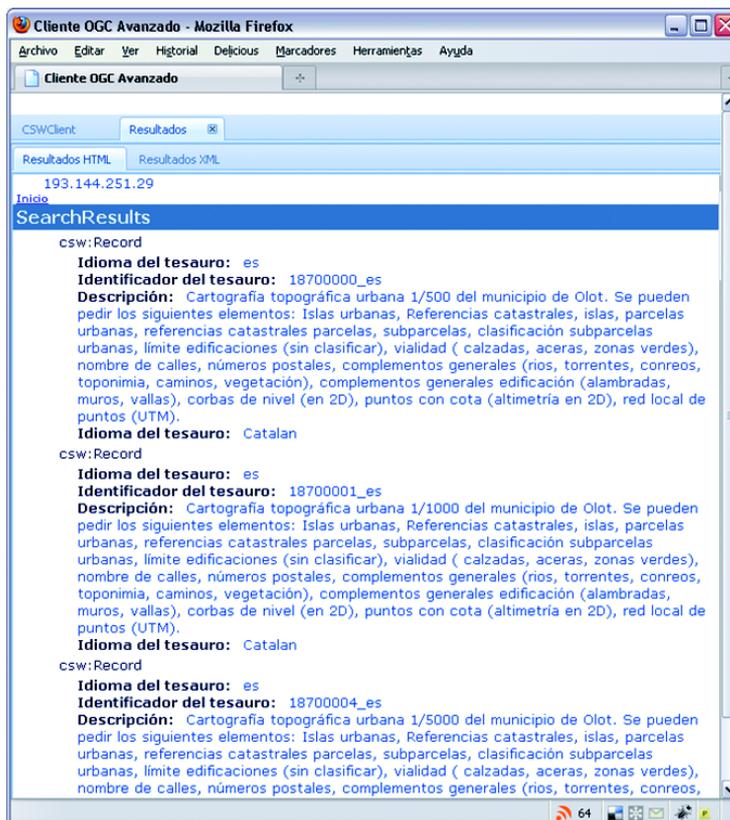
GetRecords

La figura 30 muestra el mensaje de una petición *getRecords* con el parámetro “Categoría” como “Coberturas mapas”. La respuesta del servicio de catálogo a esta petición en particular contendrá todos los registros de metadatos que representen datos geográficos de coberturas de mapas.

De manera similar a las operaciones anteriores, la operación *getRecords* admite una gran variedad de parámetros y criterios de entrada que ayudan a refinar la búsqueda de metadatos. Pulsando en el botón “Búsqueda Avanzada”, podéis especificar varios criterios de búsqueda, utilizando, por ejemplo, los operadores booleanos “y” y “o” y comparadores de cadenas de texto, que en realidad forman parte del lenguaje de consulta descrito en el apartado “Modelo de referencia”.

Figura 30. Petición *GetRecords*

La figura 31 muestra el correspondiente mensaje de respuesta *GetRecordsResponse* en formato HTML. Cada uno de los registros de la lista de resultados se corresponde con un elemento `<csw:Record>`.

Figura 31. Respuesta *GetRecords*

3.4.2. Aspectos avanzados

Este apartado engloba algunas cuestiones avanzadas sobre el uso del servicio de catálogo, sobre todo respecto a la funcionalidad de búsqueda distribuida o en cascada.

La configuración más común de un servicio de catálogo es que el propio catálogo tenga acceso a un repositorio local de metadatos. El servicio de catálogo recibe peticiones del usuario y las transforma en búsquedas internas en un repositorio local de metadatos. Los resultados de la búsqueda se devuelven a la aplicación cliente.

Además de la opción de búsqueda en un repositorio local, un servicio de catálogo OGC CSW permite redirigir una petición de búsqueda a otros catálogos y empaquetar luego los distintos resultados de la búsqueda en una única respuesta al usuario. Esta manera de operar se denomina *búsqueda distribuida* o *en cascada*.

La figura 32 representa un esquema conceptual de la búsqueda distribuida de catálogos. Un servicio de catálogo puede utilizar otros catálogos, siempre que cumplan con la especificación OGC CSW, para resolver una petición inicial del usuario. El catálogo que recibe la petición del usuario lanza búsquedas distribuidas a otros catálogos y es, además, el encargado de recoger todos los resultados de los demás catálogos. Finalmente, el catálogo principal devuelve una única respuesta a la aplicación cliente.

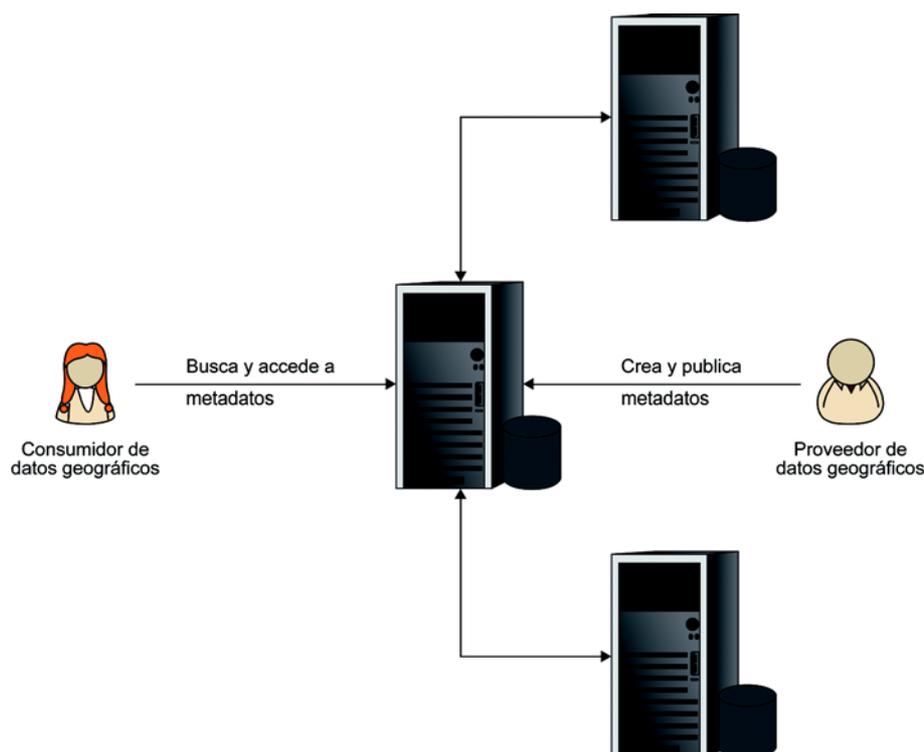


Figura 32. Búsqueda distribuida de servicios en catálogo

La búsqueda distribuida es muy útil, por ejemplo, para conectar múltiples servicios de catálogos de IDE a distintos niveles (nacional, regional, etc.).

El servicio de catálogo de la IDEC, presentado en el apartado “Ejemplo de catálogo de metadatos”, ofrece la funcionalidad de búsqueda distribuida.

La figura 33 presenta el detalle del recuadro sombreado “Cerca remota a altres catàlegs” (Búsqueda distribuida en otros catálogos) que aparecía en la parte izquierda de la figura 9.

The image shows a web interface for IDEC (Infraestructura de Dades Espacials de Catalunya). At the top left is the IDEC logo. Below it are two tabs: 'Datos' (selected) and 'Servicios'. The main search area includes:

- Búsqueda rápida:** A text input field containing 'Espacios Naturales'.
- Nombre de la organización:** A dropdown menu with 'Departament de Medi Ambient i Habitatge' selected.
- Escala:** A dropdown menu with '(Todo Tipo)' selected.
- Cerca remota a altres catàlegs:** A section with a green background containing several checkboxes:
 - IDEC
 - IDEEspanya
 - IDEAndorra
 - Aj.Barcelona
 - Aj.Sant Cugat del V.
- Buttons:** A circular refresh icon on the left and a red-bordered 'Buscar' button on the right.
- Footer:** A checkbox labeled 'Solo mostrar metadatos de productos actuales' which is checked.

Figura 33. Detalle de búsqueda avanzada en el catálogo de la IDEC

En la figura 33 se aprecia que el catálogo de búsqueda por defecto es el propio de la IDEC. Sin embargo, es perfectamente posible especificar otros catálogos de búsqueda (IDEE, IDE Andorra, Ayuntamiento de Barcelona o Ayuntamiento de Sant Cugat del Vallés) en los que realizar la misma consulta. Fijaos otra vez en cómo un servicio de catálogo de una IDE regional (IDEC) es capaz de interoperar con otros catálogos de una IDE nacional (IDEE) o de IDE locales (ayuntamientos).

El uso de la especificación OGC CSW (y en general de los estándares) favorece la interoperabilidad entre servicios de catálogo de metadatos a diferentes niveles administrativos (vertical) o al mismo nivel (horizontal), uno de los puntos fuertes de una IDE.

3.5. Implicaciones de los metadatos en una IDE

Es importante señalar que sin metadatos, de nada sirven los servicios de catálogos. La creación de metadatos es una tarea prioritaria y, demasiado a menudo, se completa en una fase de documentación posterior a la fecha de creación de los datos. Todas las organizaciones e instituciones que deseen compartir datos geográficos deben comenzar irremediamente por la creación de metadatos y su publicación en un servicio de catálogo de metadatos.

Comentaremos en este apartado las implicaciones de la aprobación de la directiva INSPIRE respecto a la creación de metadatos en los distintos Estados miembros de la Unión Europea y, en consecuencia, la relación con el uso de la norma ISO 19115.

Como ya sabemos, INSPIRE se encuentra en fase de implementación y se está trabajando en la definición de normas comunes a todos los Estados miembros (veremos más sobre estas normas en el apartado “Servicios OGC”).

Una de las normas se aprobó a finales del 2008 y hace referencia a la creación de metadatos para datos y servicios (Comisión Europea, 2008a). En lo referente a datos, esta norma INSPIRE define elementos de metadatos que constituyen el conjunto mínimo de descriptores necesarios para cumplir con la Directiva INSPIRE, pero no descarta la posibilidad de que las organizaciones documenten sus recursos más extensamente con elementos adicionales derivados de diferentes normas internacionales. Además, esta norma va acompañada de guías que establecen la correspondencia entre los elementos de metadatos definidos en la norma INSPIRE y las normas de metadatos internacionales como ISO 19115 (Comisión Europea, 2009a).

Resumen

La conclusión más importante sobre metadatos que podemos extraer de este capítulo es que los metadatos son el “pegamento” que une a los usuarios (quienes necesitan descubrir datos geográficos) con los proveedores (quienes necesitan promocionar y distribuir datos geográficos) en una IDE. Por lo tanto, el servicio de catálogo de metadatos desempeña un papel prioritario en una IDE, ya que conecta a los consumidores con los proveedores de información geográfica.

Sin embargo, todavía queda mucho por hacer en el campo de los metadatos geográficos, sobre todo para intentar mejorar los siguientes aspectos:

- La norma ISO 19115 es demasiado detallada, contiene cerca de 400 descriptores (la mayoría opcionales) de metadatos. Además, la creación de metadatos sigue siendo un proceso manual y costoso que a menudo requiere expertos en el dominio concreto de los datos (medioambientales, catastro, etc.). Por estos motivos, resulta muy importante avanzar en la línea de herramientas software capaces de automatizar lo máximo posible la tarea de producción de metadatos, para que a su vez resulte una tarea lo más sencilla posible para cualquier usuario en general.
- Muchas veces quien describe o documenta los datos es una persona distinta de quien los creó. Los metadatos serán más fiables cuanto más próximas en el tiempo estén las tareas de creación y documentación.

Aunque existen todavía algunas deficiencias, la norma ISO 19115 constituye la referencia para todo el que quiera trabajar en el campo de los metadatos de datos y servicios geográficos. Se trata de la normativa establecida, tanto por ser la norma internacional y el núcleo de la directiva INSPIRE para metadatos, como por estar ya implementada en muchos ámbitos de la información geográfica.

4. Servicios OGC

Para comprender mejor la labor que desempeñan los servicios en una IDE, es necesario conocer el contexto en el que operan. La IDE (como ya hemos comentado en la unidad “Introducción a las infraestructuras de datos espaciales”) es la infraestructura natural en la que los servicios se pueden explotar eficientemente.

Otro aspecto fundamental que debemos tener presente es el uso de estándares (vistos en la unidad “Estándares”) que permiten una mayor interoperabilidad entre los diferentes componentes involucrados en una IDE.

Finalmente, los metadatos (vistos en la unidad “Metadatos”) desempeñan la importante labor de documentar los datos geográficos disponibles en una IDE con el uso de las normas internacionales ISO.

Los servicios geográficos residen en la capa intermedia (*middleware*) de la arquitectura de una IDE; es decir, son las piezas que permiten enlazar las aplicaciones SIG como geoportales o aplicaciones de escritorio (capa de aplicaciones cliente) y los repositorios de datos (capa de fuentes de datos). Las aplicaciones cliente necesitan conocer cómo pueden comunicarse con los servicios geográficos con el fin de explotar sus funcionalidades. En este apartado nos centraremos en las descripciones de las interfaces de servicio, es decir, las especificaciones que nos dicen cómo podemos interactuar con servicios geográficos para poder descubrir, visualizar, acceder, transformar o procesar datos geográficos.

La OGC define la mayoría de las especificaciones de interfaces de servicios de información geográfica.

4.1. Servicios de red en INSPIRE

En el apartado “INSPIRE: una IDE europea” hemos definido la directiva INSPIRE como un marco de reglas para la creación de IDE. Ahora nos centraremos en lo que dice INSPIRE respecto a los servicios geográficos o servicios de red (*network services*).

4.1.1. Contexto legislativo

INSPIRE destina todo un capítulo a los servicios de información geográficos. Básicamente, este capítulo subraya la importancia de establecer una serie de

servicios geográficos de manera genérica que deberán ser operados por las IDE nacionales de los Estados miembros: no habla de implementaciones, especificaciones, interfaces y demás detalles técnicos; simplemente, expone las funcionalidades básicas que cada uno de los tipos de servicios (descubrimiento, visualización, descarga, transformación e invocación) debe cumplir.

Como el propio documento INSPIRE se limita a trazar las líneas maestras de una IDE, la directiva exige la adopción de un conjunto de documentos denominados Reglamentos de la Comisión (*Commission Regulations*) de carácter vinculante para todos los Estados miembros. Cada uno de estos reglamentos aborda un componente básico de una IDE, como los metadatos, las especificaciones de datos o los servicios de red.

Además de estos documentos legislativos, INSPIRE incluye otros de carácter informativo: documentos de guía y apoyo en el proceso de implantación de una IDE de acuerdo con las directrices de INSPIRE.

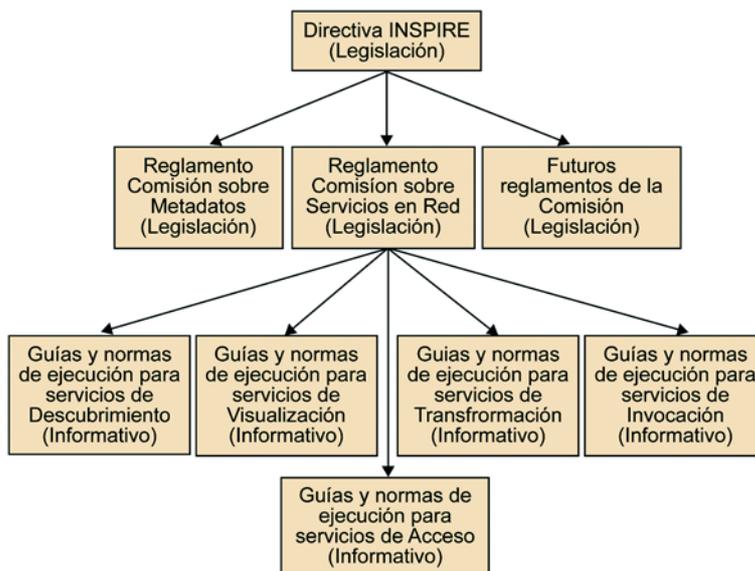


Figura 34. Relación de los documentos de los servicios de red en INSPIRE

El laberinto legislativo

Todo proceso legislativo es confuso para la inmensa mayoría de la gente. Ahora es cuando os daréis cuenta de la importancia que tienen los componentes institucionales y políticos en una IDE.

La figura 34 ilustra de manera simplificada la relación existente entre los documentos de carácter legislativo e informativo de INSPIRE.

Tal como vimos en el apartado “INSPIRE: una IDE europea”, la directiva detalla una serie de componentes fundamentales, como los metadatos y los servicios de red. Hasta diciembre del 2009 sólo se habían publicado oficialmente dos reglamentos:

- El Reglamento de la Comisión sobre metadatos (Comisión Europea, 2008a).
- El Reglamento de la Comisión sobre servicios en red (Comisión Europea, 2009b).

Este procedimiento legislativo se irá aplicando paulatinamente a los demás componentes de INSPIRE.

Todos estos documentos legislativos han sido (o serán) aprobados por los órganos correspondientes de la Comisión Europea. Por este motivo, podríamos decir que estos documentos son bastante genéricos, ya que no mencionan ningún detalle técnico y se limitan a exponer funcionalidades básicas, como la descripción de los elementos que todo dato geográfico debería contener o la funcionalidad que un servicio de visualización debería cumplir. En realidad, es un gran paso, puesto que los reglamentos de la comisión marcan un camino común que todos los Estados miembros deben seguir.

Paradójicamente, si hubieran contenido detalles técnicos, seguro que nunca hubieran sido aprobados como norma legislativa europea. Hay que tener en cuenta que una directiva no puede estar condicionada por la tecnología de moda o favorecer a ciertos fabricantes o proveedores. En cambio, una directiva (como INSPIRE) establece unos requisitos genéricos a los que cualquier tecnología se puede ajustar para cumplirlos.

Para solucionar el problema de la vinculación técnica en los reglamentos de la comisión, el proceso de INSPIRE utiliza dos niveles de documentos:

- Documentos **legislativos**, como las Reglas de la Comisión en la figura 34, que imponen los acuerdos mínimos que todo Estado miembro debe cumplir con relación a los componentes INSPIRE.
- Documentos **informativos**, como las reglas de ejecución y las guías técnicas en la figura 34, que proporcionan las especificaciones concretas de interfaces de servicio y detalles técnicos.

Los documentos informativos únicamente recomiendan (no imponen) la utilización de cierta especificación.

El Reglamento de la Comisión sobre metadatos define que un dato debe tener asociado el metadato "título", en el que se describe textualmente el título del dato.

La norma de ejecución para metadatos (Comisión Europea, 2009a) *recomienda* la utilización de la norma internacional ISO 19115 para la especificación de los metadatos y, además, proporciona información técnica adicional para la implementación de metadatos con dicha norma.

Teóricamente, nadie está obligado a elegir la norma ISO 19115 para documentar sus datos. Sin embargo, extraoficialmente, se entiende como una buena práctica necesaria que todos los Estados miembros deben seguir para facilitar la interoperabilidad entre las IDE nacionales.

Otra vez, el factor de la **colaboración** es clave para el desarrollo de una IDE.

4.1.2. Tipos de servicios

El Reglamento de la Comisión sobre servicios en red define cinco tipos de servicios genéricos –descubrimiento, visualización, acceso, transformación e invocación– que todo Estado miembro debe ofrecer en el desarrollo de las IDE

nacionales. Los próximos apartados describen brevemente la funcionalidad de cada uno de estos tipos de servicios.

- **Descubrimiento.** El objetivo de los servicios de descubrimiento es facilitar la búsqueda de datos y de servicios geográficos a través de sus propiedades de metadatos. El uso de metadatos es vital para que el proceso de descubrimiento pueda llevarse a cabo. Según la directiva INSPIRE, los servicios de descubrimiento deberán proporcionar los mecanismos apropiados para la gestión y la búsqueda de metadatos en catálogos.
- **Visualización.** Dado que los servicios de visualización deben permitir inspeccionar visualmente los datos geográficos, estos servicios, como mínimo, ofrecerán las funciones de visualización, navegación, aproximación y alejamiento (*zoom in*, *zoom out*), desplazamiento (*pan*) y la superposición visual de conjuntos de datos espaciales.
- **Acceso.** Los servicios de acceso o descarga (*download*) permiten a los usuarios acceder directamente o descargar copias de conjuntos de datos espaciales, así como partes de estos conjuntos. Por lo tanto, un servicio de acceso permitirá las siguientes funcionalidades básicas:
 - Descarga completa de un conjunto de datos.
 - Descarga parcial de un conjunto de datos.
 - Acceso directo, cuando sea posible, a los conjuntos de datos completos o partes de los conjuntos de datos.
- **Transformación.** La directiva INSPIRE determina el “establecimiento de una red de servicios de transformación para que conjuntos de datos espaciales puedan ser transformados cuando sea conveniente”. Las transformaciones más habituales son entre diferentes sistemas de referencia.

Normalmente, este tipo de servicio suele estar integrado dentro de otros, dado que su función es más de complemento o ayuda en la consecución de las tareas de otros servicios, aunque también puede utilizarse de manera independiente.

- **Invocación.** Los servicios de invocación permiten la definición de los datos de entrada y de salida y la definición de un flujo de trabajo o cadena de servicios que combina múltiples servicios. Por lo tanto, se trata del más complejo de los servicios vistos hasta ahora y también del más inmaduro dentro del proceso INSPIRE. Este servicio, en principio, permite la invocación tanto de servicios individuales como de cadenas de servicios mediante motores de flujos de trabajo capaces de interpretar una descripción de un flujo de trabajo para su ejecución.

4.1.3. Correspondencia INSPIRE-OGC

Una vez visto el contexto legislativo y los tipos de servicios de INSPIRE, abordaremos la relación existente entre los servicios de red en INSPIRE y los servicios OGC. Los primeros vienen definidos en los reglamentos de la comisión, por lo tanto se trata de una serie de servicios genéricos que todas las IDE nacionales deben garantizar. Los segundos, en cambio, se refieren a las especificaciones de interfaces de servicio de OGC. Por ende, las normas de ejecución (*implementing rules*) o guías técnicas son el instrumento para recomendar el uso de las especificaciones OGC para determinados servicios INSPIRE.

La guía técnica de INSPIRE recomienda el uso de la especificación Web Map Service (WMS) de OGC para los servicios de visualización.

La tabla 6 muestra las especificaciones OGC recomendadas para cada servicio INSPIRE, que describiremos en detalle en las siguientes secciones:

Tabla 6. Especificaciones OGC recomendadas en las normas de ejecución INSPIRE

Tipo de servicio INSPIRE	Especificación OGC
Descubrimiento (<i>Discovery</i>)	Servicio de catálogo (OGC CSW)
Visualización (<i>View</i>)	Servicio web de mapas (OGC WMS) [Servicio web de procesamiento (OGC WPS)]
Acceso (<i>Download</i>)	Servicio web de características (OGC WFS) Servicio web de coberturas (OGC WCS) [Servicio web de procesamiento (OGC WPS)]
Transformación (<i>Transformation</i>)	Servicio web de transformación de coordenadas (OGC WCTS)
Invocación (<i>Invoke spatial data service</i>)	Servicio web de procesamiento (OGC WPS)

4.2. Especificaciones OGC de servicios geográficos

En este apartado describiremos cada una de las especificaciones OGC para servicios geográficos (o servicios OGC) que aparecen en la segunda columna de la tabla 6. Cada apartado de la sección se corresponde con una especificación concreta. La estructura de cada apartado es uniforme y consta de una breve introducción, de la función de la especificación y de las operaciones que soporta, y termina con algunos ejemplos concretos de uso de la especificación.

4.2.1. Servicio web de mapas

La especificación del Servicio web de mapas (Web Map Service –WMS–) fue la primera especificación de interfaz de servicio propuesta por el OGC, por lo que se trata del servicio más difundido con más implementaciones activas, tanto en España como en otros países.

Recordad

“El caso del servicio Web Map Service (WMS)” del apartado “Implicaciones de los estándares en una IDE”.

A continuación, se presentan algunos enlaces relevantes para el servicio WMS:

- Especificaciones y normas:
 - OGC Web Map Service (WMS) Implementation Specification (OGC WMS*).
 - ISO 19128:2005** Geographic information-Web Map Server Interface.
- Implementaciones del servicio:
 - MapServer***.
 - Geoserver****.
 - Deegree*****.
 - Otras*****.
- Otros:
 - <http://www.ideo.es/clientesIGN/wmsGenericClient/index.html?lang=ES>.
 - <http://www.ideo.es/CatalogoServicios/cat2/indexWMS.html>.

* <http://www.opengeospatial.org/standards/wms>

** http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=32546

*** <http://mapserver.org>

**** <http://geoserver.org>

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

***** <http://www.opengeospatial.org/resource/products/byspec/?specid=97>

Función

La función de un servicio WMS es proporcionar una representación gráfica de datos geográficos, ya sean originalmente ráster o vectoriales, en forma de una imagen para su visualización en pantalla. En otras palabras, la especificación WMS describe el comportamiento de un servidor que ofrece mapas georreferenciados*. Los usuarios reciben una “fotocopia”, es decir, un mapa en forma de imagen (JPEG, PNG, etc.) de los datos geográficos pedidos, pero nunca su versión original.

* La palabra *georreferenciación* se refiere en términos técnicos al posicionamiento en el que se define la localización de un objeto espacial en un sistema de coordenadas determinado.

INSPIRE recomienda la especificación WMS para los servicios de tipo visualización para inspeccionar visualmente los datos geográficos. Por lo tanto, este servicio no es adecuado para procesar o analizar datos de características (vectoriales) o datos de coberturas (ráster).

Operaciones

La especificación WMS describe únicamente dos operaciones obligatorias, *GetCapabilities* y *GetMap*, y una operación opcional, *GetFeatureInfo*:

- La operación *GetCapabilities* es genérica para todos los servicios OGC y permite interrogar al servicio para conocer una serie de metadatos descriptivos. En el caso de un WMS, el servidor responde con un documento XML con información acerca de las capas ofrecidas y sus características, los

Nota

Podéis comprobar la respuesta que genera una petición *GetCapabilities* a un servicio WMS mediante la petición siguiente:

```
http://www.ideo.es/wms/
IDEE-Base/IDEE-Base?
SERVICE=WMS&
VERSION=1.3.0&
REQUEST=GetCapabilities
```

sistemas de referencia soportados, las limitaciones de acceso y uso, el ámbito geográfico y la versión del estándar, entre otros metadatos.

- La operación *GetMap* permite obtener un mapa georreferenciado como una imagen gráfica, en función de ciertos parámetros solicitados como la ventana espacial, el sistema de referencia espacial, las capas de interés, el tamaño de la imagen o el estilo.

Recordad

Una capa es un mapa temático que contiene una característica determinada.

Un elemento básico en un servicio WMS es el concepto de capa (*layer*). La ejecución de una operación *GetMap* pide al servidor que localice una o varias capas en su base de datos y devuelva como resultado una imagen de un mapa georreferenciado. El resultado siempre es una única imagen, bien con la información de una capa, bien como resultado de superponer adecuadamente todas las capas solicitadas.

Recordemos que un servicio WMS no ofrece datos geográficos *per se*, sino que ofrece imágenes (fotos) de los datos geográficos internos. Cada nueva interacción del usuario (*zoom* o *pan*) sobre la imagen produce una nueva petición *GetMap*, por lo que se envía una nueva imagen al cliente.

La lista de parámetros requeridos para la petición *GetMap* según la especificación OGC WMS es la siguiente:

- SERVICE = WMS: nombre del servicio.
- VERSION = *version*: versión del servicio.
- REQUEST = *GetCoverage*: nombre de la operación.
- LAYERS = *layerlist*: lista separada por comas de nombres de capas, tal como se indica en el documento *GetCapabilities*.
- STYLES = *stylelist*: lista separada por comas de nombres de estilos por capa solicitada, tal como se indica en el documento *GetCapabilities*
- SRS = *epsgcode*: sistema de referencia de la petición.
- BBOX = *minx,miny,maxx,maxy*: esquinas inferior-izquierda y superior-derecha de la ventana espacial solicitada.
- WIDTH = *outputwidth*: anchura en píxeles de la imagen solicitada.
- HEIGHT = *outputheight*: altura en píxeles de la imagen solicitada.
- FORMAT = *outputformat*: formato de salida de la imagen, tal como se indica en el documento *GetCapabilities*.

- La operación *GetFeatureInfo* permite realizar consultas simples sobre los atributos asociados a una capa al seleccionar un punto en la pantalla (píxel). Una vez se obtiene la respuesta de una petición *GetMap*, podéis elegir un punto del mapa para obtener los atributos asociados. Esta acción requiere una petición *GetFeatureInfo* sobre la capa seleccionada.

El proveedor del servicio designa explícitamente si una capa es consultable mediante una operación *GetFeatureInfo*. Para saber si una capa es consultable o no, basta con inspeccionar los metadatos de una respuesta *GetCapabilities*.

Nota

Podéis comprobar la respuesta que genera una petición *GetMap* a un servicio WMS mediante la petición:

```
http://www.idee.es/wms/
IDEE-Base/IDEE-Base?
SERVICE=WMS&
VERSION=1.3.0&
REQUEST=GetMap&
CRS=EPSG:25830&
BBOX=420353.19115,4468
089.68158,469858.61506
,4494819.88292&
WIDTH=726&
HEIGHT=392&
LAYERS=Todas&
STYLES=sombreado&
FORMAT=image/png&
TRANSPARENT=FALSE
```

Para que un servicio WMS responda correctamente a las operaciones anteriores, el proveedor del servicio debe llevar a cabo una serie de tareas previas, algunas de ellas básicas, como la estructuración de sus datos en capas, la definición de los sistemas de referencia espacial de sus datos y los que pueden solicitar los clientes, así como la descripción de los metadatos asociados al servicio y las capas.

Los usuarios pueden realizar consultas a un servicio WMS desde un navegador mediante peticiones HTTP GET y POST directas. Sin embargo, también es posible consultar un servicio WMS mediante otro tipo de aplicaciones cliente, como aplicaciones SIG de escritorio o visores web de mapas.

Ejemplos

En este apartado utilizaréis el cliente de servicio WMS, o visor de mapas*, de la IDEE. La figura 35 muestra la interfaz de usuario al iniciar el visor de mapas. A lo largo de este apartado destacaremos los aspectos clave de un servicio WMS, a medida que utilizéis la aplicación de ejemplo.

Recordad

Una petición HTTP GET codifica los parámetros de una operación en la propia URL.

Una petición HTTP POST codifica los parámetros de una petición en un mensaje XML aparte.

* <http://www.idee.es/clientesIGN/wmsGenericClient/index.html?lang=ES>

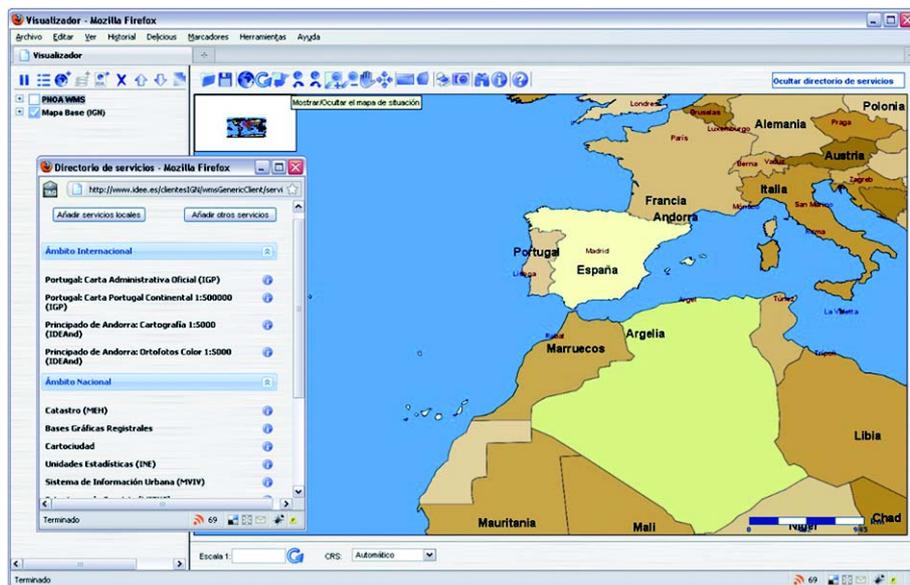


Figura 35. Interfaz inicial del visor de mapas de la IDEE

La ventana de fondo con título “Visualizador” contiene la interfaz tradicional de un visor de mapas, en la que la región para la visualización del mapa sólo deja espacio en la ventana para el menú de capas de la parte izquierda, un menú que permite gestionar (activar, desactivar, etc.) las capas disponibles del visor.

El visor de mapas de la figura 35 realiza inicialmente dos peticiones *GetCapabilities* a los servicios configurados por defecto, el servicio WMS del PNOA (Plan Nacional de Ortografía Aérea) y el servicio WMS de Mapas Base del IGN. Las respuestas *GetCapabilities* contienen las capas proporcionadas por ambos servicios, que aparecen gráficamente como elementos anidados a cada servicio WMS listado en el menú de capas.

Nota

Vuelve a aparecer el término *capa* como el elemento básico de interacción con un servicio WMS. Los usuarios acceden, seleccionan, superponen y visualizan capas temáticas de información geográfica procedentes de uno o varios servicios WMS.

Mediante las herramientas disponibles en este menú podéis seleccionar un servicio y examinar las capas que contiene. La activación de una capa se traduce internamente a una petición *GetMap* al servicio WMS correspondiente que actualiza el mapa georreferenciado del visor.

La ventana emergente de la figura 35 con el título “Directorio de servicios” enuncia otros servicios WMS que podéis añadir al menú de capas.

Ejemplo

Si seleccionáis el servicio WMS que contiene la cartografía catastral de la Dirección General del Catastro, etiquetado como Catastro (MEH) en la figura 36, este servicio se añade automáticamente al menú de capas. Todas las capas del servicio WMS de Catastro pasan a estar disponibles en el visor de mapas.

Siguiendo este procedimiento, podéis añadir cuantos servicios WMS queráis al visor de mapas.

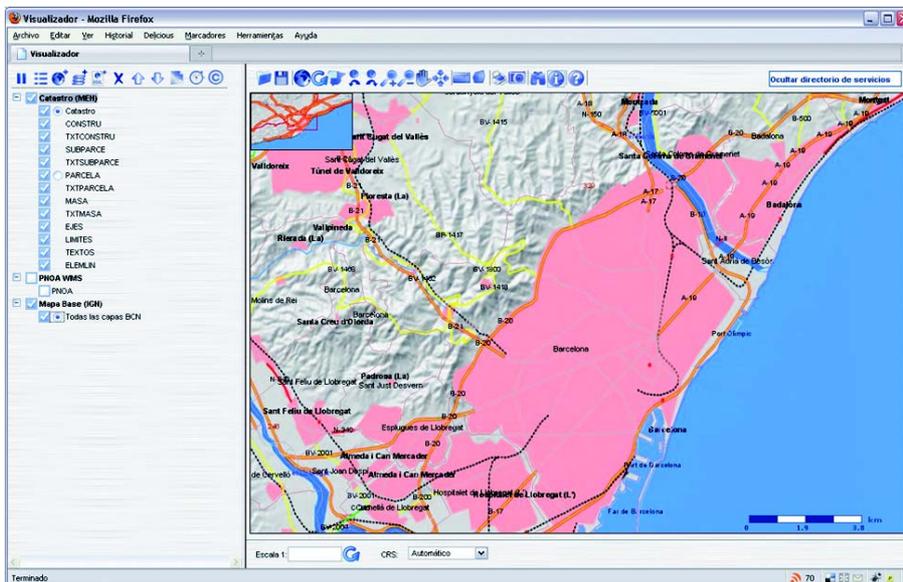


Figura 36. Superposición de capas en el visor de mapas de la IDEE

La figura 36 muestra el resultado de la superposición de capas de distintos servicios WMS. Un usuario puede mezclar y visualizar capas procedentes de diferentes servicios WMS remotos, ya que todos siguen la misma interfaz estándar de servicio. Los clientes pueden acceder y visualizar las capas de cualquier servicio WMS.

Nota

Vuelven a aparecer los términos *interoperabilidad*, *estándares* e *interfaces* de una IDE descritos a lo largo de esta asignatura.

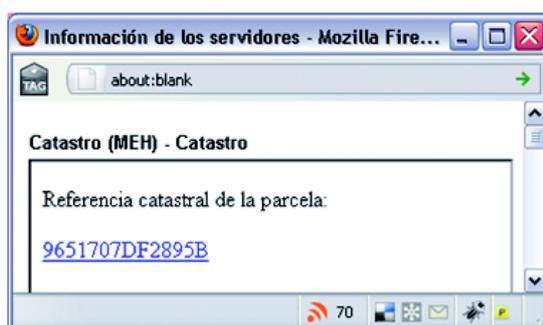


Figura 37. Consulta de atributos de una capa en el visor de mapas de la IDEE

Por último, una petición *GetFeatureInfo* de un servicio WMS devuelve los atributos alfanuméricos (de todas las capas activas y consultables, es decir, que tenga información de atributos asociada) para un punto seleccionado. La figura 37 muestra el valor del atributo devuelto de una petición *GetFeatureInfo* al servicio WMS de catastro. En este caso, fijaos en que mediante este valor (referencia catastral) de la capa de parcelas catastrales podéis acceder al servicio de la Oficina virtual del catastro* (OVC) para consultar los datos catastrales disponibles para dicha referencia catastral. Únicamente debéis seleccionar el enlace etiquetado con la referencia catastral. Este ejemplo demuestra la creación de aplicaciones web que combinan servicios OGC, como un WMS, con otros tipos servicios específicos, como el servicio OVC de Catastro.

* ovc.catastro.meh.es

4.2.2. Servicio web de características

La especificación del Servicio web de características o Web Feature Service (WFS) describe cómo una aplicación cliente puede obtener datos geográficos vectoriales.

A continuación, presentamos algunos enlaces relevantes para el servicio WFS:

- Especificaciones y normas:
 - OGC Web Feature Service* (WFS) Implementation Specification (OGC WFS).
 - ISO/DIS 19142**: Geographic information-Web Feature Service.
- Implementaciones del servicio:
 - MapServer***.
 - Geoserver****.
 - Deegree*****.
 - Otras*****.
- Otros:
 - Clientes IGN*.
 - Lista de servicios web de fenómenos*.

* <http://www.opengeospatial.org/standards/wfs>

** http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=42136

*** <http://mapserver.org>

**** <http://geoserver.org>

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

***** <http://www.opengeospatial.org/resource/products/byspec/?specid=143>

* <http://www.idee.es/clientesIGN/wfsClient/index.html?lang=ES>

** <http://www.idee.es/CatalogoServicios/cat2/indexWFS.html>

Función

Un servicio WFS realiza lecturas internas de datos geográficos, los selecciona o filtra según los requisitos solicitados y, finalmente, devuelve el conjunto de datos que cumplen los criterios. La diferencia con el servicio WMS es que éste realiza lecturas internas de datos geográficos y los convierte a una imagen que visualizáis con un visor de mapas.

A primera vista parece que un servicio WFS es comparable a la funcionalidad de consulta de una base de datos. Sin embargo, la versión básica de la especificación WFS únicamente proporciona acceso de lectura a los datos geográficos y no permite realizar consultas que devuelvan datos cruzados de distintos tipos.

INSPIRE recomienda la especificación WFS para los servicios de tipo Acceso que permiten a los usuarios acceder directamente o descargar conjuntos de datos vectoriales.

Operaciones

La especificación WFS básica describe tres operaciones obligatorias:

- La operación *GetCapabilities* devuelve como respuesta un documento XML con los metadatos que describen las capacidades de un servicio WFS. La respuesta contiene las características del servicio, los tipos de características que ofrece y las operaciones que soporta.
- La operación *DescribeFeatureType* genera una descripción en XML con la estructura (elementos y atributos) de una o varias características solicitadas mediante el parámetro *TypeName*.
- La operación *GetFeature* permite la recuperación de las características. El resultado es un conjunto de características seleccionadas mediante el parámetro *TypeName* y codificadas por defecto en el formato GML* para datos vectoriales..

GML (Lenguaje de Marcado Geográfico)

La norma internacional ISO 19136-Lenguaje de marcado geográfico describe el formato estándar para la representación y el intercambio de datos vectoriales utilizado ampliamente por algunos servicios de información geográfica.

El lenguaje de marcado geográfico (Geographic Markup Language-GML) es un potente lenguaje de descripción de características geográficas. Las características en GML (denominadas *features*) representan objetos como ríos, edificios, calles, parcelas catastrales o límites administrativos. Las características se describen mediante propiedades. Un fenómeno puede tener una, varias o ninguna propiedad geométrica.

Nota

Podéis comprobar la respuesta que genera una petición *GetCapabilities* a un servicio WFS mediante la petición:

```
http://www.idee.es/
IDEE-WFS/ogcwebservice?
SERVICE=WFS&
VERSION=1.1.0&
REQUEST=GetCapabilities
```

Nota

Podéis comprobar la respuesta que genera una petición *DescribeFeatureType* a un servicio WFS mediante la petición:

```
http://www.idee.es/IDEE-
WFS/ogcwebservice?
SERVICE=WFS&
VERSION=1.1.0&
REQUEST=DescribeFeatureT
ype&
NAMESPACE=xmlns(ideewfs=
http://www.idee.es/wfs)&
TYPENAME=ideewfs:BDLL200
Municipio
```

*www.opengeospatial.org/standards/gml para datos vectoriales

Nota

Podéis comprobar la respuesta que genera una petición *GetFeature* a un servicio WFS mediante la petición:

```
http://www.idee.es/
IDEE-WFS/ogcwebservice?
SERVICE=WFS&
VERSION=1.1.0&
REQUEST=GetFeature&
NAMESPACE=xml-
ns(ideewfs=http://
www.idee.es/wfs)&
TYPENAME=ideewfs:EGMLi-
miteAdministrativoArea
```

Ejemplos

Utilizad el cliente de servicio WFS, o descarga de geodatos**, de la IDEE.

**<http://www.idee.es/clientesIGN/wfsClient/index.html?lang=ES>

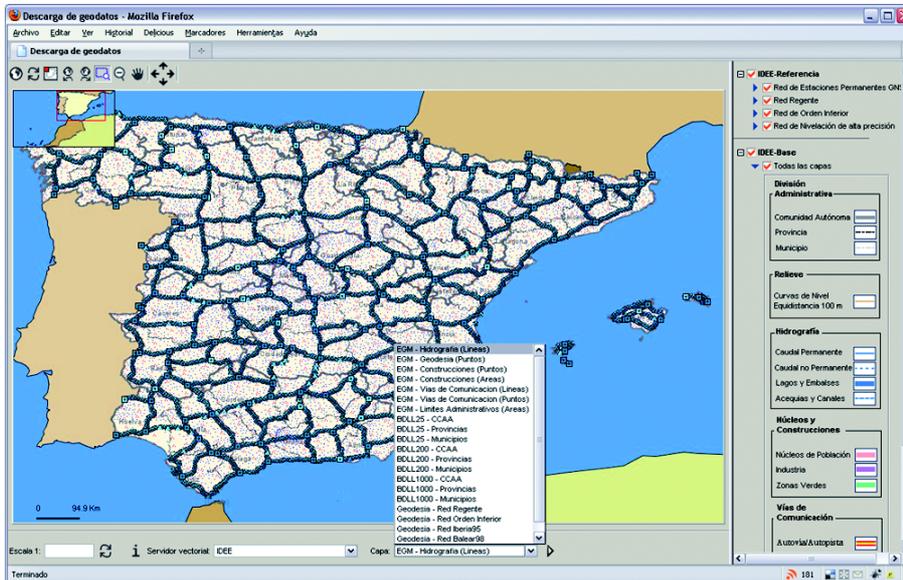


Figura 38. Detalle de capas del servicio de descarga de geodatos de la IDEE

La figura 38 muestra la interfaz de usuario al iniciar el servicio de descarga de geodatos. A lo largo de este apartado destacaremos los aspectos clave de un servicio WFS a medida que utilizéis la aplicación de ejemplo.

El cliente de descarga de geodatos permite la visualización y descarga de información en formato GML. Respecto a la visualización de datos, la figura 38 muestra la interfaz de usuario del servicio, en la que la parte izquierda contiene la región de visualización de las capas vectoriales. La parte derecha muestra el menú de capas de datos vectoriales activas.

La lista desplegable etiquetada como “Servidor vectorial”, que aparece en la parte inferior de la figura 38, permite seleccionar uno de los servicios WFS disponible para la descarga de datos en formato GML comprimido. Al seleccionar el servidor, automáticamente aparecen las capas correspondientes en la lista desplegable etiquetada como “Capa”. En el ejemplo de la figura 38 podéis ver la lista de capas descargables del servicio WFS de la IDEE. La descarga de los datos en GML de la capa seleccionada se inicia mediante el icono con forma de triángulo. Esta acción inicia una petición *GetFeature* al servicio WFS correspondiente. Como resultado, obtendréis un fichero con los datos vectoriales en formato GML.

4.2.3. Servicio web de coberturas

La especificación del Servicio web de coberturas o Web Coverage Service (WCS) describe cómo una aplicación cliente puede obtener datos geográficos asociados a una cobertura.

Nota

De nuevo encontramos el término *capa*.

A continuación presentamos algunos enlaces relevantes para el servicio WFS:

- Especificaciones y normas:
 - OGC Web Coverage Service* (WCS) Implementation Standard (OGC WCS).
- Implementaciones del servicio:
 - MapServer**.
 - Geoserver***.
 - Deegree****.
 - Otras*****.
- Otros:
 - Clientes IGN*****.
 - Lista de servicios web de fenómenos*****.

*<http://www.opengeospatial.org/standards/wcs>

**<http://mapserver.org>

***<http://geoserver.org>

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

*****<http://www.opengeospatial.org/resource/products/byspec/?specid=89>

*****<http://www.idee.es/clientesIGN/relieve/index.html>

*****<http://www.idee.es/CatalogoServicios/cat2/indexWCS.html>

Función

Un servicio WCS permite el acceso a datos espaciales asociados a coberturas en una gran variedad de formatos. En primer lugar, el concepto de cobertura se refiere a una representación de fenómenos continuos, como la altitud, temperatura, etc. En la práctica, las coberturas son datos ráster, modelos digitales de terreno, etc.

INSPIRE recomienda la especificación WCS para los servicios de tipo Acceso que permiten a los usuarios acceder directamente o descargar conjuntos de datos ráster.

Operaciones

La especificación WCS básica describe tres operaciones obligatorias:

- La operación *GetCapabilities* devuelve como respuesta un documento XML con los metadatos que describen las capacidades de un servicio WCS. La respuesta contiene las características del servicio, los tipos de coberturas que ofrece y las operaciones que soporta.

Nota

Podéis comprobar la respuesta que genera una petición *GetCapabilities* a un servicio WCS mediante la petición:

```
http://www.idee.es/wcs/
IDEE-WCS-UTM30N/wcsSer-
vlet?
SERVICE=WCS&
VERSION=1.0.0&
REQUEST=GetCapabilities
```

- La operación *DescribeCoverage* genera una descripción en XML con la estructura (elementos y atributos) de una o varias coberturas solicitadas mediante el parámetro *Coverage*.
- La operación *GetCoverage* permite la recuperación de las coberturas. El resultado es un conjunto de coberturas seleccionadas mediante el parámetro *Coverage* y codificadas en el formato ráster solicitado en el parámetro *Format*.

La lista de parámetros requeridos para la petición *GetCoverage* según la especificación OGC WCS es la siguiente:

- SERVICE = WCS: nombre del servicio.
- VERSION = *version*: versión del servicio.
- REQUEST = *GetCoverage*: nombre de la operación.
- COVERAGE = *coveragename*: nombre de la cobertura, tal como se indica en el documento *GetCapabilities*.
- CRS = *epsgcode*: sistema de referencia de la petición.
- BBOX = *minx, miny, maxx, maxy*: esquinas inferior-izquierda y superior-derecha de la ventana espacial solicitada.
- WIDTH = *outputwidth*: anchura en píxeles de la imagen solicitada.
- HEIGHT = *outputheight*: altura en píxeles de la imagen solicitada.
- RESX = x: tamaño de la celda para cobertura en malla.
- RESY = y: tamaño de la celda para cobertura en malla.
- FORMAT = *outputformat*: formato de salida de la imagen, tal como se indica en el documento *GetCapabilities*.

¿Para qué se necesita un servicio WCS si con un servicio WMS se puede visualizar la misma imagen? La respuesta es que mientras que un servicio WMS realiza lecturas de datos geográficos y devuelve una *representación* de mapa de bits simple de los datos, un servicio WCS devuelve un *archivo* de mapa de bits que puede ser analizado con posterioridad.

Por ese motivo, el formato más común para coberturas en un servicio WCS es GeoTIFF*, que, a diferencia de los formatos PNG o JPEG utilizados en servicios WMS que incluyen únicamente el valor del color por cada píxel, incluye varios valores (denominados *bandas*, como altimetría, temperatura, infrarrojos, etc.) por píxel y viene acompañado de un fichero de cabecera con los detalles de georreferenciación de la imagen.

Nota

Podéis comprobar la respuesta que genera una petición *DescribeCoverage* a un servicio WCS mediante la petición:

```
http://www.idee.es/wcs/
IDEE-WCS-UTM30N/wcsServlet?
SERVICE=WCS&
VERSION=1.0.0&
REQUEST=DescribeCoverage&
COVERAGE=MDTpeninsula-
balears
```

Nota

Podéis comprobar la respuesta que genera una petición *GetCoverage* a un servicio WCS mediante la petición:

```
http://www.idee.es/
wcs/IDEE-WCS-UTM30N/
wcsServlet?
SERVICE=WCS&
VERSION=1.0.0&
REQUEST=GetCoverage&
COVERAGE=MDTpeninsula-
balears&
CRS=EPSG:23030&
BBOX=457847,4094860,47
2599,4110798&
RESX=200&
RESY=200&
FORMAT=GeoTIFF
```

*www.geotiff.osgeo.org

Ejemplos

Utilizaréis el cliente de servicio WCS, o análisis del relieve*, de la IDEE.

*<http://www.idee.es/clientesIGN/relieve/index.html?lang=ES>

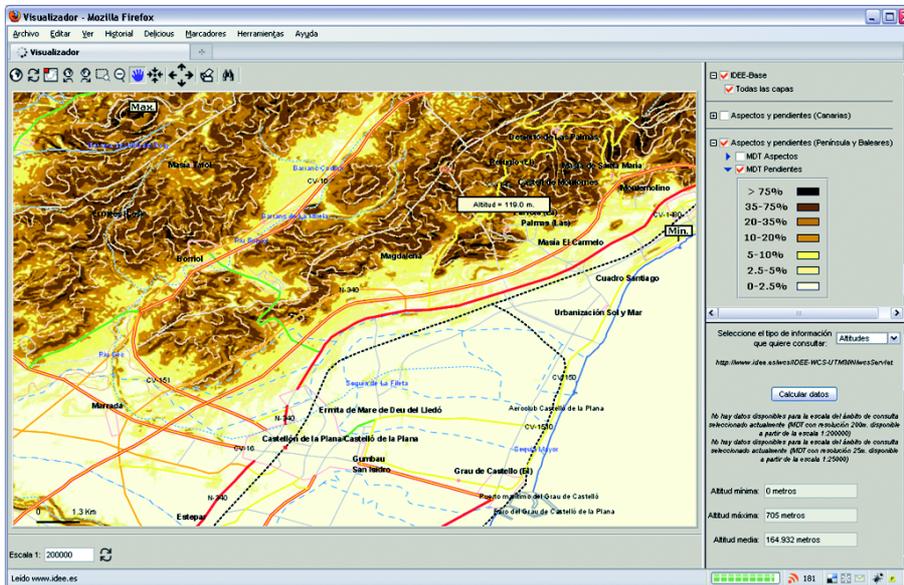


Figura 39. Detalle de pendientes del servicio de análisis del terreno de la IDEE

Un servicio WCS se utiliza habitualmente para obtener valores de elevación de un modelo digital de terreno (MDT) de gran tamaño almacenado en un servidor. Éste es el caso del cliente de análisis de terreno de la IDEE, que ofrece la posibilidad de consultar MDT a 1:200.000 y 1:25.000 para obtener la altitud máxima, mínima y media de la zona visible, así como la altitud de cualquier punto del terreno sobre el que se coloque el cursor.

La figura 39 muestra la interfaz de usuario del servicio de análisis del relieve. La parte izquierda contiene la región de visualización, mientras que la parte derecha muestra el menú de servicios de mapas. Si seleccionáis el MDT de pendientes del menú de la derecha, obtendréis como resultado el mapa de pendientes de la figura 39.

Una característica interesante del servicio de análisis de terreno es la posibilidad de obtener información del relieve (alturas máxima, mínima y media) de la región activa en la parte izquierda. Para ello, únicamente debéis seleccionar el botón “Calcular datos” de la parte derecha. Esta operación lleva a cabo peticiones *getCoverage*. Como resultado se obtienen los valores de las alturas que aparecen en los tres cuadros de texto de la parte inferior derecha. Si situáis el cursor sobre el mapa, obtendréis la correspondiente altura en ese punto concreto.

4.2.4. Servicio web de transformación de coordenadas

La especificación del Servicio web de transformación de coordenadas o Web Coordinate Transformation Services (WCTS) ofrece una funcionalidad básica

de transformación entre sistemas de referencia que normalmente se utiliza por aplicaciones geográficas u otros servicios OGC de forma interna.

A continuación, ofrecemos algunos enlaces relevantes para el servicio WCTS:

- Especificaciones y normas:
 - OGC Coordinate Transformation Service Implementation Specification (OGC WCTS*).
- Implementaciones del servicio:
 - Deegree**.
 - Otras***.
- Otros:
 - WCTS****.

*<http://www.opengeospatial.org/standards/ct>

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

***<http://www.opengeospatial.org/resource/products/byspec/?specid=279>

****http://www.idee.es/IDEE-WCTS_App/index.html?

Función

Un servicio WCTS permite a un cliente realizar una petición de datos geográficos en un determinado sistema de referencia. El servidor recupera dichos datos y los devuelve transformados en el sistema de referencia solicitado en la petición.

INSPIRE recomienda la especificación WCTS para los servicios de tipo Transformación para convertir conjuntos de datos espaciales a diferentes sistemas de referencia.

Operaciones

La especificación WCTS describe dos operaciones obligatorias y tres opcionales:

- La operación *GetCapabilities* devuelve como respuesta un documento XML con los metadatos que describen las capacidades de un servicio WCTS. La respuesta contiene las características del servicio, la lista de sistemas de referencia de coordenadas (CRS, *Coordinate Reference Systems*) soportados y las operaciones que ofrece.
- La operación *Transform* realiza una transformación entre dos sistemas de referencia de coordenadas para un conjunto de datos (codificados en un sistema de referencia fuente). La respuesta contiene los datos solicitados transformados en el sistema de referencia destino.

Nota

Podéis comprobar la respuesta que genera una petición *GetCapabilities* a un servicio WCTS mediante la petición:

```
http://www.idee.es/IDEE-WCTS/ogcwebservice?SERVICE=WCTS&VERSION=0.2.2&REQUEST=GetCapabilities
```

- La operación *IsTransformable* permite comprobar si el servicio realiza la transformación entre dos sistemas de referencia de coordenadas dados. Esta operación es útil para saber, por ejemplo, si un servicio WCTS soporta la transformación de datos entre el sistema de referencia EPSG:4230 y EPSG:4326.
- La especificación WCTS no permite el uso de HTTP GET para el empaquetamiento de mensajes (codificación en la propia URL) en las peticiones *GetTransform* y *IsTransformable*. Estas dos operaciones requieren el uso de los protocolos HTTP POST o SOAP, junto a un documento XML en el que se especifican los parámetros de la petición.

Ejemplos

Utilizaréis el cliente de servicio WCTS, o transformación de coordenadas*, de la IDEE .

*http://www.idee.es/IDEE-WCTS_App/index.html?

La figura 40 muestra la interfaz de usuario al iniciar el servicio de transformación de coordenadas.

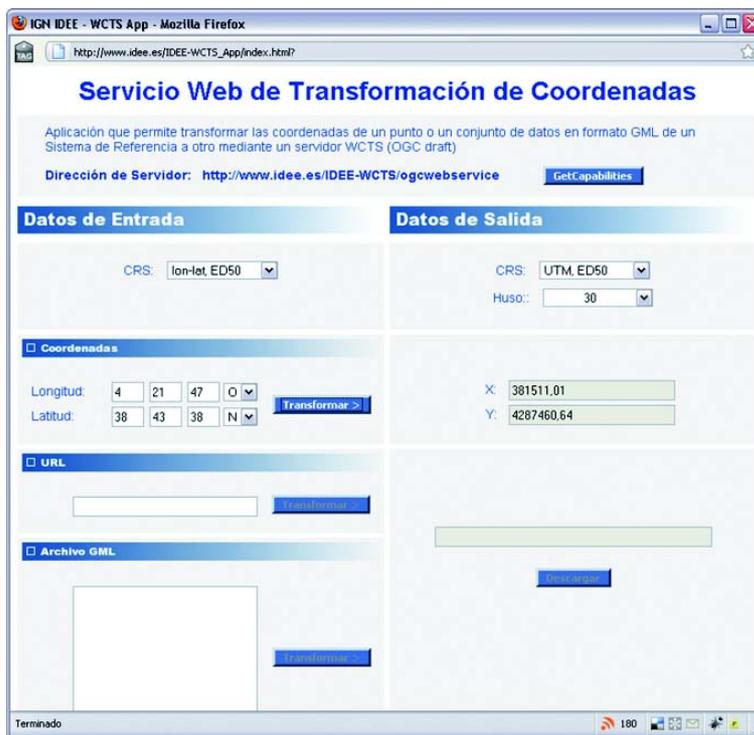


Figura 40. Transformación de un punto con el servicio de transformación de coordenadas de la IDEE

La parte superior de la figura 40 contiene un botón para interrogar al servicio WCTS con la petición *GetCapabilities*.

La parte inferior de la ventana está dividida en dos partes: la izquierda para la entrada de datos que hay que transformar y la derecha para la salida de datos transformados.

Podéis ver en la figura 40 un ejemplo de transformación mediante la operación *Transform*. De modo similar, el servicio también soporta la transformación de un conjunto de datos, o bien especificados como una URL a un fichero remoto, o bien embebidos directamente en la petición.

4.2.5. Servicio web de procesamiento

La especificación del Servicio web de procesamiento o Web Processing Service (WPS) describe cómo una aplicación cliente puede ejecutar algoritmos o tareas de procesamiento sobre datos geográficos.

A continuación, presentamos algunos enlaces relevantes para el servicio WPS:

- Especificaciones y normas:
 - OGC Web Processing Service Implementation Standard (OGC WPS*).
- Implementaciones del servicio:
 - 52 North**.
 - Otras***.
- Otros:
 - Servicios web de procesamiento****.

*<http://www.opengeospatial.org/standards/wps>

**<http://52north.org>

***<http://www.opengeospatial.org/resource/products/byspec/?specid=279>

****<http://www.idee.es/CatalogoServicios/cat2/indexWPS.html>

Función

La función de un servicio WPS es ejecutar algoritmos, cálculos preprogramados y modelos de computación de distinta complejidad que operan con datos espaciales. Los datos requeridos por el servicio pueden estar en el mismo servidor o en servidores remotos, y los formatos pueden ser simples, como imágenes, o tan complejos como se requieran. Los algoritmos pueden ser tan sencillos como una resta entre coordenadas referenciadas espacialmente o tan complicados como un modelo de simulación de incendios forestales.

INSPIRE recomienda la especificación WPS para los servicios de tipo Invocación para la ejecución de geoprosesos remotos. Sin embargo, también puede ser útil para servicios de Visualización (un proceso que genera una gráfica de barras como imagen), Acceso (un proceso que recupera datos de varios servicios de acceso a datos y devuelve los resultados combinados) y Transformación (un proceso que ejecuta varios servicios de transformación encadenados).

Operaciones

La especificación WPS describe tres operaciones obligatorias:

- La operación *GetCapabilities* devuelve como respuesta un documento XML con los metadatos que describen las capacidades de un servicio WPS. La respuesta contiene las características del servicio y una breve descripción de todos los procesos que ofrece.
- La operación *DescribeProcess* genera una descripción en XML con información detallada de los parámetros y los formatos de entrada y salida de uno o varios procesos solicitadas mediante el parámetro *Identifier*.
- La operación *Execute* ejecuta uno de los procesos implementados por el servidor con los valores de los parámetros de entrada requeridos. El resultado es un documento XML con el resultado de la ejecución del proceso o un enlace que apunta a un recurso web accesible. La especificación WPS permite almacenar los resultados de un proceso en el propio servidor. Esta opción es aconsejable cuando un proceso genera resultados de gran tamaño. Pensad, por ejemplo, en el resultado de un proceso de rasterización, es decir, la conversión de datos vectoriales a ráster. Las imágenes resultantes pueden llegar a ser de gran tamaño (del orden de *gigabytes*), por lo que almacenarlas en el propio servidor puede ser una buena idea para minimizar el intercambio de información entre el cliente y el servidor.

Esta operación únicamente permite el uso de los protocolos HTTP POST o SOAP para el empaquetamiento de mensajes, junto a un documento XML en el que se especifican los parámetros de entrada del proceso.

Ejemplos

Utilizaréis un simple cliente de servicio WPS*.

Según el documento de respuesta de una operación *DescribeProcess* para el proceso *GetLineOfSightPng*, esta operación “obtiene la línea de visibilidad en un archivo como una imagen en formato PNG”. En el cliente WPS del ejemplo, podéis examinar el contenido de un documento XML para una petición *Execute* del proceso anterior y comprobar además la respuesta que genera la ejecución de este proceso.

4.3. Implicaciones de los servicios en una IDE

¿Qué importancia tienen las especificaciones OGC de servicios descritas anteriormente para un IDE? Algunos autores han cuestionado la *D* de *datos* en el término *IDE* para convertirla en una *S* de *servicio*. En una IDE buscamos datos por medio de servicios, accedemos a datos mediante servicios, transformamos

Nota

Podéis comprobar la respuesta que genera una petición *GetCapabilities* a un servicio WPS mediante la petición:

```
http://www.idee.es/WPS/
services?
SERVICE=WPS&
VERSION=0.4.0&
REQUEST=GetCapabilities
```

Nota

Podéis comprobar la respuesta que genera una petición *DescribeProcess* para el proceso *GetLineOfSightPng*, que aparece listado en el documento *GetCapabilities* anterior, mediante la petición:

```
http://www.idee.es/WPS/
services?
SERVICE=WPS&
VERSION=0.4.0&
REQUEST=DescribeProcess&
IDENTIFIER=GetLineOfSightPng
```

En el siguiente apartado veréis un ejemplo de la operación *Execute*.

*<http://www.idee.es/WPS/client/client.html>

y procesamos datos con servicios y, finalmente, visualizamos los resultados mediante servicios. En definitiva, todo en IDE trata con servicios de un modo u otro.

El proceso de implantación de INSPIRE se encuentra ahora en la fase de los servicios de red. A lo largo de los próximos meses, verán la luz las versiones definitivas de los documentos guías para cada uno de los tipos de servicio de INSPIRE. Estas guías incluirán los detalles técnicos para poner en marcha estos servicios mediante las especificaciones de servicios OGC vistas en este apartado.

Resumen

Después de ver el servicio de catálogo de metadatos (CSW), para la búsqueda y el descubrimiento de metadatos y datos geográficos, en este apartado hemos visto las capacidades, las operaciones, los detalles técnicos y algunos ejemplos prácticos de los servicios OGC más utilizados en una IDE:

- El Servicio web de mapas (WMS), para visualizar imágenes de mapas georreferenciadas.
- El Servicio web de características (WFS), para recuperar datos vectoriales.
- El Servicio web de coberturas (WCS), para acceder a datos ráster.
- El Servicio web de transformación de coordenadas (WCTS), para convertir datos geográficos entre diferentes sistemas de referencia.
- El Servicio web de procesamiento (WPS), para ejecutar rutinas de procesamiento remoto sobre datos geográficos.

En definitiva, los servicios son el engranaje de una IDE. Los servicios permiten la generación de información geográfica a partir de datos geográficos. Los servicios llevan a cabo funcionalidades de valor añadido para el usuario.

5. El futuro de la IDE

En los anteriores apartados hemos repasado el estado actual de las IDE: definiciones, qué puede o debe hacer y un poco de discusión sobre todo el engranaje de componentes (servicios, metadatos, estándares, etc.) presentes en una IDE.

Desde un punto de vista crítico, podríamos preguntarnos: “Bueno, si todas las piezas están disponibles y encajan a la perfección, ¿ya está todo dicho en el mundo de las IDE?”. Tal vez, utilizando una perspectiva ligeramente más crítica, también podríamos preguntarnos: “Sí, las IDE están apareciendo por todas partes, pero ¿cómo sabemos que se está haciendo algo nuevo y diferente?, ¿vale la pena el esfuerzo realizado en tiempo, dinero y recursos en el desarrollo de las IDE?, ¿o son meramente fachadas políticas?”. Asimismo, podríamos mirar hacia el futuro y preguntarnos: “¿la IDE del año 2050 será la misma que la que se está diseñando actualmente?”.

Intentar responder a estas preguntas es un mero ejercicio de especulación, pero, desde un punto de vista crítico y académico, puede ayudarnos a mantener nuestra mente organizada para el diseño de las IDE actuales.

Viajemos al año 1993. Los ordenadores están disponibles en la mayoría de los puestos de trabajo de oficina (al menos en el mundo occidental) y muchos de estos ordenadores están conectados a Internet. Algunos incluso llegaban a compartir datos, aunque de manera muy limitada, mediante servicios como FTP o en CD-ROM. Y precisamente, en aquel momento, el presidente Bill Clinton tenía previsto publicar una Orden Ejecutiva, en un intento de crear una infraestructura nacional en Estados Unidos.

La gente en 1993 podría haber predicho con un poco de imaginación gran parte de los cambios “esperados” para el año 2010. Los ordenadores serían más rápidos y pequeños, habría más canales de TV, etc. Sin embargo, no podría haber predicho los pocos cambios radicales, o lo que a veces se denomina *cambios de paradigma*. Uno de estos cambios fue la difusión pública de la World Wide Web (WWW), justo un año más tarde, en 1994 (desde 1991 hasta 1993-1994 era un experimento bastante limitado y cerrado). ¿Cómo sería la IDE de hoy si se hubiera seguido utilizando Internet tal como se hacía años atrás, con los servicios básicos de entonces (telnet, FTP, etc.), en lugar de las aplicaciones ricas e interactivas de las que dispone la actual WWW?

Ahora, volvamos al año 2010. En este momento podemos hacernos preguntas similares sobre el futuro próximo: ¿Qué vemos en el horizonte? o ¿Qué podría convertirse en el próximo cambio radical de paradigma?

En la “Bibliografía seleccionada sobre el futuro de la IDE”, que incluimos en este apartado, tenéis algunos artículos que pueden dar algunas pistas sobre el futuro de la IDE. Junto a cada enlace de cada artículo, se proporciona únicamente una pista, sin pretender ni mucho menos adivinar lo que será la IDE del futuro.

Posiblemente, alguno de vosotros se convierta en protagonista de la siguiente generación de IDE, y no estaría mal empezar a preguntarse cuáles son las limitaciones de la IDE actual y qué mejoras podrían hacerse. Se trata de un ejercicio más complicado de lo que aparenta, ya que mejorar una idea que en principio está bien y funciona no resulta tan fácil. Algunos consejos útiles para hacernos preguntas por el fenómeno innovador los proporciona el libro *The Medicci Effect (El efecto Medicci)*.

Las viejas reglas en ocasiones sólo sirven para frenar la innovación, así que ignorar las normas y los prejuicios establecidos puede ayudar bastante para encontrar el “efecto Medici” de innovación que produzca un cambio radical en el futuro. ¡Suerte!

Bibliografía seleccionada sobre el futuro de la IDE

- El mundo es multidimensional. ¿Por qué una IDE es únicamente 2-D?
- http://www3.uji.es/~canut/uocide/nature_Vglobe.pdf
- <http://ijsdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijsdir/article/viewFile/119/99>.
- ¿Cuáles son las relaciones* entre el mundo real, el mundo en nuestra IDE y el ciberespacio?
- ¿La IDE responde hoy a las 5 “W”** (en castellano: qué, quién, cómo, cuándo, dónde)?
- ¿Sólo las instituciones cartográficas oficiales son las encargadas de contribuir con datos geográficos a la IDE***? ¿o, tal vez, 6.000 millones de personas (todo el planeta) pueden contribuir con nuevos contenidos geográficos a la IDE desde cualquier lugar y a todas horas?
- ¿Qué sucede cuando estamos rodeados por una cantidad ingente de sensores que recogen todo tipo de datos sobre el medio ambiente? ¿Puede esto estar ligado a la IDE****?
- La IDE está diseñada como una arquitectura basada en “servicios”. ¿Podría estar diseñada sobre otro modelo diferente*****?

Lecturas complementarias

F. Johansson (2006). *The Medicci Effect*.

*http://www3.uji.es/~canut/uocide/google_Digiplace.pdf

**http://www3.uji.es/~canut/uocide/google_spatial_ieee.pdf

***<http://ijsdir.jrc.ec.europa.eu/index.php/ijsdir/article/viewFile/28/22>

****http://www3.uji.es/~canut/uocide/Dust_Economist.pdf

*****http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/network/Resource_orientated_architecture_and_REST.pdf

Resumen

En esta asignatura hemos definido los servicios OGC para la gestión de información geográfica y el papel que desempeñan en las infraestructuras de datos espaciales (IDE).

En primer lugar, hemos introducido el concepto de IDE para el acceso y la compartición de información geográfica en un entorno distribuido. Hemos visto la necesidad de promover las IDE con el fin de fomentar la interoperabilidad y la integración de datos y servicios de información geográfica. En el contexto europeo, la directiva europea INSPIRE define las líneas generales de interoperabilidad sobre las que cualquier IDE debe asentarse.

Hemos aprendido que cuando hablamos del término IDE, en realidad nos referimos a una red de nodos IDE conectados entre sí para facilitar el intercambio de información geográfica. Existen nodos IDE a distintos niveles administrativos, desde los niveles europeo y nacional hasta los regional y local. El éxito de INSPIRE depende fundamentalmente de la existencia de una red de IDE subnacional operativa y de que estas IDE colaboren entre ellas.

Hemos descrito la arquitectura conceptual de una IDE, compuesta por un conjunto de componentes institucionales y políticos y por un conjunto de componentes tecnológicos. Hemos agrupado los componentes tecnológicos básicos de una IDE en torno a los estándares, metadatos y servicios geográficos. También hemos situado estos componentes en una arquitectura operativa formada por tres capas: la capa de aplicaciones, la capa intermedia de servicios y la capa de repositorios de datos y metadatos.

En segundo lugar, hemos definido el concepto de estándar y sus tipos: *de jure* u oficial, definido por organismos internacionales de normalización; y *de facto* o no oficial, definido por consenso general. Hemos enumerado los organismos de estandarización más relevantes en el ámbito de la información geográfica. Por una lado, la ISO y el Comité Técnico ISO 211 (ISO/TC211) para la generación de norma estándares *de jure*, como la norma ISO 19115 sobre metadatos y la norma ISO 19119 sobre servicios. Por otro lado, el consorcio internacional OGC para la definición de especificaciones *de facto* para las interfaces de servicio de información geográfica.

Hemos visto también que las especificaciones OGC y las normas internacionales ISO/TC211 actúan como guías para que los distintos componentes de una IDE se entiendan e interoperen. Hemos definido el concepto de interfaz de un servicio como el conjunto de reglas de la conexión que permite que dos componentes puedan comunicarse entre sí. Y a raíz de la importancia de la in-

terfaz de un servicio, hemos concluido que la gran mayoría de las normas y especificaciones en el ámbito de la información geográfica se centra en la definición de interfaces de servicios para promover la interoperabilidad entre clientes y servidores.

En tercer lugar, hemos diferenciado entre *objeto*, *recurso* y *metadatos*. En el mundo de los SIG resulta tan imprescindible disponer de recursos geográficos, en forma de datos vectoriales y ráster, como de los metadatos que describen los recursos. Los metadatos son información que define el contenido, el título, la fecha de creación, la calidad, el formato, la procedencia, el uso y otras tantas características adicionales que facilitan la búsqueda y la comprensión de los datos geográficos por parte del usuario o consumidor de datos.

Hemos analizado la importancia de los metadatos en una IDE. La conclusión más importante sobre los metadatos extraída en esta asignatura es que los metadatos son el nexo común que relaciona a los usuarios, quienes necesitan descubrir datos geográficos, y los proveedores, quienes necesitan promocionar y distribuir los datos geográficos. Hemos descrito el servicio de catálogo de metadatos como el servicio encargado de gestionar los metadatos geográficos. Hemos descrito con detalle los elementos de un servicio de catálogo, según la especificación *Catalogue Service for Web* (CSW) de OGC, y hemos descubierto la utilidad práctica de los servicios de catálogo desplegados en una IDE nacional y regional.

En cuarto lugar, hemos introducido el concepto de servicio en red según la directiva INSPIRE. Hemos enumerado sus tipos de manera genérica –descubrimiento, visualización, acceso, transformación e invocación– y hemos analizado la correspondencia existente entre las especificaciones de interfaces de servicios OGC con los tipos de servicios genéricos de INSPIRE con el fin de dar sentido al concepto Servicios OGC.

Hemos descrito en detalle las especificaciones OGC para servicios (o servicios OGC) más relevantes en una IDE. Por cada servicio OGC, hemos dado un repaso a las capacidades, las operaciones y los detalles técnicos, junto a ejemplos prácticos de su uso:

- El Servicio web de mapas (WMS, Web Map Service) para la visualización de imágenes de mapas georreferenciadas.
- El Servicio web de características (WFS, Web Feature Service) para el acceso y la recuperación de datos vectoriales.
- El Servicio web de coberturas (WCS, Web Coverage Service) para el acceso y la recuperación de datos ráster y coberturas.
- El Servicio web de transformación de coordenadas (WCTS, Web Coordinates Transformation Service) para la conversión de datos geográficos entre diferentes sistemas de referencia.

- El Servicio web de procesamiento (WPS, Web Processing Service) para la ejecución de rutinas y algoritmos de procesamiento remoto sobre datos geográficos.

Finalmente, hemos especulado sobre el futuro de las IDE, ya que como las tecnologías de la información cambian en el tiempo, las IDE también evolucionarán en los próximos años.

Ejercicios de autoevaluación

1. Las infraestructuras de datos espaciales (IDE) son lo mismo que los SIG.
 - a) Verdadero.
 - b) Falso.
2. Las IDE son principalmente geoportales.
 - a) Verdadero.
 - b) Falso.
3. ¿Cuántas organizaciones se requieren como mínimo para construir una IDE?
 - a) Al menos dos.
 - b) Al menos tres.
 - c) Una, si ésta es una importante agencia nacional.
 - d) El número no importa.
4. Las infraestructuras de información fueron inventadas por la Orden Ejecutiva 12906 (Estados Unidos) en 1994.
 - a) Verdadero.
 - b) Falso.
5. ¿Qué operación o tarea no soporta, normalmente, una IDE?
 - a) Publicación de geodatos.
 - b) Creación de geodatos.
 - c) Visualización simple de geodatos.
 - d) Acceso a geodatos.
6. ¿Cuál es el componente más importante de una IDE?
 - a) Colaboración.
 - b) Servidores de mapas.
 - c) Metadatos.
 - d) Datos.
7. ¿Por qué razón Google no se utiliza (normalmente) para la búsqueda de geodatos?
 - a) No tiene una interfaz de usuario adecuada.
 - b) Produce demasiadas respuestas irrelevantes.
 - c) No ha sido diseñado para reconocer formatos específicos de datos geográficos.
 - d) Es demasiado lento.
8. ¿Qué es exactamente lo que se está estandarizando en una IDE?
 - a) Capacidades de los servidores.
 - b) Colaboración.
 - c) Formatos de geodatos.
 - d) Interfaces de clientes y servidores.
9. ¿Para qué se utilizan los elementos de metadatos que forman el núcleo (*core*) según la norma ISO 19115?
 - a) Los elementos del núcleo son elementos obligatorios.
 - b) Los elementos del núcleo se utilizan para la búsqueda, mientras que los demás son elementos descriptivos.
 - c) Los elementos del núcleo son metadatos oficiales y los otros no.
 - d) Los elementos del núcleo contienen prácticamente todas las propiedades básicas de respuesta.
10. ¿Cuál de los servicios geográficos está fuertemente vinculado a bases de datos?
 - a) Web Map Service (WMS).
 - b) Web Feature Service (WFS).
 - c) Web Coverage Service (WCS).
 - d) Web Processing Service (WPS).

Solucionario

1. b

Las IDE conectan SIG y otros clientes y usuarios de datos espaciales.

2. b

Los geoportales proporcionan una puerta de entrada a las IDE, pero no son el principal componente *per se*.

3. a

4. a

Una IDE es únicamente un tipo específico de infraestructuras de información, un concepto que ya tiene una larga historia y una considerable literatura asociada.

5. b

6. a

Las IDE son colaboraciones complejas entre muchos actores de la comunidad geoespacial.

7. c

Tal vez algún día (parece que no muy lejano), Google proporcione un buscador especializado de datos geográficos.

8. d

El 90% de los estándares intentan mejorar la interoperabilidad entre cliente y servidor.

9. d

10.e

El servicio WFS es la respuesta más idónea.

Glosario

arquitectura IDE *f* Estructura operativa de una IDE, que incluye las relaciones entre los componentes que la forman, los principios y las líneas básicas de su diseño y evolución.

capa *f* Conjunto de datos espaciales asociados a un contenido temático común. Característica abstracción de los fenómenos (*features*) del mundo real.

CEN *m* Acrónimo de European Committee of Standardization. Organismo oficial de normalización de la Unión Europea.

cobertura *f* Información digital del territorio, referida a una variable temática concreta. Suele ser sinónimo de capa en ciertos contextos.

CSW *m* Acrónimo de *Catalogue Service for Web*, un servicio compatible con la especificación de servicio OGC CSW que responde a las peticiones de metadatos de catálogos con criterios especiales de búsqueda o navegación.

GML *m* Acrónimo de Geography Markup Language. El lenguaje de marcado geográfico (GML) es un lenguaje basado en XML para el modelado, intercambio y almacenamiento de información geográfica vectorial.

IDE *f* Acrónimo de infraestructura de datos espaciales. Sistema integrado por un conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, datos, aplicaciones, páginas web, etc.) dedicados a gestionar datos geográficos (mapas, ortofotos, imágenes de satélite, topónimos, etc.) y disponibles en Internet que cumple una serie de condiciones de interoperabilidad (normas, especificaciones, protocolos, interfaces, etc.) y que permite que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda utilizarlos y combinarlos según sus necesidades.

interfaz de servicio *f* Conjunto de reglas estandarizadas que permiten la comunicación entre usuarios, aplicaciones cliente u otros servicios con un servicio dado.

interoperabilidad *f* Capacidad de comunicarse, ejecutar programas o transferir datos entre diferentes sistemas o componentes sin que el usuario haya de tener muchos conocimientos sobre sus características.

ISO *f* Acrónimo de International Organization for Standardization, organismo internacional de normalización.

mapa *m* Representación gráfica del territorio, de acuerdo con determinadas convenciones o normas, en un modelo reducido y a escala que establece una correspondencia entre los distintos puntos de la superficie terrestre y los de un plano.

metadatos *m* “Datos sobre los datos”. Son descripciones que especifican el contenido, la calidad y otras características de los datos. Ayudan a localizar y a entender los datos que describen.

OGC *m* Acrónimo de Open Geospatial Consortium. Consorcio internacional de empresas, instituciones públicas y universidades que trabajan para el desarrollo de especificaciones de interfaces de servicios de información geográfica.

servicio de catálogo en web *m* Véase CSW.

Servicio web de características *m* Véase WFS.

Servicio web de coberturas *m* Véase WCS.

Servicio web de mapa *m* Véase WMS.

Servicio web de procesamiento *m* Véase WPS.

Servicio web de transformación de coordenadas *m* Véase WCTS.

WCS *m* Acrónimo de Web Coverage Service, un servicio compatible con la especificación de servicio OGC WCS que permite el acceso y la recuperación de datos ráster o coberturas.

WCTS *m* Acrónimo de Web Coordinate Transformation Service, un servicio compatible con la especificación de servicio OGC WCTS que permite la conversión de datos geográficos entre diferentes sistemas de referencia.

WFS *m* Acrónimo de Web Feature Service, un servicio compatible con la especificación de servicio OGC WFS que permite el acceso y la recuperación de datos vectoriales, normalmente en formato GML.

WMS *m* Acrónimo de Web Map Service, un servicio compatible con la especificación de servicio OGC WMS que produce mapas georreferenciados en un formato de imagen estándar (PNG, GIF, JPEG, etc.).

WPS *m* Acrónimo de Web Processing Service, un servicio compatible con la especificación de servicio OGC WPS que permite la ejecución de algoritmos y procesos remotos con datos geográficos.

Bibliografía

ANZLIC (1996). *Spatial Data Infrastructure for Australia and New Zealand*. Canberra, ACT, Australia y New Zealand Land Information Council.

Autores varios (2002). *SDI Africa: An Implementation Guide*. GSDI, EIS-Africa, ECA, y ITC. <http://geoinfo.uneca.org/sdiafrica>

Bernard, L.; Kanellopoulos, I.; Annoni, A.; Smits, P. (2005). “The European geoport-one step towards the establishment of a European Spatial Data Infrastructure”. *Computers, Environment and Urban Systems* (núm. 29: 1, pág. 15-31).

Bishr, Y. (1998). “Overcoming the semantic and other barrier to GIS interoperability”. *International Journal of Geographical Information Science* (núm. 12: 4, pág. 299-313).

CGDI (2004). *A Developers Guide to the CGDI: Developing and publishing geographic information, data and associated services*. Canadian Geospatial Data Infrastructure. http://www.geoconnections.org/publications/Technical_Manual/CGDI_Technical_Manual_0204_e.pdf

Carr, N. (2008). *The Big Switch: Rewiring the World, from Edison to Google*. W.W. Norton.

Chan, T. O.; Feeney, M. E.; Rajabifard, A.; Williamson, I. (2001). "The dynamic nature of Spatial Data Infrastructures: A method of descriptive classification". *Geomatica* (núm. 55 (1), pág. 65-72).

Comisión Europea (2007). Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de marzo de 2007 por la que se establece una infraestructura de información espacial en la Comunidad Europea (INSPIRE). *Diario Oficial de la Unión Europea*.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:108:0001:0014:ES:PDF>

Comisión Europea (2008a). Reglamento (CE) núm. 1205/2008 de la Comisión, de 3 de diciembre del 2008, por el que se ejecuta la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los metadatos.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:326:0012:0030:ES:PDF>

Comisión Europea (2008b). INSPIRE Network Services Architecture. Draft document, version 3.0, European Commission Joint Research Centre.
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/network/D3_5_INSPIRE_NS_Architecture_v3-0.pdf

Comisión Europea (2009a). INSPIRE Metadata Implementing Rules: Technical Guidelines based on EN ISO 19115 and EN ISO 19119. Version 1.1, European Commission Joint Research Centre.
http://inspire.jrc.ec.europa.eu/reports/ImplementingRules/metadata/MD_IR_and_ISO_20090218.pdf

Comisión Europea (2009b). Reglamento (CE) núm. 976/2009 de la Comisión, de 19 de octubre del 2009, por el que se ejecuta la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que se refiere a los servicios en red.
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:274:0009:0018:ES:PDF>

Crompvoets, J.; Rajabifard, A.; Loenen, B. van; Tatiana Delgado Fernández, T. (eds.) (2008). *A Multi-View Framework to Assess Spatial Data Infrastructures*. The University of Melbourne.

Crompvoets, J.; Rajabifard, A.; Loenen, B. van; Tatiana Delgado Fernández, T. (2008). "Future directions for Spatial Data Infrastructure Assessment". En: *A Multi-View Framework to Assess Spatial Data Infrastructures* (pág. 385-397). The University of Melbourne.

Federal Register (1994). "Executive Order 12906: Coordinating geographical data acquisition and access to the National Spatial Data Infrastructure". *Federal Register* (núm. 59, 17671?4).
<http://www.archives.gov/federal-register/executive-orders/pdf/12906.pdf>

García García, F. J.; Rodríguez Pascual, A. F. (2008). "Normalización en información geográfica". *Mapping Interactivo* (núm. 123, enero/febrero).
http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1451

Granell, C.; Gould, M. (eds.) (2006). *Avances en las Infraestructuras de Datos Espaciales*. Castellón: Publicaciones de la Universitat Jaume I.
<http://www3.uji.es/~canut/books/libroAvancesIDE.pdf>

Gould, M. (2007). *Geospatial Infrastructure Materials*. Master Degree in Geospatial Technologies (International Erasmus Mundus).

Goodchild, M.; Egenhofer, M.; Fegeas, R.; Kottman, C. (eds.) (1999). *Interoperating Geographic Information Systems*. Norwell, MA: Kluwer Publisher.

Green, D.; Bossomaier, T. (2002). *Online GIS and Spatial Metadata*. Londres: Taylor and Francis.

Groot, R.; McLaughlin, J. (2000). *Geospatial Data Infrastructures*. Oxford: Oxford University Press.

ISO (2003a). *ISO 19115:2003 Geographic information-Metadata*. International Organization for Standardization (ISO).

ISO (2003b). *ISO 15836:2003 Information and documentation-The Dublin Core metadata element set*. International Organization for Standardization (ISO).

ISO (2005). *ISO 19119:2005 Geographic information-Services*. International Organization for Standardization (ISO).

ISO (2005). *ISO 19128:2005 Geographic information-Web map server interface*. International Organization for Standardization (ISO).

ISO (2007). *ISO 19136:2007 Geographic information-Geography Markup Language (GML)*. International Organization for Standardization (ISO).

Johansson, F. (2006). *The Medici Effect: What elephants and epidemics can teach us about innovation*. Boston: Harvard Business School Press.
<http://www.themediceffect.com/downloads/MediciEffect.pdf>

Loenen, B. van; Besemer, J. W. J.; Zevenbergen, J. A. (eds.) (2008). *SDI Convergence: Research, Emerging Trends and Critical Assessment*. Rotterdam.
<http://www.gsdi.org/gsdiconf/gsd11/SDICnvrncBook.pdf>

Longley, P. A.; Goodchild, M. F.; Maguire, D. J.; Rhind, D. W. (2005). *Geographic Information Systems and Science*. Nueva York: John Wiley and Sons.

López Romero, E.; Alonso Jiménez, J. A. (2008). "Normas sobre servicios" (ISO 19119, 19128, 19133 y 19134). *Mapping Interactivo* (núm. 123, enero/febrero).
http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1459

Maguire, D. J.; Longley, P. A. (2005). "The emergence of geoportals and their role in spatial data infrastructures". *Computers, Environment and Urban Systems* (núm. 29: 1, pág. 3-14).

Martell, R. (ed.) (2009). *CSW-ebRIM Registry Service-Part 1: ebRIM profile of CSW*. Open Geospatial Consortium, reference number OGC 07-110r4.
<http://www.opengeospatial.org/standards/cat>

Masser, I. (1999). "All shapes and sizes: The first generation of national spatial data infrastructures". *International Journal of Geographical Information Science* (núm. 13: 1, pág. 67-84).

Masser, I. (2005). *GIS Worlds: Creating Spatial Data Infrastructures*. Redlands, CA: ESRI Press.

Méndez-Rodríguez, E. M. (2002). *Metadatos y recuperación de información. Estándares, problemas y aplicabilidad en bibliotecas digitales*. Madrid: Ediciones Trea, S.L.

Nebert, D. (ed.) (2004). *Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook, Version 2.0*. (existe **versión castellana**).
<http://www.gsdi.org/docs2004/Cookbook/cookbookV2.0.pdf>
http://www.gsdi.org/pubs/cookbook/recetario_es0515.pdf, versión en castellano de la versión 1.1 (2001).

Nebert, D.; Whiteside, A.; Vretanos, P. (eds.) (2007). *OpenGIS Catalogue Services Specification*. Open Geospatial Consortium, reference number OGC 07-006r1.
<http://www.opengeospatial.org/standards/cat>

Nogueras-Iso, J.; Zarazaga-Soria, F.; Muro-Medrano, P. R. (2005). *Geographic Information Metadata for Spatial Data Infrastructures: Resources, Interoperability and Information Retrieval*. Berlín: Springer

Rajabifard, A.; Feeney, M. F.; Williamson, I. (2003). "Spatial Data Infrastructures: Concept, nature and SDI hierarchy". En: *Developing Spatial Data Infrastructures: From Concept to Reality* (pág. 17-40). Boca Raton, FL: CRC Press.

Sánchez Maganto, A.; Nogueras-Iso, J.; Ballari, D. (2008). "Normas sobre metadatos" (ISO 19115, ISO 19115-2, ISO 19139, ISO 15836). *Mapping Interactivo* (núm. 123, enero/febrero).
http://www.mappinginteractivo.com/plantilla-ante.asp?id_articulo=1455

Seiner, R. S. (2000). *Questions metadata can answer*. The Data Administration Newsletter - TDAN.com.
<http://www.tdan.com/view-articles/4841/>

Steiniger, S.; Bocher, E. (2009). "An overview on current free and open source desktop GIS developments". *International Journal of Geographical Information Science* (núm. 23(10), pág. 1.345-1.370).

Vandenbroucke, D.; Comprovets, J.; Vancauwenberghe, G.; Dessers, E.; Orshoven, J. van (2009). "A Network Perspective on Spatial Data Infrastructures: Application to the Sub-national SDI of Flanders (Belgium)". *Transactions in GIS* (núm. 13(s1) pág. 105-122).

Vogues, U.; Shekler, K. (eds.) (2007). *OpenGIS Catalogue Services Specification 2.0.2 - ISO Metadata Application Profile*. Open Geospatial Consortium, reference number OGC 07-045. <http://www.opengeospatial.org/standards/cat>

Wytzisk, A.; Sliwinski, A. (2004). "Quo Vadis SDI?". En: *Proceedings the Seventh AGILE Conference on Geographic Information Science* (pág. 43-49). Crete, Greece.