



**PASADO, PRESENTE Y FUTURO
DE LAS INFRAESTRUCTURAS
DE DATOS ESPACIALES**

Javier Valencia Mtz. de Antoñana

**PASADO, PRESENTE Y FUTURO DE LAS
INFRAESTRUCTURAS DE DATOS ESPACIALES**

Javier Valencia Martínez de Antoñana

© 2008 Bubok Publishing S.L.

2ª edición

ISBN:

DL:

Impreso en España / Printed in Spain

Impreso por Bubok

A mi mujer, Amaia:

<<No temeré mal alguno, porque tú estarás conmigo...>>.

Salmo 23:4

Y a mi hija Martina:

<<El mejor legado de un padre a sus hijos es un poco de su tiempo cada día>>.

Battista

A mi querido padre:

<<Gracias por haberme educado así. Siempre has sido y serás un magnífico referente>>.

ÍNDICE

<i>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</i>	0
<i>CAPÍTULO 2. PUNTO DE PARTIDA</i>	2
2.1. <i>Definición</i>	2
2.2. <i>Orígenes</i>	6
2.3. <i>SIG vs IDE</i>	10
<i>CAPÍTULO 3. INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES (IDE)</i>	14
3.1. <i>Objetivos</i>	14
3.2. <i>Marco Institucional</i>	15
1. <i>Nivel global</i>	15
2. <i>Nivel europeo</i>	16
3. <i>Nivel estatal</i>	18
4. <i>Estructura jerárquica</i>	18
3.3. <i>Marco Legal</i>	19
<i>CAPÍTULO 4. PRINCIPIOS TÉCNICOS</i>	22
4.1. <i>Tecnologías</i>	22
4.2. <i>Estándares</i>	24
<i>CAPÍTULO 5. COMPONENTES</i>	29
5.1. <i>Datos</i>	30
5.2. <i>Metadatos</i>	31
5.3. <i>Servicios</i>	46
5.4. <i>Políticas</i>	55
5.5. <i>Personal</i>	55
<i>CAPÍTULO 6. EL FUTURO DE LAS IDES. GIS CLOUD, MINERÍA DE DATOS, SEMÁNTICA Y ONTOLOGÍA</i>	59
6.1. <i>El futuro de las IDEs. Potenciales y puntos débiles</i>	59
6.2. <i>Sinergias con otras tecnologías</i>	67
6.3. <i>GIS Cloud</i>	71
6.4. <i>Minería de Datos</i>	73
6.5. <i>Semántica y ontología</i>	75
<i>CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES</i>	79
<i>CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS</i>	82

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

El presente documento es el resultado del proyecto final del Máster en Geotecnologías Cartográficas en Ingeniería y Arquitectura. Ha sido concebido como un proyecto de corte investigador, que sirva de base para el posterior desarrollo de mi tesis doctoral en Investigación y Desarrollos en Geotecnologías y que se titulará *"Infraestructuras de Datos Espaciales Tridimensionales: Hacia un modelo real de la Información Geográfica"*.

En *"Pasado, presente y futuro de las Infraestructuras de Datos Espaciales"*, se pretende hacer una profunda revisión de lo que suponen estas herramientas, de su origen, de su estado actual y de las tendencias de futuro de las mismas.

Los **motivos** que me han llevado a desarrollar este proyecto están, fundamentalmente, relacionados con el **intento de sacar el máximo potencial de lo que entiendo que, hoy por hoy, es la mejor forma de gestionar la información geográfica**. Sin embargo, de mi experiencia profesional he llegado a la conclusión de que no siempre se utilizan todas las posibilidades de este tipo de estructuras.

Por ello, intentaré recopilar en este documento cuanta información concierne a las IDEs, desde sus orígenes, definiciones hasta pasar por los marcos legislativos, las técnicas y fases de estos proyectos y posibilidades de futuro.

En el **capítulo 2**, se desarrollará una sucinta reseña de los orígenes de las IDEs, la situación que dio lugar a su desarrollo y, por supuesto, las definiciones que, sobre estas tecnologías, han ido surgiendo.

En el siguiente capítulo, en el **capítulo 3**, se tratará sobre los objetivos que rodean las IDEs y el marco institucional que va relacionado con las mismas.

En el **capítulo 4**, se tratará de manera resumida la tecnología y los estándares asociados a las Infraestructuras de Datos Espaciales.

En el **capítulo 5**, se desarrollará de lleno los componentes de las IDEs, datos, metadatos, servicios, políticas y usuarios.

En el **capítulo 6**, se tratará el futuro de las infraestructuras de datos espaciales desde el punto de vista del potencial de desarrollo, tratando elemento de desarrollo futuro, principales debilidades y obstáculos de desarrollo y tecnologías con las que pudieran surgir sinergias.

En el **capítulo 7**, se mostrarán las conclusiones extraídas a lo largo del presente proyecto.

En el **capítulo 8** se desglosará toda la bibliografía consultada para el desarrollo del presente proyecto.

**<< ¿Por qué tenemos que subvencionar
la curiosidad intelectual?>>**

Ronald Reagan, discurso de campaña 1980

CAPÍTULO 2. PUNTO DE PARTIDA

2.1. Definición

Antes de comentar largo y tendido sobre las IDEs, vamos a hacer una pequeña parada en la definición. Son varias las definiciones encontradas en la bibliografía sobre esta temática. A continuación procederé a comentar algunas de las más interesantes definiciones, comentándolas de forma sucinta, para finalizar dando una definición personal de lo que entiendo por IDE.

El término Infraestructura de Datos Espaciales fue acuñado por primera vez en 1993 por el U.S. National Research Council para referirse a un ***marco de tecnologías, políticas y disposiciones institucionales que, trabajando conjuntamente, facilitan la creación, el intercambio y el uso de los datos geoespaciales y recursos de información relacionados a través de una comunidad de intercambio de información.***

Como puede observarse se trata fundamentalmente de dar valor añadido al intercambio de información espacial.

Según el Instituto Geográfico Nacional una IDE es un sistema estandarizado integrado por un ***conjunto de recursos informáticos cuyo fin es visualizar y gestionar cierta Información Geográfica disponible en Internet. Este sistema permite, por medio de un simple navegador de Internet, que los usuarios puedan encontrar, visualizar, utilizar y combinar la información geográfica según sus necesidades (Curso de Infraestructuras de Datos Espaciales).***

En esta definición se hace hincapié en el conjunto de recursos informáticos y parece que la información queda en un segundo plano.

Otra definición podría ser la siguiente: ***conjunto de datos, servicios, metodologías, normas, estándares y acuerdos, que permiten visualizar, superponer, consultar y analizar la Información geográfica publicada en Internet, según estándares bien definidos, por un conjunto de productores de datos y servicios geográficos*** . Asignatura de Gestión de la Información Espacial, Máster en Geotecnologías Cartográficas en la Ingeniería y Arquitectura, Universidad de Salamanca.

Esta definición, algo más completa, perfila las IDEs como un conjunto de varios elementos para gestionar Información Espacial.

La Wikipedia, por ejemplo, define a las IDEs como ***un marco de datos espaciales, metadatos, los usuarios y herramientas que están conectados de forma interactiva con el fin de utilizar los datos espaciales en una forma eficiente y flexible.***

En esta definición se vuelve a dar peso a la información espacial y al conjunto de elementos que participan de manera conjunta para su gestión.

Según el Consejo Superior Geográfico (www.ideo.es) una IDE es **un sistema informático integrado por un conjunto de recursos (catálogos, servidores, programas, datos, aplicaciones, páginas Web,...) dedicados a gestionar Información Geográfica (mapas, ortofotos, imágenes de satélite, topónimos,...), disponibles en Internet, que cumplen una serie de condiciones de interoperabilidad (normas, especificaciones, protocolos, interfaces,...) que permiten que un usuario, utilizando un simple navegador, pueda utilizarlos y combinarlos según sus necesidades.**

Como puede observarse, la definición va adquiriendo mayor complejidad y trata temas como **conjunto de recursos, Información Geográfica, Interoperabilidad, utilizarlos y combinarlos...** En esta definición se vuelve a dar peso a la información espacial y al conjunto de elementos que participan de manera conjunta para su gestión.

Hay varios **rasgos comunes** en todas las definiciones. En todas se habla de **Información Espacial y de disponibilidad, intercambio y/o interoperabilidad**. Pero hay otro aspecto importante para tener perspectiva del desarrollo de este tipo de infraestructuras: **el origen de las IDEs proviene, fundamentalmente, de las Administraciones Públicas.**

La **Información Geográfica** supone uno de los pilares fundamentales de multitud de disciplinas y a pesar de su importancia, no ha recibido la atención que se merece. Aunque siempre ha tenido importancia por su potencial y su coste en la adquisición de información, no ha sido tratada de la forma adecuada para lograr alcanzar el **máximo rendimiento** del que se presume que puede tener.

Como orientación, cabe resaltar que se estima que el 80% de la información manejada por las administraciones públicas es susceptible de ser georreferenciada, lo cual demuestra la importancia con la que ha de ser tratada la Información Geográfica.

La administración pública adolece de unos males conceptuales en la gestión de la Información incluyendo, por supuesto, la información geográfica.

En primer lugar se encuentra la **difícil disponibilidad** de la Información Geográfica, encontrándose limitados a su ámbito de producción y a los trabajos que les dieron origen, sin darles salida para otros fines compatibles, lo cual lleva en muchas ocasiones a que distintos departamentos generen por duplicado la misma información, con el consiguiente **incremento** innecesario de los **costes** de producción.

También es necesario señalar que hasta la fecha, generalmente, no ha existido una política de comunicaciones interdepartamentales orientadas a la compartición de recursos y al trabajo en equipo, existiendo en muchas ocasiones cierta **desconfianza** a la hora de compartir información.

Por otro lado, no existen suficientes datos sobre la propia Información Geográfica (metadatos), provocando que se trabaje con **datos incompletos o desfasados**.

En este contexto es necesario instaurar un sistema para la **gestión** integral de la información geográfica, y es donde surge la figura de la **Infraestructura de Datos Espaciales (IDE)**, instrumento mediante el cual se solventan los problemas endémicos inherentes a la gestión de la Información Geográfica, a la par que se exprime el potencial latente, logrando un significativo incremento de la eficiencia de la misma.



Fig. 1.1. Eficiencia de una IDE

Sin embargo, de todas las definiciones se desprende del concepto IDE que es una herramienta utilizada fundamentalmente para gestión y difusión de la información. Nada más y nada menos. Quisiera en este punto ser crítico con la actitud que se tiene en estos momentos con estas herramientas. Aunque queda claro que una IDE es un medio, actualmente se desarrollan IDEs como un fin. Y una vez desarrolladas quedan en esto, que no es poco, pero es insuficiente para el potencial que tienen.

El concepto IDE da pie a imaginar que es una estructura capaz de desarrollarse, adaptarse, “mutar”, para convertirse en algo mucho más complejo y potente, que permita tomas de decisiones, generación automática de otra información, generación de alarmas, desarrollo de protocolos de actuación, etc.

Por **ejemplo**, una IDE puede administrar datos del entorno físico de una zona. Podemos dejarlo así. Pero también podemos conectar a la IDE con la red de sensores Meteorológicos e Hidrológicos, programar una serie de análisis multicriterio y obtener unos resultados de dicho análisis. De los anteriores análisis se puede programar automáticamente una serie de emails y SMSs dirigidos a unas personas responsables dentro de la organización de un protocolo de emergencias.

Con este sencillo ejemplo he querido poner de manifiesto que no sólo se trata de gestionar y ofrecer información. También se puede trabajar con ella y obtener distintos resultados que promuevan distintas acciones: toma de decisiones. Y todo esto se puede desarrollar con un grado de automatización bastante elevado.

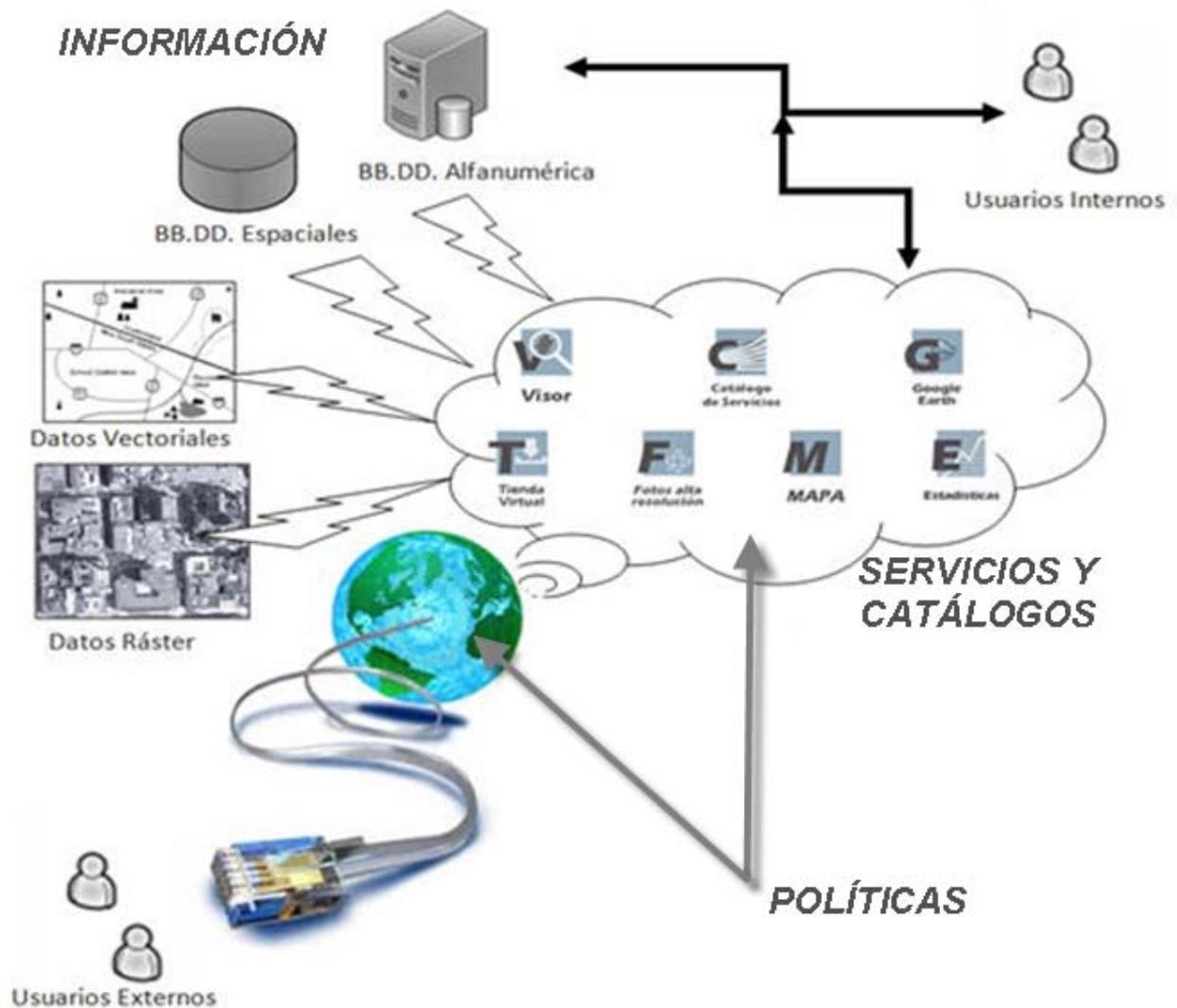


Fig. 1.2. Elementos de una IDE

Así pues, teniendo en cuenta todo lo anterior y, desde un punto de vista personal, pasaré a definir una Infraestructura de Datos Espaciales como un **conjunto de recursos (técnicos, informáticos y humanos) organizados para integrar información geográfica (servicios, datos y metadatos) con el objetivo de permitir su difusión a cualquier usuario, fundamentalmente a través de internet, para poder realizar distintas acciones sobre dicha información (localización, identificación, selección, tratamiento, análisis, etc.) y que permita, a su vez, el desarrollo de nueva información, la toma de decisiones, el desarrollo de protocolos de actuación, etc. para el propio estamento encargado de su gestión.**

Como he comentado, esta sería una definición personal, basada en las horas de estudio, de trabajo y de mucho tiempo pensando y discutiendo sobre estas tecnologías.



Fig. 1.3. Diseño de operatividad de una IDE

2.2. Orígenes

Uno de los elementos fundamentales en el concepto de IDEs es el de facilitar el acceso a información geográfica haciendo uso de un mínimo conjunto de estándares, protocolos y especificaciones. Es decir, las IDEs facilitan los medios de transporte para el tráfico de un virtualmente ilimitado número de paquetes de información geográfica.

Pero, ¿cómo hemos llegado a esta situación, a esta necesidad? Esta pregunta va asociada a las preguntas y respuestas generadas en el desarrollo de las teorías de información y la comunicación: **qué sucede, cuándo sucede y dónde sucede.**

Ya no nos conformamos con saber qué ha ocurrido o cuándo ha tenido lugar un determinado suceso; ahora las tecnologías de la información geográfica nos permiten resolver con gran facilidad, rapidez y escaso coste dónde está sucediendo el suceso. Y esta variable se antoja cada vez más importante.

Pero la necesidad de responder a estas cuestiones no sólo ha facilitado el desarrollo de las IDEs. La situación de partida no era la más idónea para la difusión y uso de la información geográfica.

Aunque en este proyecto no se tratará sobre los **Sistemas de Información Geográficos (SIG o GIS)**, para tener una mayor perspectiva de por qué surgen las IDEs, es necesario echar la vista

atrás y ver la evolución y desarrollo de los primeros y la influencia que tendrían posteriormente en las segundas.

Siendo conscientes de que para difundir una buena información primero tienes que disponer de ella, podemos decir que hasta no hace mucho tiempo (nos remontamos a la década de los años 80), no había ni suficiente ni buena información geográfica.

Es más, siendo puristas, no deberíamos hablar de información geográfica sino de datos geográficos, entendiendo la información geográfica como *el resultado de un proceso interpretativo generado por el individuo que añadiría valor a los datos* (Comas y Ruiz, 1993).

Además, los datos eran propiedad de los distintos estamentos gubernamentales y su adquisición era costosa.

Asimismo, quizá tanta o más importancia que la que se le daba a la propia información recaía sobre la plataforma informática adquirida para su creación y/o mantenimiento.

Efectivamente, la información iba de la mano del sistema gestor utilizado y estos, además de ser lo suficientemente costosos, limitaban en gran medida la difusión y uso de la información en otras plataformas.

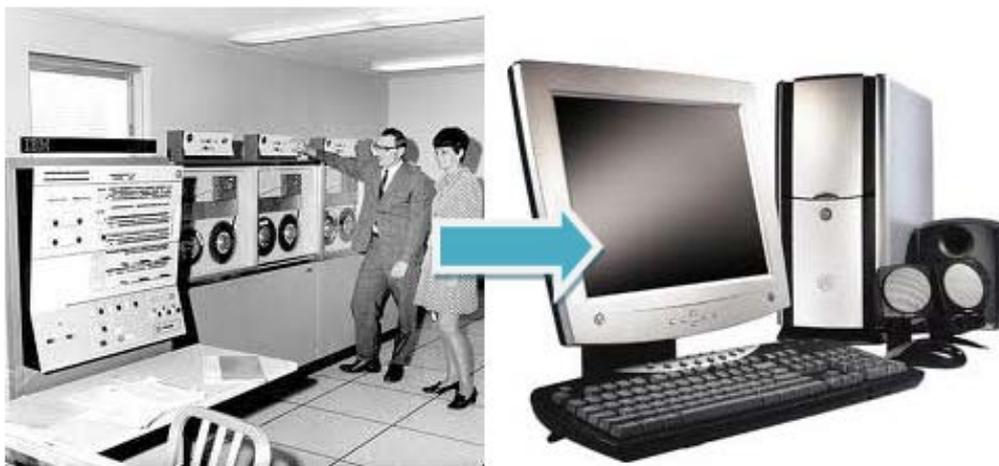


Fig. 1.4. Evolución de Hardware

Los primeros paquetes de SIG se desarrollaron para aplicaciones específicas y requerían pesados sistemas informáticos centralizados, ubicados normalmente en universidades o estamentos gubernamentales. En la década de 1970, los vendedores privados comenzaron a ofrecer paquetes de SIG. M & S Informática (más tarde Intergraph) y Environmental Systems Research Institute (ESRI) surgieron como los principales proveedores de software SIG. En 1981 ESRI lanza Arc/Info, un paquete estándar que se desarrolló para computadoras mainframe.

Conforme la capacidad de los ordenadores va creciendo, los precios del hardware se van desplomando en la década de 1980 y los SIG se convierten en una tecnología viable para los municipios.

Comienza una desaforada carrera, por parte de las administraciones, por producir ingentes cantidades de información geográfica para consumo interno. El acceso a esta información resulta caro y complejo. Es entonces cuando se empieza a hablar de infraestructura como elemento capaz de potenciar la aparición de un mayor número de aplicaciones.

En 1992, ESRI lanza ArcView, un sistema de escritorio con una interfaz gráfica de usuario que marcó una importante mejora en la usabilidad con respecto a su antecesor. Surgen otras plataformas como MapInfo, Geomedia, SmallWorld, etc.

A finales de 1990, los SIG se empiezan a adoptar poco a poco en la iniciativa privada. El desarrollo servidores de mapas, que permite distribuir mapas y análisis espacial a través de Internet, elimina muchos de los gastos de hardware y licencias de un paquete de software completo, aumentando la disponibilidad de los datos espaciales.

Comienzan a surgir importantes iniciativas de “software libre” relacionadas con estas tecnologías que, hoy día, tienen ya un importante público.

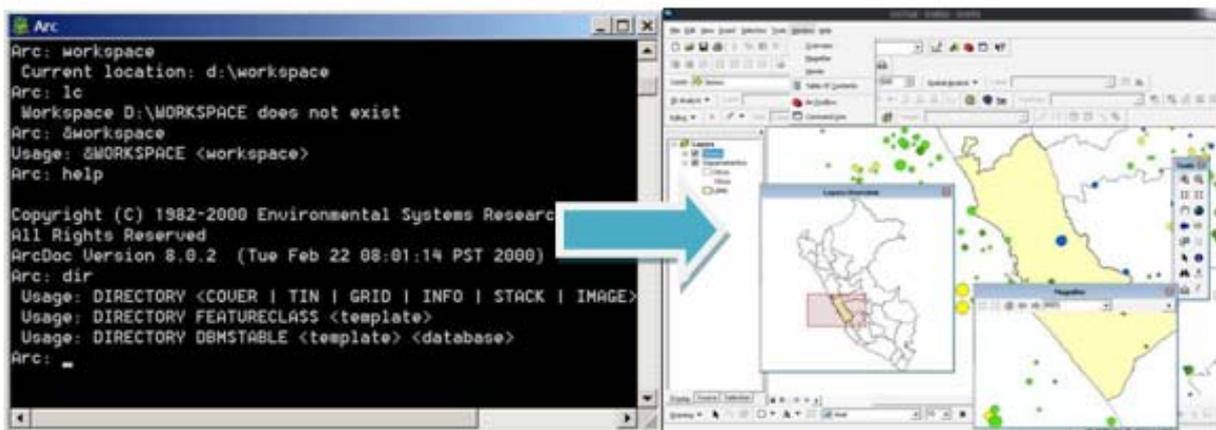


Fig. 1.5. Evolución de Sistemas

Aunque el acceso a los software de SIG y los conjuntos de datos espaciales mejora, el punto débil sigue estando en la intercomunicación y difusión de información geográfica.

Sin embargo ya están sembradas las semillas que desencadenarían el desarrollo de las IDEs:

1. Los ordenadores son rápidos, potentes y baratos y tienen gran capacidad de almacenamiento.
2. La Información Geográfica como tal, ya es bastante importante en cuestión de cobertura y temáticas y son muchos los entes encargados de generar y analizar esta información.
3. Hay posibilidad de intercambio de información entre distintos formatos de distintas plataformas de SIG.

4. Surgen iniciativas de software libre SIG, lo que hace que se universalice el uso de estas tecnologías.
5. El desarrollo de nuevas tecnologías y los nuevos sistemas de captura de información hace que sistemas como el G.P.S. se utilicen de manera cotidiana y universal.
6. Las necesidades de consumo de Información Geográfica crecen exponencialmente.

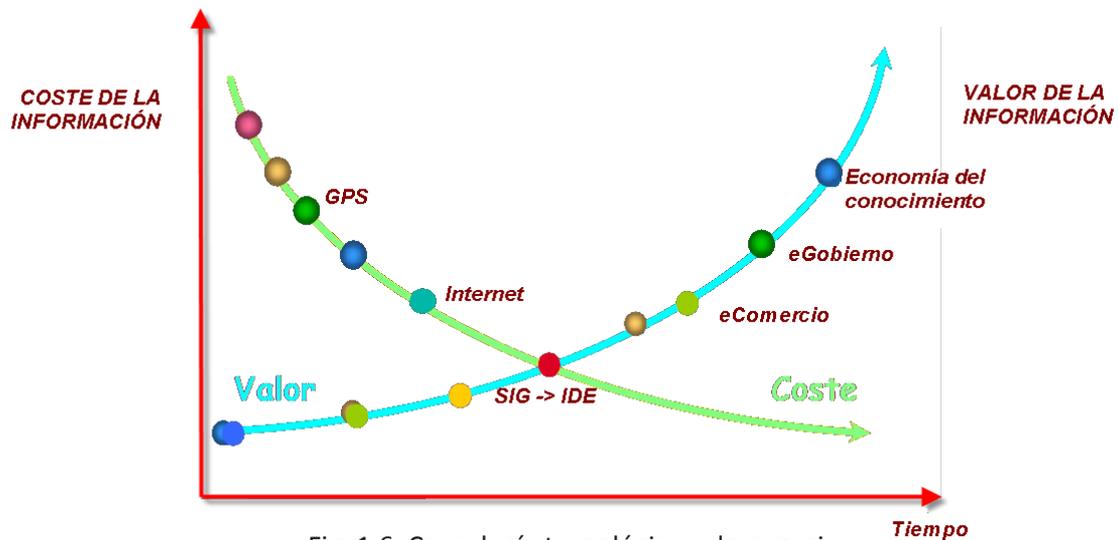


Fig. 1.6. Cronología tecnológica y de negocio

Todo esto, junto con una serie de hechos políticos relevantes, provoca que las IDEs, hoy día, sean toda una necesidad.

Los dos grandes acontecimientos políticos a los que me refiero son, por un lado, la **Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro en 1992** (Douglas D. Nebert, 2001), y por otro lado, la iniciativa INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe), iniciativa de la Comisión Europea cuyo funcionamiento se recoge en la **Directiva 2007/2/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, publicada en el Diario Oficial de la UE (DOUE) el 25 de Abril de 2007, que tiene como objetivo la creación de una **Infraestructura de Datos Espaciales en Europa**.

El primer acontecimiento desencadena que en 1993 surja el término Infraestructura de Datos Espaciales por el U.S. National Research Council. Más tarde, en el año 1994, el gobierno norteamericano crea la NSDI (National Spatial Data Infrastructure) y ese mismo año se funda el Open GIS Consortium, actualmente Open Geospatial Consortium (OGC).

El segundo acontecimiento se empieza a gestar en el año 2002, con la idea de generar un todo continuo, a nivel europeo, de Información Geográfica procedente de diferentes fuentes para compartirla entre todo tipo de usuarios y sobre distintas arquitecturas informáticas. Finalmente se aprueba la Directiva INSPIRE en el año 2007.

• 1994	Orden ejecutiva de Bill Clinton para la IDE de U.S.A “La IG es crítica para promocionar el desarrollo económico,
• 1994	Nace Open Geospatial Consortium (OGC)
• 1999	ORACLE pasa el primer test OGC de conformidad
• 2000	Web Map Service 1.0.0
• 2001	Arranca la iniciativa INSPIRE para una IDE europea
• 2002	Se abre el geoportal IDEEC (IDE de Cataluña)
• 2002	Nace GT IDEE (Grupo de Trabajo para la IDE de España)
• 2003	97 de 194 países trabajan en un proyecto IDE
• 2004	Nace <i>Global Spatial Data Infrastructure</i> (GSDI)
• 2004	Se abre el geoportal IDEE (IDE de España)
• 2004	El Proyecto piloto de INSPIRE se concede a SDIGER, una IDE de las cuencas del Ebro y del Adour-Garonne
• 2005	IDEE gana un premio AUTELSI
• 2005	IDE Pamplona (9 de Marzo)
• 2005	IDE de Zaragoza (12 de Abril)
• 2007	Se acuerda el texto definitivo Directiva INSPIRE
• 2007	IDEE integra más de 60 servicios disponibles

Fig. 1.7. Hitos cronológicos de las IDEs. Grupo de Trabajo de la IDEE
(Instituto Geográfico Nacional)

Los anteriores acontecimientos van de la mano del desarrollo de la llamada Sociedad de la Información. ¿Cómo afecta esto a la información espacial? La respuesta es muy sencilla. Ya no sólo nos contentamos con tener información accesible; ahora el paradigma es la necesidad de información de calidad, actualizada y veraz. Y además, somos elementos activos en la generación de información geográfica.

2.3. SIG vs IDE

Ya hemos visto una retrospectiva del desarrollo que han tenido los SIG y los distintos avances políticos y sociales que en materia de información geográfica fueron sucediendo. ¿Pero por qué se tiene la necesidad de dar el salto de SIG a IDE?

En los años 90, la tecnología SIG ofrecía un amplio abanico de soluciones de enfoque y aplicabilidad muy variopinta para la gestión de datos geográficos. Además ya se tenía el convencimiento de la utilidad de esta información por parte de la administración, empresas privadas y, por qué no, la sociedad (Antonio F. Rodríguez, 2007).

Sin embargo, los datos eran costosos y de difícil uso, no se tenía ninguna información acerca de los mismos (metadatos) y cada plataforma tenía su formato de trabajo propio. Además, las aplicaciones presentaban una complejidad excesiva que hacía que dichas aplicaciones tuvieran que ser personalizadas hacia el usuario y esta programación resultaba muy costosa.

Surge entonces el concepto de sistemas abiertos, software libre, etc. con las ideas de que dichos sistemas cumplan con las características de interoperabilidad y accesibilidad en la web, definidas por el **Open GIS Consortium** (ahora **Open Geospatial Consortium**).

El objetivo era provocar que los SIG fuesen interoperables. Y para que esto fuese posible, es decir, para que las funcionalidades que integran un SIG (ver datos, consultarlos, analizarlos y manipularlos) se realicen en la red, ha sido necesario desarrollar catálogos de datos, con información sobre estos (metadatos) y distintos servicios estándar de acceso y análisis. Y, si volvemos a las definiciones de IDE, ya tenemos todos los elementos que las conforman.

Las IDE han eliminado los principales problemas de uso de los SIG:

- los datos se publican fácilmente en la Red
- son accesibles mediante protocolos normalizados
- se dispone de un formato universal de intercambio de datos, GML (*Geographic Markup Language*)
- acceder a la tecnología es considerablemente más fácil

Y disponiendo ya de estas infraestructuras de datos espaciales perfectamente definidas y caracterizadas, sólo nos hace falta “la chispa para que el elemento inflamable estalle” y se difunda rápidamente. Este desencadenante seguramente haya sido el fenómeno Software Libre.

La filosofía de este tipo de software va de la mano con la idea de compartir código y el conjunto de ideas de las IDE, que giran alrededor del principio de compartir datos y recursos geográficos. Junto con esto es necesario destacar que la mayoría del software concebido para publicar servicios OGC ha sido desarrollado como software libre.

Así pues, ya tenemos el elemento que ha facilitado, en gran medida, la rápida extensión de las IDEs. Sin olvidarnos, por supuesto, de la normativa INSPIRE, que sirve de acicate para el desarrollo de las mismas en nuestro continente.

CARACTERÍSTICAS	SIG	IDE
PLATAFORMA	desktop y servidores elegidos de manera corporativa	internet / intranet mediante clientes ligeros y/o pesados
FORMATO DE ARCHIVOS	variable, dependiendo de cada marca o plataforma	universal y homogéneo
ACCESIBILIDAD	limitada a la intranet y a la plataforma	universal, a través de internet
INTEROPERABILIDAD	entre ordenadores con la misma plataforma	universal, mediante el establecimiento de servicios.
PERSONALIZACIÓN	dependiente de lenguajes propietarios o de APIs de desarrollo	dependiente de lenguajes universales (php, java, gml...)
INFORMACIÓN SOBRE LOS DATOS	desconocido, se asumen como buenos	mediante metadatos
UBICACIÓN DE DATOS	centralizada en servidores	descentralizada (cloud GIS)
CAPACIDAD DE ANÁLISIS	la propia de la plataforma corporativa elegida	la propia de la plataforma elegida para trabajar con los datos
PUBLICACIÓN DE DATOS	mediante servidor, si dispone, la marca elegida	a través de servicios y clientes ligeros
BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN	mediante software desarrollado a tal efecto	mediante catálogos de datos
ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN	el encargado de nutrir de información al sistema la busca y carga	automáticamente el ente encargado de generarla y dar acceso
BENEFICIARIO	la entidad corporativa que lo sustenta	universal
COSTE DE LICENCIAS	variable, dependiendo de la marca (0 a.....)	sin coste

Fig. 1.8. Diferencias entre SIG e IDE

<<Mi objetivo es mucho más modesto. Sólo espero esbozar mi propio pensamiento y mi manera de entender este concepto con la confianza de que estimule a otros a ir más allá y, quizá gracias a mis errores (que espero que no sean muchos, aunque es inevitable que los haya), surjan nuevas ideas>>

Carl Sagan, Conferencias Gifford (Glasgow, Escocia) 14 de octubre de 1985

CAPÍTULO 3. INFRAESTRUCTURA DE DATOS ESPACIALES (IDE)

Una IDE debe ser mucho más que un simple conjunto de datos o base de datos; una IDE aloja **datos y atributos geográficos**, suficientemente documentados (**metadatos**), un medio para su búsqueda, visualización y evaluación (**catálogos y servidores de mapas**), y algunos métodos para posibilitar el acceso a los datos. Más allá de esto hay todo un conjunto de **servicios y software** para soportar la explotación de los datos.

Para poder hacer una IDE operacional, es necesario incluir acuerdos entre organizaciones con el objeto de posibilitar su coordinación y administración a escalas locales, regionales, nacionales y transnacionales. Aunque el núcleo del concepto de una IDE no lo recoge, la infraestructura suministra el entorno ideal para abordar los problemas de la conexión de los datos con sus aplicaciones sobre la base del trabajo con un mínimo conjunto de estándares y políticas.

La creación de organizaciones o programas específicos para desarrollar o supervisar la elaboración de IDEs, a diversas escalas, puede compararse con los procedimientos a largo plazo que coordinan la construcción de otras infraestructuras necesarias para el desarrollo en curso, como son por ejemplo las redes de carreteras o las de telecomunicaciones.

3.1. Objetivos

La implantación de una IDE tiene como objeto revertir una situación previa en la que se encuentra la información geográfica: datos espaciales dispersos por la red, con la consiguiente dificultad de localización de los mismos, así como el contacto con las entidades propietarias de los mismos; desconocimiento por parte de los propietarios de la totalidad de los datos almacenados; existencia de información espacial duplicada; datos de distintos organismos y países que no son comparables ni interoperables.

Por los motivos anteriores los **objetivos** de una IDE son claros y ambiciosos:

- Facilitar el acceso y la integración de la información espacial, tanto a nivel institucional y empresarial como de los propios ciudadanos, lo que permitirá extender el conocimiento y el uso de la información geográfica y la optimización de la toma de decisiones.
- Promover los metadatos estandarizados como método para documentar la información espacial, lo que permitirá la reducción de costos y evitar la duplicación de esfuerzos.

- Posibilitar la reutilización de la Información Geográfica generada en un proyecto para otras finalidades diferentes, dado el alto coste de su producción.
- Animar a la cooperación entre los agentes, favoreciendo un clima de confianza para el intercambio de datos.

La consecución de estos objetivos conllevará una serie de **beneficios**, tanto para los productores de información espacial como para los usuarios.

Los **productores** se ven beneficiados por la creación y ampliación de la demanda información espacial y, al mismo tiempo, se da a conocer la oferta de datos geográficos.

Al facilitar la cooperación entre productores, se reducen las inversiones de cada organización en la captura e integración de datos. Surge también la posibilidad de evaluar la calidad de los datos que ofrece cada productor. Y, finalmente, los beneficios anteriores permitirán la coordinación de la integración de datos a distintos niveles de la administración pública, evitando así la información duplicada.

Por su parte los **usuarios** se benefician al conocer con detalle la oferta existente y la manera de acceder a los datos geográficos. Se ofrece, también, facilidad de acceso a la información mediante un portal único, conectado a diferentes servidores y la combinación de información de diversas fuentes en función del objetivo determinado.

Todo lo anterior promueve la competencia y cooperación entre productores, se facilita el acceso a la información geográfica de mayor calidad y a precio más accesible y más variedad, generando de esta forma otro beneficio derivado.

3.2. Marco Institucional

En los últimos años se ha producido un gran interés en el impulso y desarrollo de las Infraestructuras de Datos Espaciales por parte de las distintas instituciones y organizaciones, tanto gubernamentales como académicas. Las principales organizaciones que han gestado las bases de lo que actualmente supone una IDE han sido, cada una en su ámbito de repercusión:

1. Nivel global



Global Spatial Data Infrastructure (GSDI) es una organización dedicada a la cooperación y colaboración internacional, en aras del desarrollo de Infraestructuras de Datos Espaciales, que permita a gobiernos, organizaciones públicas o privadas, y particulares, un mejor abordaje de las cuestiones sociales, económicas y ambientales de mayor importancia.

La **misión** de la Asociación GSDI es:

- Servir como punto de contacto y una voz común para los miembros de la comunidad mundial que participan en desarrollar, aplicar y promover los conceptos de Infraestructura de Datos Espaciales y sus aplicaciones.
- Fomentar las Infraestructuras de Datos Espaciales que soportan los sistemas integrados de sostenibilidad social, económica, y medioambiental.
- Promover el uso correcto y responsable de la información geográfica y las tecnologías espaciales para el beneficio de la sociedad.

Los **objetivos** de la Asociación GSDI son:

- Apoyar la creación y expansión de Infraestructuras de Datos Espaciales asequibles y sostenibles, a escala local, nacional y regional, compatibles a nivel mundial.
- Ofrecer una organización para fomentar la comunicación internacional, la creación de redes y los esfuerzos de colaboración para promover innovaciones en Infraestructura de Datos Espaciales.
- Apoyar la investigación interdisciplinar y las actividades educativas que hagan avanzar los conceptos, métodos y teorías, de las Infraestructuras de Datos Espaciales.
- Permitir una mejor política pública y toma de decisiones científicas a través de los avances y aplicaciones de las Infraestructuras de Datos Espaciales.
- Promover el uso ético y el acceso a la información geográfica
- Fomentar el desarrollo de las Infraestructuras de Datos Espaciales como soporte de las necesidades mundiales importantes, como la mejora de la eficacia local para aumentar la competitividad económica nacional, abordar la calidad medioambiental global, aumentar la eficiencia, la efectividad y la igualdad en todos los niveles de gobierno, y la mejora de la salud, seguridad y bienestar social de la humanidad en todos los países.



World Wide Web Consortium (W3C) es una comunidad internacional que desarrolla estándares que aseguran el crecimiento de la Web a largo plazo.

Es una comunidad internacional donde las organizaciones miembros, personal a tiempo completo y el público, en general, trabajan conjuntamente para desarrollar estándares Web. Liderado por el inventor de la Web Tim Berners-Lee y el Director Ejecutivo Jeffrey Jaffe, la misión del W3C es guiar la Web hacia su máximo potencial.

2. Nivel europeo



Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE) es una iniciativa de la **Comisión Europea** cuyo funcionamiento se recoge en la Directiva 2007/2/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 14 de marzo de 2007, publicada en el Diario Oficial de la UE (DOUE) el 25 de Abril de 2007, y que entró en vigor el 15

de Mayo de 2007, que tiene como objetivo la creación de una Infraestructura de Datos Espaciales en Europa. La Directiva establece los objetivos, y los Estados miembros han tenido dos años desde su publicación para ajustar sus respectivas legislaciones y procedimientos administrativos nacionales. En el caso español, el proceso sigue aún en curso, el 30 de Diciembre de 2009 el Consejo de Ministros aprobó la remisión a las Cortes Generales del Proyecto de Ley sobre las Infraestructuras y de Información Geográfica en España, la cual se trata de la transposición de la directiva INSPIRE.

Ha sido desarrollada en colaboración con estados miembros y países en estado de adhesión con el propósito de hacer disponible información geográfica relevante, concertada y de calidad de forma que se permita la formulación, implementación, monitorización y evaluación de las políticas de impacto o de dimensión territorial, de la Comunidad Europea.

INSPIRE es una iniciativa legal que establece estándares y protocolos de tipo técnico, aspectos organizativos y de coordinación, políticas sobre la información que incluye el acceso a los datos y la creación y mantenimiento de información espacial.

INSPIRE es el primer paso de una amplia iniciativa multilateral que inicialmente dirigirá su interés sobre la información espacial necesaria para políticas medioambientales y que estará disponible para satisfacer las necesidades prácticas de otras áreas, tales como la agricultura y el transporte.

La hoja de ruta para la instauración de la directiva INSPIRE recoge seis **principios**:

- Los datos debieran ser recogidos y mantenidos al nivel territorial donde ello se pueda hacer de forma más efectiva.
- Debiera ser posible combinar información espacial de diferentes fuentes de Europa y compartirla entre diferentes usuarios y aplicaciones.
- Debiera ser posible que la información recogida a un nivel determinado fuera compartida entre todos los diferentes niveles.
- La Información Geográfica necesaria para el buen gobierno a todos los niveles debiera ser abundante y accesible bajo condiciones que no restrinjan su uso extensivo.
- Debiera ser fácil saber cuál es la información geográfica accesible, cual cubre las necesidades para un uso particular y bajo qué condiciones debe ser adquirida y usada.
- Los datos geográficos debieran poder ser fácilmente entendibles e interpretables al poder ser visualizados dentro de un contexto apropiado y seleccionada de una forma amigable para el usuario.

3. Nivel estatal



La **Infraestructura de Datos Espaciales de España (IDEE)** tiene como objetivo el integrar a través de Internet los datos, metadatos, servicios e información de tipo geográfico que se producen en España, facilitando a todos los usuarios potenciales la localización, identificación, selección y acceso a tales recursos, a través del **Geoportal** de la IDEE (<http://www.idee.es>), que integra los nodos y geoportales de recursos IDE de productores de información geográfica a nivel nacional, regional y local, y con todo tipo de datos y servicios de información geográfica disponibles en España.

En consonancia con la iniciativa europea INSPIRE para la formación de una Infraestructura Europea de Datos Espaciales, impulsada por la Agencia Europea de Medio Ambiente y Eurostat, la Comisión Permanente del Consejo Superior Geográfico, aprobó, en su reunión del 10 abril de 2002 y a propuesta de la Comisión de Geomática, la creación de un grupo de trabajo abierto para el estudio y coordinación de la puesta en marcha de una Infraestructura Nacional de Datos Espaciales como resultado de la integración, en primer lugar, de todas las Infraestructuras de Datos Espaciales establecidas por los productores oficiales de datos a nivel tanto nacional como regional y local, y en segundo lugar, de todo tipo de infraestructuras sectoriales y privadas, dando como resultado el proyecto IDEE.

Este grupo se subdividió a su vez en cuatro subgrupos de trabajo: Datos de referencia (SGT1), Metadatos (SGT2), Arquitectura y normas (SGT3) y Política de datos, precios y licencias (SGT4), en los cuales participan representantes de todas las comunidades autónomas y expertos. Más tarde se decidió invitar también a las empresas de desarrollo de software relacionado con dicha temática, y se amplió el número de subgrupos de trabajo a 11.

4. Estructura jerárquica

La estructura jerárquica hace referencia al establecimiento de acuerdos entre los productores de información geográfica, especialmente entre los productores oficiales, para generar y mantener los datos espaciales fundamentales para la mayoría de las aplicaciones basadas en sistemas de información geográfica.

Las administraciones públicas deben ser las encargadas de:

- Proveer los servicios de consulta, visualización y acceso: geoportales.
- Encargarse del registro de los proveedores de información para hacerlos públicos.
- Ocuparse de los datos de referencia básicos.
- Estimular la generación de datos temáticos prioritarios.
- Establecer la accesibilidad a los datos espaciales.

Dada la flexibilidad que proporciona Internet, su uso permite una arquitectura organizativa muy distribuida y con un alto nivel de consenso entre IDEs para que la información fluya. Para

ello, se propone una arquitectura jerárquica de registro de proveedores que posibilite que una diputación provincial o un municipio pongan en marcha su propia IDE. Existe la posibilidad de crear IDEs temáticas que engloben los datos espaciales de un sector concreto de actividad o conocimiento.

La **interoperabilidad** entre IDEs debe ser tanto vertical como horizontal:

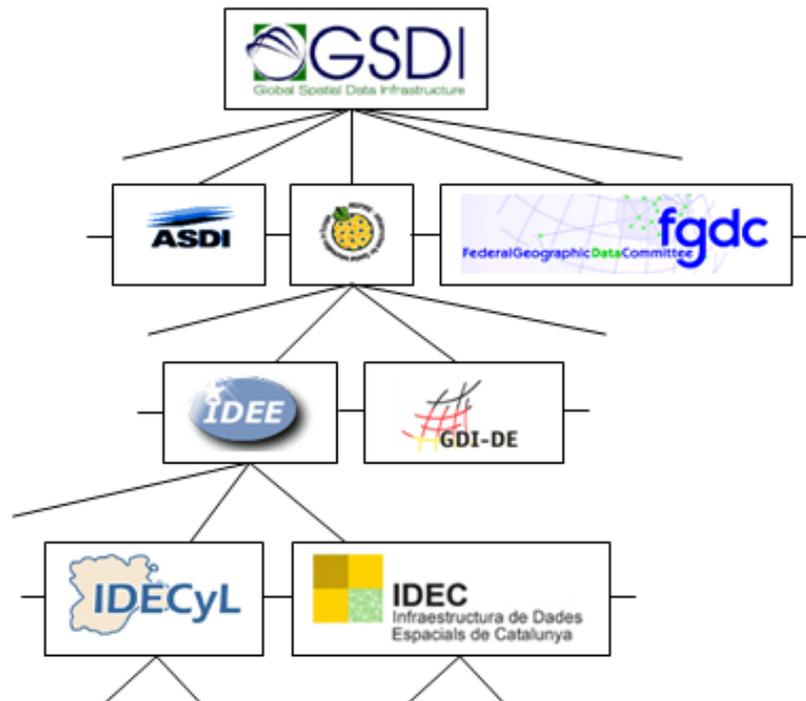


Fig. 2.1. Estructura jerárquica de las IDEs

3.3. Marco Legal

Tal y como está desarrollado el marco legal en nuestro país, como no podía ser de otra forma, desde el punto de vista legal el desarrollo de las IDEs depende jerárquicamente de la legislación comunitaria y de la propia legislación estatal.

Aunque el **germen de las Infraestructuras de Datos Espaciales en nuestro país** se desarrolló en 2002 con la **IDEC** (Infraestructura de Datos Espaciales de Cataluña) y, posteriormente en 2004 con la **IDEE** (Infraestructura de Datos Espaciales de España), la verdadera **estructura legal** en materia de IDEs se desarrolló en 2007 con la **Directiva 2007/2/CE (Inspire)**.

Ya se ha comentado a lo largo de este capítulo cuáles son los fundamentos de la Directiva Inspire, por lo que en este apartado sólo se tratará esta directiva desde el punto de vista legal.

La implantación de la directiva se establece mediante **Reglamentos** (Implementing Rules), de obligado cumplimiento por los países miembros, y unas **Directrices Técnicas**, que proporcionan información técnica de lo establecido en los anteriores.

Los reglamentos de la Directiva Inspire son los siguientes:

- Reglamento nº 1205/2008 relativo a metadatos y servicios geográficos
- Reglamento nº 976/2009 relativo a servicios web de red.
- Reglamento nº 1088/2010 relativo a descargas y transformaciones.
- Reglamento nº 268/2010 relativo al acceso a los conjuntos y servicios de datos espaciales.
- Reglamento nº 1089/2010 relativo a la interoperabilidad de conjuntos y servicios de datos espaciales.

Además de lo anterior, existe la Decisión 2009/442/CE referente al propio seguimiento de la aplicación de la Directiva Inspire en los países miembros.

Tras la aprobación de la Directiva INSPIRE, se realizó su trasposición al **ordenamiento jurídico español** a partir de la **Ley 14/2010 de 5 de julio**, sobre las infraestructuras y servicios de la información geográfica en España (**LISIGE**).

Esta Ley es, desde un punto de vista de aplicación, mucho más ambiciosa que INSPIRE, ya que no sólo da cobertura a datos de tipo medioambiental, sino que cubre cualquier tipo de información geográfica.

El vínculo y contacto entre la LISIGE y INSPIRE se realiza a través del Consejo Superior Geográfico, apoyado técnicamente por el Instituto Geográfico Nacional.

A su vez, la LISIGE va de la mano con otras dos leyes muy importantes que afectan a los servicios web en general. Estas leyes son la **Ley 37/2007 de 16 de noviembre**, que trata la **reutilización de la información del Sector Público** y la **Ley 11/2007 de 22 de junio**, sobre el **acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos**.

***<<Innovar es encontrar nuevos o mejorados
usos a los recursos de que ya disponemos >>***

Peter Ferdinand Drucker

CAPÍTULO 4. PRINCIPIOS TÉCNICOS

Las iniciativas para el establecimiento de una IDE han de seguir unos principios tecnológicos, basados en unos estándares y normas, de modo que se cumplan los objetivos, dado que es necesario que todos los agentes implicados usen unas referencias comunes de forma que se puedan manipular los datos sin ambigüedad.

4.1. Tecnologías

La tecnología de una IDE se refiere al establecimiento de la red y mecanismos informáticos que permiten: buscar, consultar, encontrar, acceder, suministrar y usar los datos espaciales o geográficos.

Un elemento clave de esta tecnología es la interoperabilidad. Formalmente, se define **interoperabilidad** como "la capacidad para comunicar, ejecutar programas o transferir datos entre varias unidades funcionales de forma que un usuario necesite pocos conocimientos de las características de estas unidades". Para que dos sistemas diferentes puedan comunicarse e intercambiar información primero deben anunciar su existencia y su voluntad para el intercambio y, segundo, deben utilizar una semántica adecuada para resolver los problemas técnicos que puedan presentarse.

En este contexto, se denominan **servicios web** a un conjunto de tecnologías basadas en la interoperabilidad y que cumplen una serie de opciones: son abiertas, neutras con respecto a la plataforma y están pensados para crear servicios distribuidos, que funcionen de forma autónoma y se comuniquen entre ellos.



Las especificaciones en las que actualmente se basan los servicios web son establecidas por el **Open Geospatial Consortium (OGC)**. Se trata de un consorcio internacional sin ánimo de lucro, compuesto por más de 400 compañías, agencias gubernamentales y universidades, que participan en un proceso consensuado para el desarrollo de las tecnologías geoespaciales.

Su objetivo es conseguir acuerdos sobre interfaces de software estándar abiertos que posibiliten la interoperación entre sistemas de geoprocesamiento de distintos vendedores y tipos (SIG, teledetección, cartografía automática, gestión de instalaciones, etc.). En la actualidad existe un buen número de especificaciones OGC definiendo servicios web de sumo interés para las IDEs (WMS, WFS, WCS, CSW,...).

Existen múltiples herramientas software para el desarrollo e implementación de aplicaciones que cumplen los estándares del Open Geospatial Consortium y que por tanto pueden

integrarse (caso de clientes OGC) y ser accesibles (caso de servicios OGC) a través de un Geoportal de una IDE.

A su vez, dentro de estos productos se pueden distinguir diferentes niveles de conformidad:

- Software que está certificado OGC, y por lo tanto se ha comprobado mediante un test de certificación que así es (*compliant products*).
- Software que se declara conforme a especificaciones OGC y que ha solicitado la certificación (*implementing products*).

Entre estas herramientas se encuentran tanto software propietario como software libre, con diferentes características, propiedades y resultados que pueden ser utilizados para implementar alguno o todos de los servicios de una IDE:

- ArcGis Server
- Autodesk MapGuide
- Geoserver
- Mapserver
- Jump
- Geotools
- GeoNetwork
- Deegree

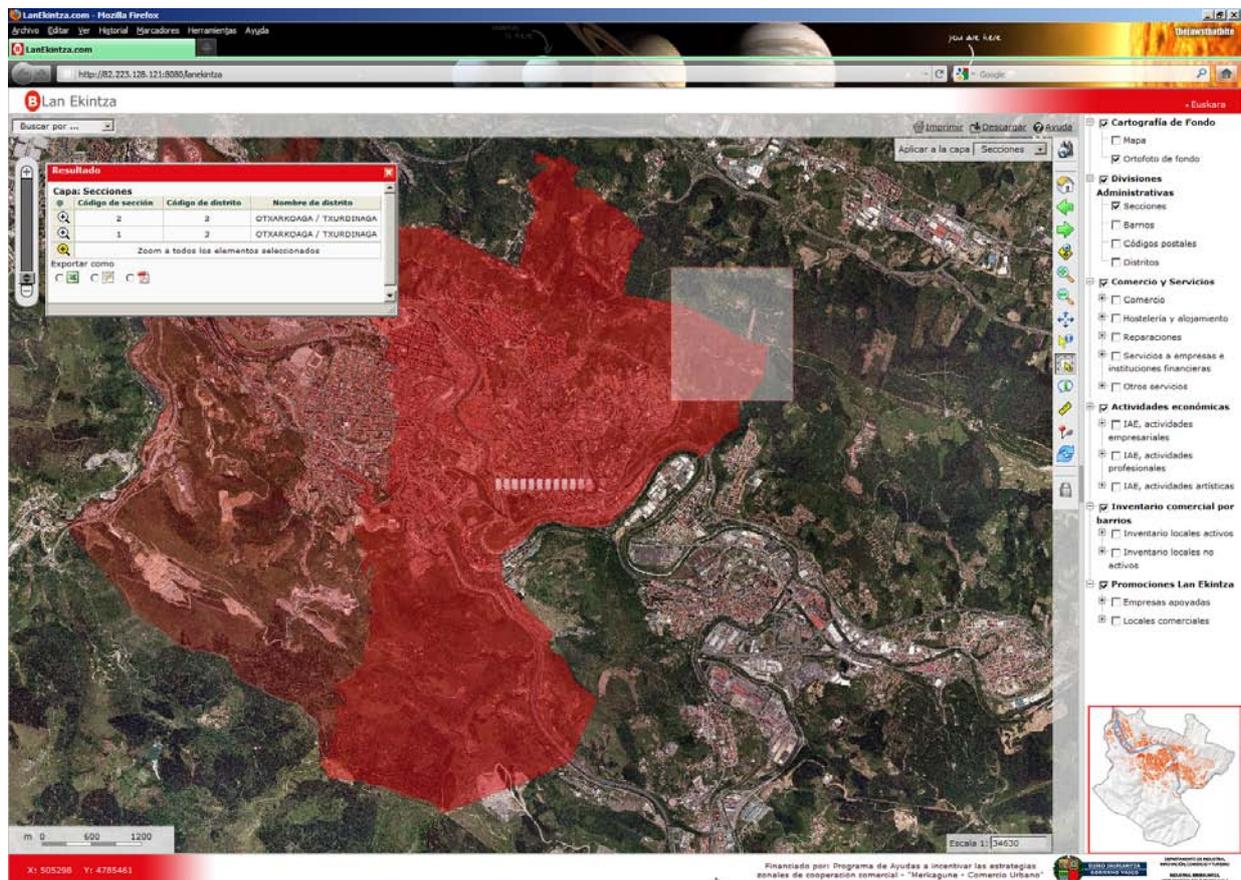


Fig. 3.1. Acceso a servicios IDE desde un cliente ligero

Pero existen también otras posibilidades de trabajo independientemente de la plataforma corporativa. Es posible consultar, visualizar datos, utilizar las funcionalidades básicas de servicios disponibles en una IDE utilizando un navegador o cliente ligero. Pero también es posible acceder a los servicios de una IDE utilizando un cliente pesado, es decir una aplicación específica de SIG que ofrece funcionalidades de búsqueda, visualización, consulta y análisis basadas en los servicios OGC disponibles. Un ejemplo de esto sería:

- MapInfo
- ArcGis
- Geomedia
- gvSIG
- uDig
- Quantum GIS

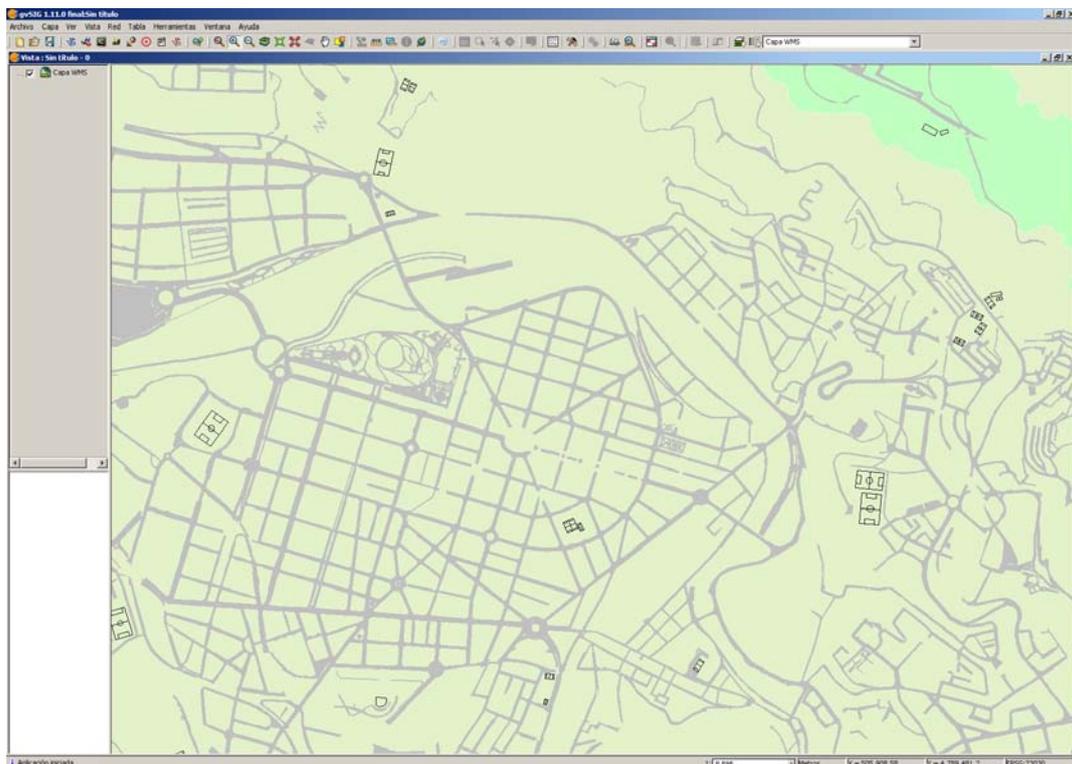


Fig. 3.2. Acceso a servicios IDE desde un cliente pesado

4.2. Estándares

Los estándares y acuerdos constituyen un substrato imprescindible que hace posible la coherencia, compatibilidad e interoperabilidad necesarias para que los datos, servicios y recursos de una IDE puedan ser utilizados, combinados y compartidos.

El trabajar dentro de un marco común de estándares y herramientas basadas en estos estándares, hace posible maximizar el impacto de los recursos disponibles para la creación de una IDE.

Es necesario distinguir entre normas, estándares y recomendaciones:

- **Normas:** las definidas por ISO (Internacional Organization for Standardization) a nivel Internacional, CEN (European Comité for Standardization) a nivel Europeo y AENOR (Asociación española de Normalización y Certificación) a nivel de España.
- **Estándares:** Son los establecidos por empresas y organizaciones como OGC (Open Geospatial Consortium). Ejemplos de especificaciones OGC son: GML, WCS, WFS, WMS...
- **Recomendaciones:** directriz promovida por un organismo en un intento de armonizar determinadas prácticas en una comunidad.

✓ **Normas ISO**

En lo que a la normalización asociada a las Infraestructuras de Datos Espaciales se refiere, la normativa de referencia es la desarrollada por la ISO (International Organisation for Standardization) a través de su comité técnico ISO/TC 211 sobre Geomática e Información Geográfica.

Esta organización, en coordinación con el OGC, ha desarrollado la familia de normas ISO 19100, punto de inflexión para la normalización de las IDEs.

Por su parte, el Comité Europeo de Normalización, por “culpa” de la directiva INSPIRE, se está ocupando a través del CEN/TC 287 de la adopción de la serie ISO 19100 como estándares europeos, así como del desarrollo de estándares y perfiles en sintonía con el ISO TC 211.

De esta forma, la cobertura de normalización cae en cascada de organismos internacionales a organismos continentales y, por ende, a nuestro propio país.

Existen diversas normas ISO que atañen a la actividad cartográfica, las cuales son tenidas en cuenta por las diferentes especificaciones que regulan el funcionamiento de una IDE. A continuación se señalan algunas de las principales Normas ISO usadas en la implantación de una IDE.

NORMAS QUE ESPECIFICAN LA INFRAESTRUCTURA PARA LA ESTANDARIZACIÓN GEOESPACIAL

- ISO 19101 Información geográfica - Modelo de referencia
- ISO/TS 19103 Información geográfica - Lenguaje de esquema conceptual
- ISO/TS 19104 Información geográfica - Terminología
- ISO 19105 Información geográfica - Conformidad y ensayos
- ISO 19106 Información geográfica - Perfiles

NORMAS QUE DESCRIBEN MODELOS DE DATOS PARA LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

- ISO 19109 Información geográfica – Reglas para el esquema de aplicación
- ISO 19107 Información geográfica – Esquema espacial
- ISO 19137 Información geográfica – Perfil principal del esquema espacial
- ISO 19123 Información geográfica – Esquema para geometría y funciones de cobertura
- ISO 19108 Información geográfica – Esquema temporal
- ISO 19141 Información geográfica – Esquema para objetos en movimiento
- ISO 19111 Información geográfica – Referencia espacial por coordenadas
- ISO 19112 Información geográfica – Referencia espacial por identificadores geográficos

NORMAS PARA EL MANEJO DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

- ISO 19110 Información geográfica – Metodología para la catalogación de objetos
- ISO 19115 Información geográfica - Metadatos
- ISO 19113 Información geográfica — Principios de calidad
- ISO 19114 Información geográfica — Procedimientos de evaluación de calidad
- ISO 19131 Información geográfica — Especificaciones de productos de datos
- ISO 19135 Información geográfica — Procedimientos para el registro de elementos
- ISO/TS 19127 Información geográfica — Códigos geodésicos y parámetros
- ISO/TS 19138 Información geográfica — Medidas de calidad de datos

NORMAS DE SERVICIOS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

- ISO 19119 Información geográfica — Servicios
- ISO 19116 Información geográfica — Servicios de posicionamiento
- ISO 19117 Información geográfica — Representación gráfica
- ISO 19125-1 Información geográfica — Acceso a objetos simples — Parte 1: Arquitectura común
- ISO 19125-2 Información geográfica — Acceso a objetos simples — Parte 2: Opción SQL
- ISO 19128 Información geográfica — Interfaz de servidor de mapas web
- ISO 19132 Información geográfica — Servicios basados en localización — Modelo de referencia
- ISO 19133 Información geográfica — Servicios basados en localización — Rastreo y navegación
- ISO 19134 Información geográfica — Servicios basados en localización — Enrutamiento y navegación multimodales

NORMAS DE CODIFICACIÓN DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA
ISO 19118 Información geográfica — Codificación
ISO 6709 Representación estándar de localización geográfica por coordenadas
ISO 19136 Información geográfica — Lenguaje de Marcado Geográfico (GML)
ISO/TS 19139 Información geográfica — Metadatos — Implementación del esquema XML

NORMAS PARA ÁREAS TEMÁTICAS ESPECÍFICAS
ISO/TS 19101-2 Información geográfica — Modelo de referencia — Parte 2: Imágenes
ISO 19115-2 Información geográfica — Metadatos — Parte 2: Extensiones para imágenes y datos ráster

Fig. 3.3. Resumen de Normas ISO/TC 211 publicadas

Guía de Normas. Comité ISO/TC 211. Grupo Consultivo de Desarrollo

✓ **Estándares OGC**

El Open Geospatial Consortium establece estándares, mediante los cuales las herramientas de software usadas para el desarrollo e implementación de aplicaciones, pueden ser accesibles (servicios OGC) e integrarse (clientes OGC) a través de un Geoportal de una IDE. Establece los estándares de la forma de comunicarse entre distintos servicios (WMS, WCS...) así como los de diversos elementos (GML, SFS...).

Los estándares de la OGC son documentos técnicos para el desarrollo de las aplicaciones relacionadas con una IDE. Los desarrolladores de software utilizan estos documentos para construir interfaces abiertas y codificaciones en sus productos y servicios. Estos estándares son los principales "productos" del OGC y han sido desarrollados por los miembros para hacer frente a los retos específicos de interoperabilidad. Están disponibles sin coste alguno para cualquiera (<http://www.opengeospatial.org/standards>).

✓ **Recomendaciones**

En España el Consejo Superior Geográfico es el órgano responsable de su aprobación. A nivel Europeo Eurostat es la encargada de definir recomendaciones para los organismos de Estadística de los países de la UE. En la actualidad el CSG ha aprobado las siguientes recomendaciones:

- Recomendaciones de servicio de mapas
- Modelo de nomenclátor de España v. 1.2
- Perfil del Núcleo Español de Metadatos v. 1.0 (NEM)
- Guía de usuario del NEM

"Atreveos: el progreso solamente se logra así"

Victor Hugo

5.1. Datos

En la actualidad existe un consenso internacional que clasifica los datos espaciales que pueden manejar las IDEs en **datos de referencia y datos temáticos**:

✓ Datos de referencia

Son aquellos datos georreferenciados fundamentales que sirven de esqueleto o base para construir o referenciar cualquier otro dato fundamental o temático. Constituyen el marco de referencia que proporciona el contexto geográfico a cualquier aplicación.

La iniciativa europea INSPIRE ha definido los temas que deben ser considerados como Datos de Referencia, en los **Anexos I y II** de la Directiva por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial de la Comunidad:

- | | |
|------------------------------|----------------------------------|
| 1. Sistema de Coordenadas. | 8. Elevación. |
| 2. Cuadrículas Geográficas. | 9. Identificadores de Propiedad. |
| 3. Nombres geográficos. | 10. Parcelas Catastrales. |
| 4. Unidades Administrativas. | 11. Cubierta Terrestre. |
| 5. Redes de Transporte. | 12. Ortoimágenes. |
| 6. Hidrografía. | 13. Geología. |
| 7. Lugares Protegidos. | |

✓ Datos temáticos:

Son los datos propios de aplicaciones específicas que explotan la información geográfica con una finalidad concreta. Incluyen valores cualitativos y cuantitativos que se corresponden con atributos asociados a los datos de referencia.

INSPIRE define los temas que deben ser considerados como Datos Temáticos, en el **Anexo III** de la Directiva:

- | | |
|------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Unidades estadísticas. | 11. Áreas restringidas o reguladas. |
| 2. Edificaciones. | 12. Zonas de riesgos naturales. |
| 3. Edafología. | 13. Condiciones atmosféricas |
| 4. Usos del suelo. | 14. Características meteorológicas. |
| 5. Salud y seguridad humana. | 15. Características oceanográficas. |
| 6. Instalaciones de servicios. | 16. Regiones marinas. |
| 7. Instalaciones de monitorización ambiental. | 17. Regiones biogeográficas. |
| 8. Instalaciones industriales y productivas. | 18. Hábitats y biotopos. |
| 9. Instalaciones agrícolas y acuicultura. | 19. Distribución de especies. |
| 10. Demografía y distribución de la población. | 20. Recursos energéticos. |
| | 21. Recursos minerales. |

5.2. Metadatos

Los metadatos informan a los usuarios sobre las características de los datos existentes, de modo que sean capaces de entender “lo que representan” y “cómo lo representan” para que puedan buscar y seleccionar qué datos les interesan y sean capaces de explotarlos de la manera más eficaz posible.

Para ello la información incluida en los metadatos describe: la fecha de los datos, el contenido, la extensión que cubren, el sistema de referencia espacial, el modelo de representación espacial de los datos, su distribución, restricciones de seguridad y legales, frecuencia de actualización, calidad, etc.

Los **objetivos** de los metadatos son:

- La **búsqueda** de conjuntos de datos: saber qué datos existen, qué datos hay disponibles de una cierta zona, de un tema determinado, a una escala, de una fecha o en general de unas características específicas que el usuario demanda. Para ello los metadatos almacenan información sobre el conjunto de datos: el qué es dicho conjunto, el por qué se ha elaborado, el cuándo, el quién lo ha producido y el cómo, etcétera.
- La **elección**: es decir, poder comparar distintos conjuntos de datos entre sí, de modo que se pueda seleccionar cuáles cumplen los requisitos del usuario de manera más adecuada para el propósito perseguido.
- La **utilización**: que consiste en describir las todas características técnicas de los datos, de la manera más objetiva, más amplia y completa, con la finalidad de permitir su explotación eficaz. Sirve de ayuda a los usuarios de los datos tanto en la obtención de resultados como en su mantenimiento y actualización

Por todo lo anterior, a los metadatos se los suele definir coloquialmente como “datos acerca de los datos”. Y como elementos fundamentales sobre la información que son, **se integran** con ella de una de las siguientes maneras:

- **Incrustando los metadatos** dentro del propio documento, embebidos y codificados en la cabecera del documento.
- **Asociando los metadatos** por medio de archivos acoplados a los recursos a los que describen.
- **Metadatos independientes**, en un fichero separado, generalmente una base de datos mantenida por una organización

A su vez y, como no podía ser de otra forma, **la estructura y el contenido** de los metadatos deben estar basados en una norma aceptada y ampliamente utilizada. Uno de los beneficios de las normas es que son fruto de la experiencia y del consenso, ya que han sido desarrolladas y revisadas por un grupo internacional de expertos que han aportado una considerable

diversidad cultural y social. En particular, las normas ISO19100 relativas a Información Geográfica proporcionan una base desde la que pueden desarrollarse perfiles, o particularizaciones de la norma, nacionales y sectoriales.

Además de éstas y, debido a la complejidad de la norma 19115, se ha desarrollado una implementación de un perfil de esta norma en España, denominada Núcleo Español de Metadatos “NEM”.

Así pues, dentro de la normativa sobre metadatos tenemos a los siguientes protagonistas, a nivel internacional y a nivel nacional:

- El **Comité Técnico 211**, denominado “Geomática/Información Geográfica”, que ha desarrollado los siguientes documentos:
 - norma “**ISO 19115:2003- Geographic Information Metadata**” que presenta un modelo general de metadatos de información geográfica; y establece un conjunto común de terminología, definiciones y procedimientos de ampliación para metadatos. Ha sido adoptada como Norma Europea por el CEN/TC287 y como Una Norma Española por AEN/CTN148 “Información Geográfica”, por lo que está disponible en español.
 - especificación técnica “**ISO/TS 19139-Geographic Information-Metadata -- XML schema implementation**” para la implementación de los metadatos como XML;
 - extensiones como “**ISO/CD 19115-2 Geographic information- Metadata-Part 2: Extensions for imagery and gridded data**” para la descripción de recursos de información geográfica específicos.
- El **Comité Técnico 46**, denominado “Información y documentación”, ha definido la norma “**ISO 15836:2003 - Information and Documentation- The Dublin Core Metadata Element Set**” que presenta un modelo de metadatos de propósito general para la descripción de recursos. Tiene como actividades principales: la formación de grupos de trabajo, conferencias globales y talleres y desarrollo de prácticas en el campo de los metadatos. Esta iniciativa definió 15 elementos básicos y esenciales para describir un recurso cualquiera (fichero, mapa, libro,..) y en la actualidad es la iniciativa de metadatos más utilizada.
- **Núcleo Español de Metadatos “NEM”**

Recomendación definida por el Grupo de Trabajo de la IDEE, establecida en forma de perfil de ISO19115. Es un conjunto mínimo de elementos de metadatos recomendados en España para su utilización a la hora de describir recursos relacionados con la información geográfica. Está formado por la ampliación del Núcleo (Core) de la Norma ISO 19115 de Metadatos, con los ítems de ISO19115 necesarios para incluir los elementos del Dublin Core Metadata, la descripción de la Calidad y los elementos requeridos por la Directiva Marco del Agua.

✓ **ISO 19115:2003:**

Los orígenes de esta norma se remontan a los años 90. Participaron 33 países miembros de ISO/TC211 y 16 países aportaron expertos al Grupo de Trabajo (WG) encargado de su definición. En 1996 se disponía ya de un primer borrador, en el año 2003 se aprobó el texto definitivo como Norma Internacional de metadatos que fue adoptada como Norma Europea por CEN/TC 287 en 2005. AENOR (Asociación Española de Normalización) ha decidido también su adopción como Norma Española, con la identificación: UNE-EN ISO19115.

Mediante esta norma se describe información sobre la identificación, la extensión, la calidad, el modelo espacial y temporal, la referencia espacial y la distribución de los datos geográficos. Se aplica a la catalogación de conjuntos de datos, actividades de clearinghouse, y la descripción completa de conjuntos de datos. La norma cubre, además, diferentes niveles de información, como conjuntos de datos geográficos, series de conjunto de datos, fenómenos geográficos individuales, propiedades de los fenómenos, etc.

Es una norma bastante compleja, presentando una serie de elementos obligatorios y otros opcionales. Los metadatos, en esta norma, quedan definidos con los denominados paquetes UML, que quedan subdivididos, a su vez, en entidades (clases UML), que pueden estar especificadas (subclassed) o generalizadas (superclassed). Las entidades contienen elementos (atributos de clases UML) que identifican las unidades o ítems discretos de metadatos. Se describen, además, relaciones entre distintas entidades.

Posteriormente, la ISO 19115-2 amplía la ISO 19115, al añadir 138 elementos de metadatos adicionales para la descripción de los conjuntos de datos de imágenes.

Uno de los principales problemas que tenía la generación de metadatos ISO 19115 era la dificultad para intercambiar metadatos creados con distintas herramientas, ya que no se había prescrito ninguna estructura de almacenamiento estándar. Por ello, la ISO ha desarrollado la especificación técnica 19139 "*Geographic Information –Metadata- XML schema implementation*", que proporciona un mecanismo para volcar el contenido de los metadatos definidos de acuerdo a ISO19115 en XML.

ENTIDADES DE LA ISO 19115

Entidad metadatos

La norma se compone de una entidad principal "Metadatos", a la cual se relacionan las demás entidades. Contiene los siguientes metadatos:

- El **lenguaje** usado para especificar los metadatos
- El **conjunto de caracteres** usado para especificar los metadatos
- El **nivel** de los datos a los que aplican los metadatos
- Un **punto de contacto** para los metadatos
- La **fecha** en la que fueron producidos los metadatos
- El **estándar** de metadatos usado incluida la **versión**
- Un **identificador** único por el que los datos puedan ser referenciados

Identificación

Contiene información para identificar de modo único los datos:

- Una síntesis que proporcione un **resumen narrativo** del contenido
- Una sentencia de **propósito** que describa las intenciones de los creadores de los recursos
- El **estado** actual de los recursos
- Un **punto de contacto** para los recursos
- El **tipo de representación espacial** (ej., vectorial, grid, tin, video)
- La **resolución** espacial del conjunto de datos (ej., 1:50.000)
- El **lenguaje y el conjunto de caracteres** de los datos
- El clasificación **temática** de los datos (ej., transportes, hidrografía, agropecuarios)
- **Palabras claves** descriptivas de los datos

Restricciones

Contiene información sobre las restricciones relacionadas con el uso, acceso y seguridad.

- Limitaciones de Uso
- Restricciones Legales
 - Acceso
 - Uso
 - Otras
- Restricciones de Seguridad
 - Clasificación
 - Sistema de Clasificación
 - Notas
 - Descripción de la usabilidad

Calidad de datos

Contiene una valoración general de la calidad del conjunto de datos. La calidad puede ser de dos tipos:

- *Cuantitativa*: expresa un valor numérico como resultado de la media de calidad. En la norma ISO 19115, este tipo de calidad se conoce como Informes de Calidad, como por ejemplo completión, consistencia lógica, exactitud posicional, exactitud temporal y exactitud semántica.
 - *Cualitativa*: expresa de forma cualitativa la calidad de los datos a través de su linaje, esto es a través de las fuentes de datos y los procesos realizados para obtener el producto final que se está catalogando. En la norma ISO se documenta la calidad cualitativa por medio del Linaje.
-
- Información de los orígenes (Linaje)
 - Información de las fuentes
 - Información del proceso
 - Información de la Calidad (Informes)
 - Precisión Posicional
 - Precisión Temporal
 - Precisión Temática
 - Completitud
 - Consistencia Lógica

Mantenimiento

Contiene información sobre el alcance y la frecuencia de la puesta al día de los datos, es una entidad opcional y contiene elementos de metadatos opcionales y obligatorios.

Representación Espacial

Contiene información referente a los mecanismos usados para representar la información espacial de un conjunto de datos.

- Información de la representación espacial **vectorial**:
 - **Nivel topológico**
 - Descripción y cantidad de **objetos Geométricos** (ej. curvas, puntos, superficies, sólidos)
- Información de la representación espacial **reticular**:
 - Número de **dimensiones**
 - **Geometría** del pixel (punto o área)
 - Información de la **Georreferenciación**
 - Descripción de los puntos de control
 - Puntos extremos
 - Descripción de la dimensión de la transformación
 - Orientación del pixel (centro, esquina inferior izquierda, derecha, etc.)
 - Información **Georreferenciable**
 - Información de los puntos de control
 - Parámetros de orientación
 - Parámetros de la georreferenciación

Sistema de Referencia

Contiene la descripción del sistema de referencia espacial usados en un conjunto de datos.

- Sistema de referencia Identificadores
- Proyección Identificadores y Parámetros
- Elipsoide Identificadores y Parámetros
- Datum Identificadores

Contenido

Contiene información sobre:

- Descripción del Catálogo de entidades
 - Lenguaje
 - Tipos de entidades
- Descripción de la Cobertura
 - Descripción de la Imagen
 - Ángulo de elevación de la iluminación
 - Condiciones de la Imagen (ej., nubosidad, niebla, desenfoque, sombras)
 - Calidad de la Imagen
 - Nivel de Procesamiento
 - Dimensiones
 - Bandas

▪ Valor máximo	▪ Escala de tonalidades
▪ Valor mínimo	▪ Factor de escala

Catálogo de Representación

Contiene información que identifica el catálogo de representación usado.

Distribución

Contiene información sobre el distribuidor de un recurso y las opciones para obtener dicho recurso.

- Formato
 - Nombre
 - Versión
- Opciones para la transferencia Digital
- Distribuidor
- Protocolo de petición estandarizado
 - Tasas
 - Tiempo estimado de entrega
- Especificación
- Técnica de Descompresión
- Instrucciones para la petición

Extensión de metadatos

Contiene información sobre las extensiones de usuario especificadas.

- Nombre
- Nombre Corto
- Código de dominio
- Definición
- Obligatoriedad
- Condicionalidad
- Tipo de datos
- Cardinalidad
- Entidad Padre
- Reglas
- Relaciones
- Fuente

Modelo de aplicación

Contiene información sobre el modelo de aplicación usado para construir un conjunto de datos.

- El nombre del esquema de aplicación usado
- El lenguaje del esquema usado
- Las restricciones de lenguaje usadas en el esquema de aplicación
- El esquema de aplicación proporcionado como un fichero ASCII
- El esquema de aplicación proporcionado como un fichero gráfico
- El esquema de aplicación proporcionado como un fichero propietario del software

Información de la Extensión

Contiene la siguiente información:

- La **extensión espacial** del conjunto de datos como:
 - Rectángulo
 - Un objeto espacial más complejo
 - Identificador geográfico (Topónimo)
- La **extensión temporal** del conjunto de datos
- La **extensión vertical** del conjunto de datos

Cita y Parte Responsable

Contiene la siguiente información:

- Citas
- Título del conjunto de datos
- Fecha de creación, publicación o revisión
- Edición
- Identificador
- ISBN / ISSN
- Formato de presentación (ej., imagen Digital, mapa Digital, documento impreso)
- Entidad Responsable
- Contacto
- Recursos en línea
- Dirección
- Series
- Fecha

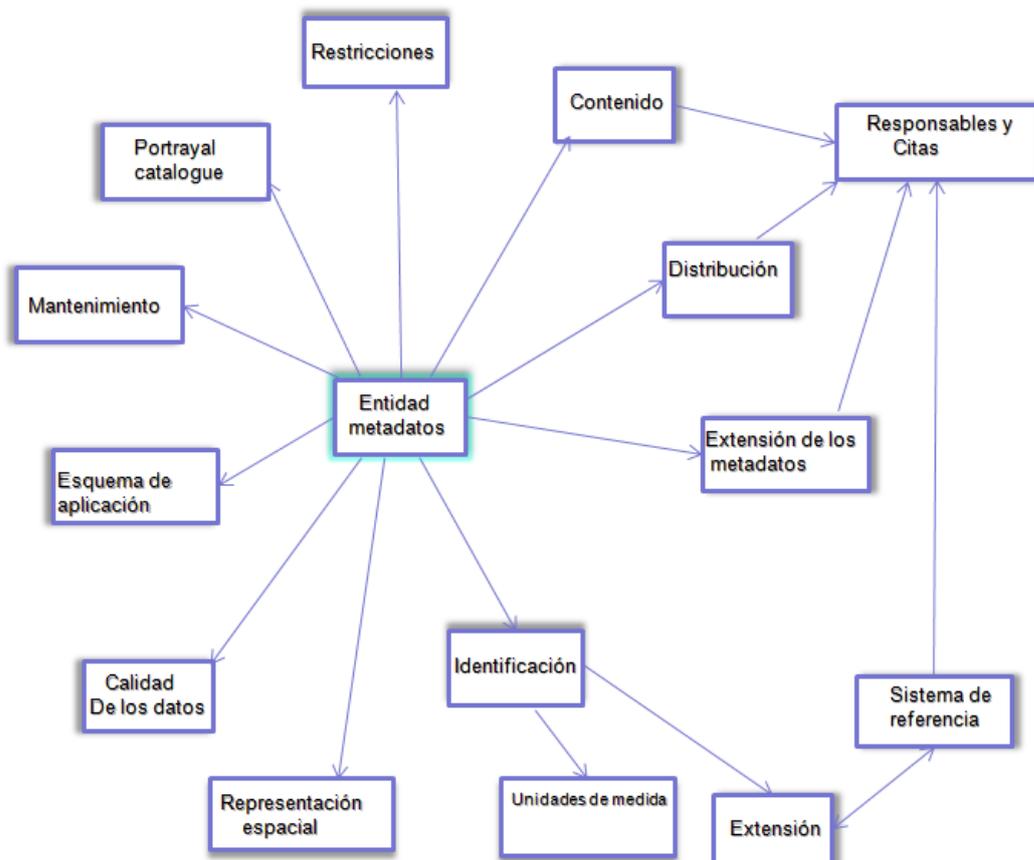


Fig. 4.2. Entidades de Metadatos

DICCIONARIO DE DATOS DE LA NORMA ISO 19115.

El diccionario de datos describe las características de los metadatos definidos por la Norma. En este caso, para cada elemento de metadatos se da la siguiente información:

Nombre: Nombre del elemento tal como se define en el estándar.

Nombre Corto: Estos nombres son únicos dentro de esta Norma Internacional y pueden ser usados con el lenguaje XML.

Definición: Descripción del elemento/entidad de metadatos

Obligatoriedad/condicionalidad: Indica si una entidad de metadatos o un elemento de metadatos estará siempre documentado en metadatos o sólo algunas veces. Este campo puede tomar los siguientes valores: O (obligatorio), C (Condicional), u OP (opcional).

Máxima ocurrencia: Especifica el número máximo de instancias que la entidad de metadatos o el elemento de metadatos puede tener. Las ocurrencias singulares son mostradas como "1" y si se repiten las ocurrencias se representarían mediante "N". Cuando el número de ocurrencias sea diferente a "1" se representará con su número correspondiente.

Tipo de Dato: Especifica un conjunto de distintos valores para representar los elementos metadatos, por ejemplo entero, real, string, booleano, etc. Valores posibles: Class, AggregatedClass, specifiedClass, CharacterString, Association.

Dominio: Especifica el valor permitido o el uso de un texto libre. "Texto libre" indica que no existen restricciones en el contenido del campo. Si el Tipo de Dato es "class", el atributo dominio referencia al nombre de la clase.

Identif.	Nombre	Nombre en español	Definición	Obligación/ Condición	Máxima Ocurrencia	Tipo de Datos	Dominio
1	<i>MD_Metadata</i>	Metadatos	Entidad raíz que define los metadatos de uno o varios recursos.	O	1	Clase	Líneas: 2-22
2	<i>FieldIdentifier</i>	Identificador del fichero	Identificador único para el fichero de metadatos	OP	1	Cadena de Caracteres	Texto Libre
3	<i>Language</i>	Idioma	Idioma usado para documentar metadatos	C Si no está definido en <i>Encoding</i>	1	Cadena de Caracteres	ISO 639-2 u otras.
4	<i>CharacterSet</i>	Conjunto de caracteres	Nombre completo de la norma de codificación de caracteres usada el conjunto de metadatos	C (ISO 10646-1 no la usó y no definida)	1	Clase	MD_CharacterSetCode
5	<i>ParentIdentifier</i>	Identificador del padre	Identificador del fichero de metadatos del cual estos metadatos son un subconjunto (hijo)	C Si el "Nivel Jerárquico" no es igual a todo el	1	Cadena de Caracter	Texto Libre

Fig. 4.3. Diccionario de Datos de la Norma ISO 19115

HERRAMIENTAS PARA GENERAR METADATOS ISO 19115:

En la actualidad son varias las aplicaciones, tanto comerciales, de uso gratuito como de software libre, existentes para la edición y tratamiento de metadatos basados en la ISO 19115. Están en continua evolución y puede que en el momento en que se esté leyendo este documento, algunas de las que aparecen a continuación no tengan bien el enlace. También puede que surjan otras nuevas y no estén contempladas a continuación.

- **ArcCatalog:** (<http://www.esri.com>) Es desarrollado por ESRI y permite la edición y generación automática de varios tipos de fuentes (coberturas, SDE, etc.). Soporta CSDGM e ISO 19115. Los metadatos son almacenados como archivos XML junto con el archivo de los datos o en la base de datos SDE. Una de las funcionalidades principales es el de la sincronización con los cambios realizados en los datos.
- **MetaD** (Infraestructura de Datos Espaciales de Catalunya) (<http://www.geoportal-idec.cat/geoportal/cas/meta-d/>) Programa de edición y exportación de metadatos siguiendo el perfil IDEC, subconjunto del estándar ISO 19115 destinado a describir la Información Geográfica (gráfica, alfanumérica, etc.).
- **IME (INTA)** (<http://www.crepad.rcanaria.es/metadata/index.htm>). Es un editor de Metadatos ISO 19115, creado por el Departamento de Teledetección del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA - España). Su Objetivo fue crear un software que genere ficheros XML con Metadatos ISO de todos los productos e imágenes raster procesadas por ellos. Es de libre distribución

- **M3Cat** (<http://www.intelec.ca/html/en/technologies/m3cat.html>): Es una aplicación cliente servidor que almacena metadatos de acuerdo al ISO 19115 y CSDGM, en base de datos Access u Oracle. Es de libre distribución
- **Enraemed:** (<http://www.enraemed.net/>) Es una aplicación basada en la tecnología cliente servidor que soporta tanto ISO 19115 como CSDGM. Para el almacenamiento de los metadatos se necesita de una base de datos SQL Server. Soporta el descubrimiento de metadatos, provee herramientas para tesauros, un mapa para ayudar en el proceso de catalogación y es posible configurar la aplicación para usuarios diferentes. Es de libre distribución
- **CatMdEdit** (<http://sourceforge.net/projects/catmdedit>) Es una herramienta Open Source que facilita la documentación de recursos, con especial atención en la descripción de la información geográfica. Las principales funcionalidades son: es multiplataforma y multilingüe; importación y exportación de metadatos, herramientas para tesauros, etc. Esta herramienta se verá con mayor profundidad en la sección 4.A.7 de este módulo.
- **GeoNetwork** (<http://sourceforge.net/projects/geonetwork>): Es una aplicación Open Source, desarrollada por la FAO, de catálogo de metadatos geográficos basado en web. Integra: Creación y administración de Metadatos; búsqueda de metadatos; publicación y distribución de datos.
- **INSPIRE** (<http://www.inspire-geoportal.eu/index.cfm/pageid/342>): aplicación online, desarrollada por la Comisión Europea para el desarrollo de metadatos siguiendo la Directiva Inspire.
- **disy Preludio** (<http://www.disy.net/en/products/preludio.html>): aplicación en entorno web que ofrece la creación y edición de metadatos según ISO 19115/19119.
- **terraCatalog** (<http://www.conterra.de/en/products/sdi/terracatalog/index.shtm>): terraCatalog es una herramienta para el mantenimiento de metadatos basada en estándares abiertos, que permite la captura y la creación de metadatos para distintas aplicaciones.

✓ **ISO 15836:2003:**

La Norma ISO 15836 fue preparada por la National Information Standards Organization (como ANSI/NISO Z39 85-2001) y adoptada por el Comité Técnico ISO/TC 46 sobre Información y Documentación, Subcomité SC 4 de Interoperabilidad técnica, mediante un procedimiento de vía rápida, paralelo a su aprobación por los organismos miembros de ISO.

La Iniciativa de Metadatos Dublin Core (DCMI) comenzó en 1995 con la convocatoria de un taller de trabajo en Dublín, Ohio, que reunió a bibliotecarios, investigadores sobre la biblioteca digital, distribuidores de contenidos y expertos en marcado textual para mejorar la elaboración de estándares y normas relacionadas con la recuperación de información aplicables a los recursos.

Surgió como un pequeño conjunto de descriptores que rápidamente suscitó el interés general de una amplia variedad de proveedores de información de los sectores de las artes, las ciencias, la educación, el ámbito empresarial y las administraciones públicas.

Su mayor interés radica en las descripciones de recursos, que sean fáciles de crear y que casi cualquiera pueda entender.

El interés por la localización de información interdisciplinar suscitó una participación creciente en la serie de talleres de la DCMI que se celebraron posteriormente. En la actualidad, el Dublin Core se ha traducido a más de 20 idiomas, y ha sido adoptado por el CEN/ISSS (Comité Europeo de Normalización/ Sistema de Normalización para la Sociedad de la Información).

Dublin Core no pretende desplazar a otros estándares de metadatos. Su intención es coexistir, muchas veces, en la misma descripción de un recurso, con estándares de metadatos que propongan otra semántica más compleja, como ISO 19115 (Tolosana-Calasanz et al, 2006).

Con Dublin Core, la simplicidad reduce el coste de la creación de metadatos y fomenta la interoperabilidad. Por otro lado, dicha simplicidad carece de la riqueza funcional y semántica que proporcionan esquemas de metadatos complejos. Es decir, se renuncia en cierta forma a la riqueza por la visibilidad y uso. De todas formas, se pueden crear equivalencias entre esos esquemas más sofisticados y el Dublin Core para facilitar la exportación y las búsquedas entre diferentes sistemas.

Adicionalmente, también cabe destacar el uso combinado de Dublin Core con la tecnología RDF (Resource Description Framework): RDF y RDF Vocabulary Description Language (RDFS) (Manola y Miller, 2004). RDF está adquiriendo gran importancia porque es una de las tecnologías básicas en la nueva concepción de la Web: la Web Semántica. Según Berners-Lee y col. (2001), "la Web Semántica es la extensión de la Web actual dentro de la cual la información recibe un significado bien definido, permitiendo que computadores y personas puedan trabajar en cooperación".

RDF es una recomendación W3C para el modelado e intercambio de metadatos, que se expresa en formato XML. La mayor ventaja de RDF es su flexibilidad. RDF no es realmente un estándar de metadatos al uso definiendo una serie de elementos. Por el contrario, se puede considerar como un metamodelo que permite la definición de esquemas de metadatos o la combinación de ellos. El núcleo básico de RDF únicamente ofrece un modelo simple para describir relaciones entre recursos en términos de propiedades con un nombre asociado y una serie de valores. Para la declaración y la interpretación de esas propiedades RDFS proporciona un amplio conjunto de constructores que permite definir y restringir la interpretación de los vocabularios en una comunidad de información particular.

ELEMENTOS

En la descripción de elementos, cada uno de ellos tiene una etiqueta descriptiva, cuya finalidad es dar a conocer una semántica común que facilite la comprensión del elemento, y un nombre constituido por una única palabra, entendible por máquina, cuyo objetivo es simplificar la descripción sintáctica de los elementos para los esquemas de codificación.

Cada elemento es opcional y repetible. Los elementos de metadatos pueden aparecer en cualquier orden pero no se puede garantizar que el orden se mantenga en todos los sistemas.

Nombre del elemento: Title

Etiqueta: Título

Definición: Un nombre dado al recurso.

Comentario: Normalmente, el título será el nombre por el que se conoce formalmente el recurso.

Nombre del elemento: Creator

Etiqueta: Creador

Definición: Una entidad que es responsable principal de la elaboración del contenido del recurso.

Comentario: Ejemplos de creador de un recurso pueden ser, una persona, una organización o un servicio. Normalmente este campo debería utilizarse para indicar la entidad.

Nombre del elemento: Subject

Etiqueta: Materias y palabras clave

Definición: Un tema del contenido del recurso

Comentario: Normalmente, la materia se expresará con palabras clave, descriptores o códigos de clasificación que representen el tema del recurso. La práctica más recomendable es seleccionar estos valores de un vocabulario controlado o de un esquema formal de clasificación.

Nombre del elemento: Description

Etiqueta: Descripción

Definición: Una descripción del contenido del recurso

Comentario: Aunque no se limitan a estos, algunos ejemplos de descripción son un resumen, un índice de contenido, una explicación en texto libre o una referencia a una representación gráfica del contenido.

Nombre del elemento: Publisher

Etiqueta: Editor

Definición: Una entidad responsable de que el recurso esté disponible.

Comentario: Ejemplos de editor son: una persona, una organización o un servicio. Normalmente el nombre de un editor debería utilizarse para indicar la entidad.

Nombre del elemento: Contributor

Etiqueta: Colaborador

Definición: Una entidad responsable de realizar contribuciones al contenido de un recurso.

Comentario: Ejemplos de colaborador pueden ser: una persona, una organización o un servicio. Normalmente el nombre de un colaborador debe utilizarse para indicar la entidad.

Nombre del elemento: Date

Etiqueta: Fecha

Definición: Una fecha de un hecho relativo al ciclo de vida del recurso.

Comentario: Normalmente la fecha se asociará con la creación o la disponibilidad del recurso. La práctica más recomendable para codificar el valor de la fecha se define en el perfil ISO 8601 [W3CDTF] que incluye fechas de la forma AAAAMM- DD.

Nombre del elemento: Type

Etiqueta: Tipo de recurso

Definición: La naturaleza o género del contenido del recurso.

Comentario: El tipo se refiere a términos que describen categorías generales, funciones, géneros o niveles de agregación para el contenido. La práctica más recomendable en este sentido es seleccionar un valor de un vocabulario controlado (por ejemplo, del *DCMI Type Vocabulary* [DCT1]). Para describir la manifestación física o digital del recurso debe emplearse el elemento Format.

Nombre del elemento: Formato

Etiqueta: Formato

Definición: La manifestación física o digital del recurso.

Comentario: Normalmente el formato se referirá a los tipos de medios o dimensiones de un recurso. El formato puede usarse para identificar el software, hardware u otros equipamientos necesarios para visualizar el recurso u operar con él. Ejemplos de dimensiones pueden ser el tamaño o la duración. La práctica más recomendable en este caso es seleccionar el valor de un vocabulario controlado (por ejemplo, la lista de *Internet Media Types* [MIME]).

Nombre del elemento: Identifier

Etiqueta: Identificador del recurso

Definición: Una referencia inequívoca al recurso dentro de un contexto determinado.

Comentario: La práctica más recomendable es identificar el recurso por medio de una cadena de caracteres o por un número conforme a un sistema formal de identificación. Algunos sistemas de identificación formal de recursos son, entre otros, el *Uniform Resource Identifier* (URI) que incluye el Localizador Uniforme de Recursos **294** REV. ESP. DOC. CIENT., 29, 2, ABRIL-JUNIO, 287-296, 2006. ISSN 0210-0614 (URL), el *Digital Object Identifier* (DOI) y el *International Standard Book Number* (ISBN).

Nombre del elemento: Source

Etiqueta: Fuente

Definición: Una referencia a un recurso del cual deriva el que se está describiendo.

Comentario: El recurso que se está describiendo puede derivar, en todo o en parte, de un recurso fuente. La práctica más recomendable en este caso es identificar el recurso referenciado por medio de una cadena de caracteres o número conforme con un sistema de identificación formal.

Nombre del elemento: Language

Etiqueta: Idioma

Definición: Un idioma del contenido intelectual del recurso.

Comentario: La práctica más recomendable es usar la RFC 3066 [RFC3066] que, en conjunción con la norma ISO 639 [ISO639], define etiquetas de dos y tres letras para identificar el idioma principal, con subetiquetas opcionales. Algunos ejemplos son: «en» o «eng» para inglés, «akk» para el acadio, y «en-GB» para el inglés utilizado en el Reino Unido.

Nombre del elemento: Relation

Etiqueta: Relación

Definición: Una referencia a un recurso relacionado.

Comentario: La práctica más recomendable es identificar los recursos referenciados por medio de una cadena de caracteres o número conforme a un sistema de identificación formal.

Nombre del elemento: Coverage

Etiqueta: Cobertura

Definición: La extensión o el alcance del contenido del recurso.

Comentario: Normalmente la cobertura incluirá la localización espacial (un nombre de un lugar o unas coordenadas geográficas), el periodo temporal (una expresión que identifica un período, fecha o rango de fecha) o la jurisdicción (por ejemplo una denominación de una entidad administrativa). La práctica más recomendable es seleccionar un valor de un vocabulario controlado (por ejemplo, del *Thesaurus of Geographical Names* [TGN]) y usar, cuando sea oportuno, nombres de periodos de tiempo o de lugares, mejor que identificadores numéricos, como conjuntos de coordenadas o rangos de fecha.

Nombre del elemento: Rights

Etiqueta: Derechos

Definición: Información sobre los derechos contenidos en y sobre el recurso.

Comentario: Normalmente los derechos contendrán una declaración de gestión de derechos para el recurso, o una referencia a un servicio que proporcione dicha información. La información sobre los derechos normalmente abarca los derechos de Propiedad Intelectual (PI), derechos de autor y otros derechos relacionados con la propiedad. Si no consta el elemento de derechos no se deben hacer asunciones sobre ningún derecho contenido en el recurso o entorno a él.

APLICACIÓN A LAS IDES

La especificación de Servicios de Catálogo propuesta por el Open Geospatial Consortium (Nebert and Whiteside, 2004) propone utilizar Dublin Core como modelo básico de búsqueda y presentación de metadatos para la descripción de recursos geográficos.

Por su parte, el CEN/ISSS Workshop ha desarrollado un perfil de aplicación geoespacial de Dublin Core (CEN, 2003). Este perfil define: los elementos tomados del modelo general de Dublin Core; el dominio de valores de cada elemento (especificando el uso de esquemas de codificación específicos); los cualificadores y elementos adicionales que se toman del dominio particular de la IG; y la condicionalidad y ocurrencia de los elementos.

Otro ejemplo de aplicabilidad es el proyecto SDIGER (proyecto piloto de la Directiva europea INSPIRE para analizar los problemas de creación de una IDE en una zona transfronteriza e interadministrativa), en el que se ha definido un perfil de aplicación de Dublin Core para la minería de datos geográficos.

✓ **NEM:**

El NEM (Núcleo Español de Metadatos) es un conjunto mínimo de metadatos, recomendado para la descripción de los recursos relacionados con la Información Geográfica y definido como un perfil de ISO19115 y que tenga en cuenta todas las iniciativas y acciones relevantes en el campo de los metadatos (Subgrupo de Trabajo del Núcleo Español de Metadatos, 2005).

NEM no pretende ser el Perfil de Metadatos para España, sino un núcleo común que se recomienda para que todos los Catálogos de Metadatos generados en España sean comparables e interoperables.

Para la selección de los elementos pertenecientes al NEM se ha seguido principalmente el perfil ISO19115 – Core Metadata for Geographic Datasets, que define un conjunto básico de 22 elementos, junto con otros estándares de catalogación y perfiles de metadatos como:

- El estándar de metadatos Dublin Core.
- La propuesta de perfil espacial de metadatos Dublin Core elaborada por el Comité de Normalización Europeo (CEN) [ZNF 03b].
- Las recomendaciones sobre metadatos realizadas dentro de la propuesta de directiva INSPIRE y la guía sobre Sistemas de Información Geográfica de la Directiva Marco del Agua (DMA). Ambas recomendaciones insisten en la importancia de describir la calidad de la información geográfica.

ELEMENTOS

En el NEM, se describe cada elemento a partir de los siguientes campos:

- **Ruta Identificativa por nombre:** Es la ruta que nos permite localizar el elemento dentro de la norma ISO 19115. Cada elemento está caracterizado por un conjunto de descriptores cuya definición se puede consultar en el anexo 5.1.
- **Ruta Identificativa por Número de Referencia:** Ruta numérica para localizar el elemento según el diccionario de datos que contiene la norma ISO 19115.
- **Etiqueta (es):** Etiqueta asignada al elemento en español.
- **Etiqueta (en):** Etiqueta asignada al elemento en inglés.
- **Definición (es):** Descripción del elemento de metadatos según ISO 19115.
- **O/OP/C:** Obligatorio/ Opcional/Condicional.
- **Tipo de dato:** Distintos valores que puede tomar un elemento.
- **Dominio.** Se corresponde con el elemento asociado a cada metadato.

Y el conjunto de elementos que compone el NEM es el siguiente:

Elementos obligatorios del Núcleo de ISO

- *Título*
- *Fecha de referencia de los datos*
- *Idioma de los datos*
- *Categoría de tema*
- *Resumen*
- *Punto de contacto de los metadatos*
- *Fecha de creación de los metadatos*

Elementos del Dublin Core

- *Información de agregación*
- *Créditos*
- *Restricciones del recurso*

Elementos adicionales ISO 19115 propuestos por expertos en metadatos y aprobados por el Subgrupo de Trabajo del NEM

- *Palabras claves descriptivas*
- *Nivel jerárquico*
- *Forma de representación*
- *Propósito*
- *Uso específico*

Elementos opcionales y condicionales del Núcleo

- *Parte responsable de los datos*
- *Formato de distribución*
- *Tipo de representación espacial*
- *Resolución especial*
- *Sistema de referencia*
- *Recurso en línea*
- *Información de extensión*
- *Localización geográfica*
- *Calidad: linaje*
- *Nombre del estándar de metadato*
- *Versión del estándar de metadatos*
- *Identificador del archive de metadatos*
- *Conjunto de caracteres de los datos*
- *Idioma de los metadatos*
- *Conjunto de caracteres de los metadatos*

Otros elementos adicionales pertenecientes a la Norma ISO 19115 y que se ocupan de profundizar en el tema de la calidad

- *Calidad: Información cuantitativa*

DICCIONARIO DEL NEM

El diccionario de datos describe las características de los elementos de metadatos recomendados por el NEM y sus tipos de datos. Se define para organizar la información y está formado por varias secciones:

- **Descripción de los elementos principales del NEM:** Lista con mayor nivel de detalle de los elementos que se recomiendan dentro del NEM.
- **Descripción de los tipos de datos:** Descripción de los tipos de datos de los elementos del NEM cuando estos tipos de datos son complejos.
- **Descripción de listas de códigos y enumeraciones:** Descripción de las listas de códigos o enumeraciones utilizadas por los elementos del NEM. Aquí se incluyen tanto listas de códigos y enumeraciones recogidas en ISO19115 como otras listas de códigos recomendadas adicionalmente por el SGT-NEM.

Para cada uno de los elementos que van a aparecer en cada una de las siguientes secciones se han definido en el SGT-NEM un número de descriptores u atributos que aportan información que puede ser de cierta utilidad a la persona encargada de definir los metadatos para su producto. Los descriptores que van a ser documentados para cada elemento son:

Ruta identificativa por nombre	Ruta identificativa del elemento usando el nombre de elementos UML
Ruta identificativa por número de referencia	Ruta identificativa del elemento mediante usando números de referencia. Para elementos de ISO19115, este número sería la línea del diccionario de datos.
Nombre	Nombre del elemento tal como se define en el estándar.
Alias	Se correspondería con el nombre corto o código de ISO19115. Abreviatura del nombre indicada en el diccionario de datos de ISO19115. Si el elemento a describir es un valor de una enumeración o lista de códigos, aquí aparecerá el código numérico utilizado
Etiqueta	Una etiqueta legible asignada al término. Puede haber varias dependiendo del idioma.
Definido por	Estándar que define el elemento. Actualmente todos los elementos considerados han sido definidos en ISO19115. Pero en el futuro estos elementos pueden estar definidos en extensiones de ISO 19115 u otros estándares.
Tipo de término	Indica si el tipo de elemento descrito. Valores posibles: - entity (entidad). En UML se puede corresponder con una clase (class, generalized class, specialized class). - element (elemento). En UML se puede corresponder un atributo (Attribute) o asociación (Association). - enumeration (enumerado). Tipo de dato cuyas instancias forman una lista de valores literales (una lista corta de valores bien identificados) - codelist. Una lista de códigos es un enumerado más flexible. - codelistElement. Elemento de un enumerado o lista de códigos.

Definición	Descripción del elemento/entidad de metadatos.
Comentarios	Información adicional acerca del término o su aplicación
Obligatoriedad/condicionalidad	Indica si una entidad de metadatos o un elemento de metadatos estarán siempre documentado en metadatos o sólo algunas veces. Este campo puede tomar los siguientes valores: O (obligatorio), C (Condicional), u OP (opcional).
Definición de la condición	Define la condición bajo la cual un elemento es condicional.
Ocurrencia Máxima	Especifica el número máximo de instancias que la entidad de metadatos o el elemento de metadatos puede tener. Las ocurrencias singulares son mostradas como "1" y si se repiten las ocurrencias se representaran mediante "N". Cuando el número de ocurrencias sea diferente a "1" se representará con su número correspondiente.
Tipo de dato	Especifica un conjunto de distintos valores para representar los elementos metadatos, por ejemplo entero, real, string, booleano, etc. Valores posibles: -Class -AggregatedClass -SpecifiedClass -CharacterString -Association
Dominio	Especifica el valor permitido o el uso de un texto libre. "Texto libre" indica que no existen restricciones en el contenido del campo. Si el Tipo de Dato es "class", el atributo dominio referencia al nombre de la clase.
Ejemplo de uso	Valor de ejemplo
Cambios sobre la definición original	Comentario sobre los cambios introducidos en el elemento respecto a la definición del elemento en ISO 19115 o en el estándar original si es que ha habido alguno.
Similar a	Correspondencia con elemento de otros estándares, por ejemplo Dublin Core. Puede haber más de una correspondencia.
Justificación de inclusión	Breve justificación de la inclusión de un elemento en el NEM.

Fig. 4.4. Tabla de descriptores del NEM

5.3. Servicios

Los servicios de una IDE son las funcionalidades, accesibles mediante un navegador de Internet, aunque alguno de los servicios es accesible desde los llamados clientes pesados, que una IDE ofrece al usuario para ser aplicadas sobre los datos geográficos.

Estas funcionalidades se organizan en servicios: de visualización de mapas, de descarga, de consulta, etc.

Se podría decir que una IDE, además de un repositorio de datos geográficos, es también un conjunto de servicios, que ofrecen una serie de funcionalidades útiles e interesantes.

Desde el punto de vista de las IDEs, al usuario no le interesa ya tanto descargarse los datos en su sistema, sino obtener directamente las respuestas que necesita y que un servicio le ofrece.

Las especificaciones del Open Geospatial Consortium establecen cómo deben ser los servicios estándar e interoperables.

A continuación se enumeran y describen algunos de los principales servicios, y las especificaciones correspondientes a los mismos.

✓ **Servicio de Catálogo (CSW)**

El Servicio de Catálogo forma parte de uno de los tres servicios fundamentales que debe existir en una Infraestructura de Datos Espaciales. Un Servicio de Catálogo (especificación vigente CSW 2.0.2), permite la publicación y búsqueda de información (metadatos) que describe datos, servicios, aplicaciones y en general todo tipo de recursos.

Los servicios de catálogo son necesarios para proporcionar capacidades de **búsqueda e invocación** sobre los recursos registrados dentro de una IDE.

Este servicio permite la búsqueda de conjuntos de datos geográficos (mapas, hojas, ortofotos,...) que hay disponibles a una escala determinada, de una zona particular, sobre un tema específico, y en una fecha o intervalo de fechas. El resultado de la búsqueda se puede ofrecer en distintos formatos, por ejemplo el proyecto IDEE en su servicio de Catálogo permite las siguientes configuraciones:

- Visualizar o descargar un documento de metadatos, que describe las características principales del recurso encontrado según la Norma Internacional de metadatos ISO 19115.
- Visualizar las características de las unidades que componen una serie cartográfica encontrada en una búsqueda, así como visualizar el producto localizado en el visualizador (si existe un servicio de mapas disponible).

Un proveedor de datos debe tener domiciliados los metadatos en alguno de los nodos accesibles de la red. El servidor de catálogos, ante una pregunta por parte de un usuario a través de un interfaz, remite una interrogación mediante un mensaje XML al resto de los servidores de catálogos disponibles, los cuales contestan mediante mensajes XML que pueden presentarse al usuario. Los servidores de catálogo pueden corresponder a fabricantes diferentes pero si cumplen la especificación OGC podrán entender la pregunta que se les hace y responderla adecuadamente.

✓ **Servicio de Mapas en Web (WMS)**

El servicio WMS, permite superponer visualmente datos vectoriales y ráster, en diferente formato, con distinto sistema de referencia y coordenadas y en distintos servidores.

Ha sido adoptado por ISO, para facilitar el intercambio de información geográfica a través de Internet. El Servicio de Mapas en Web forma parte de uno de los tres servicios fundamentales que debe existir en una Infraestructura de Datos Espaciales. Este estándar permite compartir información geográfica alojada en servidores remotos, para que pueda ser utilizada desde visualizadores web o desde aplicaciones de escritorio. Actualmente la versión de la especificación WMS es la 1.3.0.

Su objetivo es poder **visualizar** Información Geográfica. Proporciona una representación, una imagen del mundo real para un área requerida. Esta representación puede provenir de un fichero de datos de un SIG, un mapa digital, una ortofoto, una imagen de satélite,...

Está organizada en una o más capas, que pueden visualizarse u ocultarse una a una o de manera dinámica en función de la escala. Se puede consultar cierta información disponible y las características de la imagen del mapa. También se pueden establecer distintos tipos de mapas temáticos por capa, en función de categorías asociadas a campos de atributos.

Un WMS básico ha de ser capaz de realizar al menos dos tareas: la operación *GetCapabilities*, y la operación *GetMap*. La primera ofrece información sobre el mapa, mientras la segunda operación devolvería el propio mapa. Un tipo de WMS más avanzado permite, mediante la operación *GetFeatureInfo* devuelve información sobre elementos de un mapa.

✓ **Servicio de Fenómenos en Web (WFS)**

La actual especificación WFS 2.0.0 ofrece la posibilidad de acceder y consultar todos los **atributos** de un fenómeno (feature) geográfico como un río, una ciudad o un lago, representado en modo vectorial, con una geometría descrita por un conjunto de coordenadas.

Habitualmente los datos proporcionados están en formato GML, pero cualquier otro formato vectorial puede ser válido. Un WFS permite no solo visualizar la información tal y como permite un WMS, sino también consultarla libremente. La especificación de OGC establece cómo debe ser un WFS estándar e interoperable.

Los requerimientos para un Servicio de Fenómenos Web son:

- Los interfaces deben definirse en XML.
- Se debe usar GML para servir la información sobre fenómenos.
- Un WFS debe ser capaz, como mínimo, de ofrecer fenómenos utilizando GML.
- El predicado o filtro de lenguaje debe definirse en XML y derivarse de CQL, como se indica en el OpenGIS Catalogue Interface Implementation Specification.

Hay tres tipos de WFS:

- WFS Básico, implementa las operaciones GetCapabilities, DescribeFeatureType y GetFeature. Se considera el servicio de sólo lectura.
- WFS XLink, soporta todas las operaciones del WFS Básico e implementa la operación GetGmlObjet para XLinks locales y/o remotos, siendo posible utilizar la operación GetGmlObjet durante la operación GetFeature.
- WFS Transaccional, soporta todas las operaciones del WFS básico, e implementa las operaciones de transacción. Siendo opcional la implementación de las operaciones GetGmlObjet y/o LockFeature.

✓ **Servicio de Nomenclátor, Gazetteer (WFS-G)**

El servicio de nomenclátor se define como aquel servicio que devuelve las descripciones completas de las entidades geográficas seleccionadas mediante la consulta de sus identificadores. El uso más común de un servicio de nomenclátor es almacenar un catálogo de entidades del mundo real junto con los topónimos que los identifican, y permitir a un usuario localizar la ubicación de la entidad partiendo de su topónimo. Esta consulta debe soportar además la selección de atributos de las entidades, como pueden ser el nombre, el tipo de entidad o la localización geográfica. La definición de estos servicios se encuentra en el estándar internacional del Open Geospatial Consortium (OGC) *Gazetteer Service* para WFS, y en el estándar nacional del Consejo Superior Geográfico para un Modelo de Nomenclátor de España.

Para definir un Servicio de Nomenclátor, el OGC ha creado un perfil de la especificación WFS que propone metadatos, operaciones y tipos de entidades geográficas para este caso específico. El servicio que implementa este perfil se denomina *Gazetteer Service* y su nombre abreviado es WFS-G.

El funcionamiento del servicio WFS-G es similar al de un WFS. Las **diferencias** de un WFS-G respecto a un WFS son:

- El documento que describe los metadatos del servicio tiene una sección adicional que describe la estructura del nomenclátor.
- Los tipos de entidades geográficas de un WFS-G serán especializaciones del tipo predefinido *SI_LocationInstance*. De esta forma, todos los tipos de entidades geográficas del servicio tendrán un conjunto de atributos básicos comunes, y un conjunto de atributos específicos del servicio en particular.

✓ **Servicio de Coberturas en Web (WCS)**

El Servicio de Coberturas en Web (WCS 2.0.0) soporta la recuperación digital de datos geoespaciales como "coberturas". Es el servicio análogo a un WFS para datos ráster. Permite no solo visualizar información ráster, como ofrece un WMS, sino además **consultar** el valor del atributos o atributos almacenados en cada píxel.

Al igual que *WMS* y *WFS*, permite al cliente seleccionar parte de la información, que posee el servidor, basándose en diferentes criterios.

La diferencia principal con el *WMS* es que el servicio *WCS* proporciona los datos con su semántica original, lo cual permite que puedan ser interpretados, extrapolados, etc., y no sólo representados de forma estática.

La diferencia principal con el *WFS* es que éste devuelve fenómenos geoespaciales discretos, mientras que el *WCS* proporciona coberturas que reflejan fenómenos de variación espacial y que relacionan el dominio espacio-temporal con un rango de propiedades.

El *WCS* proporciona tres operaciones: *GetCapabilities*, *DescribeCoverage*, y *GetCoverage*. La operación *GetCapabilities* devuelve un documento XML que detalla el servicio y una breve descripción de las coberturas que los clientes soliciten. La operación *DescribeCoverage* devuelve un documento XML con una descripción detallada de una o varias coberturas de las suministradas por el servicio. La operación *GetCoverage* permite obtener una cobertura o parte de ella. Será necesario indicar alguna característica básica que define el subconjunto de datos requerido, es decir, el dominio, el rango de valores,.... Por este motivo, es necesario conocer primero cuál es la definición del tipo de coberturas que posee el servicio mediante la operación *DescribeCoverage*.

✓ **Servicio de Procesamiento en Web (WPS)**

La especificación del Servicio de Procesamiento en Web (*WPS* 0.4.0) proporciona el acceso de los usuarios a **cálculos preestablecidos**, o a procesamientos de los datos espaciales. Los datos requeridos por el *WPS* pueden ser transmitidos a través de la red, o estar disponibles en el propio servidor. Se pueden usar datos de imágenes o datos estándar de intercambio, como *GML*.

El cálculo puede ser tan simple como restar un conjunto de números espacialmente referenciados de otro (por ejemplo, determinar la diferencia en los casos de gripe entre dos temporadas diferentes), o tan complicado como un modelo global de cambio climático.

Habilitar procesos geoespaciales en Internet requiere el desarrollo de una amplia variedad de servicios web. La especificación define la forma en que se llaman a estos procesos, a fin de reducir la cantidad de programas necesarios, y para facilitar la aplicación y adopción de nuevos servicios.

La especificación *WPS* define tres operaciones básicas solicitadas por el usuario:

- *GetCapabilities*, permite al usuario solicitar información los nombres y descripciones generales de cada uno de los procesos que ofrece una instancia de *WPS*.

- *DescribeProcess*, ofrece al usuario información detallada de los procesos que pueden ejecutarse, incluyendo los inputs requeridos, sus formatos permitidos, y las salidas que se pueden producir.
- *Execute*, permite al usuario ejecutar la aplicación definida en el WPS.

✓ **Servicio de Filtrado de Información (FE Filter Encoding).**

Es un servicio auxiliar, actualmente en su versión 2.0.0, pensado para trabajar junto con otros servicios como los WFS. Mediante el lenguaje XML se expresan condiciones de selección para obtener un subconjunto de los elementos accedidos. Para ello, se utilizan operadores espaciales, de comparación y operadores lógicos.

Lo que permite este servicio es descargar los datos de interés, los atributos necesarios a través de accesos más rápidos y actualizados.

✓ **Servicio de contenidos de mapa (WMC Web Map Context).**

Este servicio, en su especificación 1.1.0, permite almacenar todos los parámetros y características de una situación activa en un geoportal para reproducirla más tarde. De esta forma, si necesitamos acceder muy frecuentemente a capas WMS, con WMC solamente necesitaríamos configurar cada conexión la primera vez y luego ir salvando los parámetros a un fichero. De esta forma el usuario tendría una colección de conexiones listas para utilizar.

✓ **Servicio de Descripción de Estilos de Capa (SLD Styled Layer Descriptor).**

Es un servicio que permite describir estilos de capas. Permite al usuario definir estilos personalizados de simbolización de las entidades geográficas.

Describe el lenguaje (XML) para producir mapas georreferenciados con estilos definidos por el usuario, creando reglas para la representación de puntos, líneas, polígonos y textos.

Su uso más generalizado es el de definir, temporal o permanente, la simbolización con la que se desean visualizar los datos WMS.

El cliente, mediante la operación *GetMap*, inserta un archivo XML (lenguaje SLD) con los estilos y capas definidos por el usuario. Es necesario insertar en la operación los parámetros:

- SLD: una URL del SLD que se ha definido.
- SLD_Body: Cuando se escribe directamente el XML.

✓ **Servicio Web de Transformación de Coordenadas (WCTS Web Coordinate Transformation Service).**

Este servicio realiza transformaciones entre distintos tipos de proyecciones y sistemas de referencia espaciales.

Señala las especificaciones para transformar, vía web, un sistema de coordenadas de un conjunto de datos geográficos a otro sistema.

Las operaciones que realiza son las siguientes:

- *GetCapabilities*: Solicitud de las características del servicio.
- *IsTransformable*: Con esta operación puede comprobarse si el servicio realiza la transformación de un determinado tipo de geometría, entre dos sistemas de referencia dados.
- *Transform*: Transformación entre dos sistemas de referencia dados.
- *GetFeatureInfo* (opcional)

✓ **Servicio de acceso a los datos geolincados (GDAS Geolinking Data Access Service).**

Servicio pensado para ofrecer una interfaz normalizada de acceso a tablas de datos alfanuméricos (estadísticos o temáticos) que incluyan una columna con un identificador geográfico. Este identificador es una etiqueta de georreferenciación que permite establecer una relación con un fichero de datos geográficos.

Por ejemplo una tabla de datos estadísticos relativos a municipios que incluya el código del Instituto Nacional de Estadística o los nombres de los municipios.

Este servicio devuelve los atributos en formato XML y permite las siguientes operaciones: *GetCapabilities* que devuelve un documento XML que detalla el servicio y *GetData* que obtiene la información solicitada sobre el elemento.

✓ **Servicio de Geolincaje (GLS Geolinking Service).**

Mediante este servicio, se podrá acceder a una tabla de datos y componer un mapa temático mediante la selección del atributo que se desea visualizar de ella.

Una vez accedidos a los datos geolincados (mediante GDAS, por ejemplo), la idea es acceder a un *Framework* y procesar los datos para visualización, proporcionando un WMS.

Permite las siguientes operaciones: *GetCapabilities* que devuelve un documento XML que detalla el servicio y *Geolink* que devuelve el lincaje alfanumérico para, posteriormente poder formar un WMS.

Tanto GLS como GDAS permiten relacionar información geográfica con datos alfanuméricos, completando de esta manera las capacidades de una IDE en lo que a información georreferenciable se refiere.

✓ ***Servicio de acceso a sensores (SWE Sensor Web Enablement).***

Este servicio está pensado para poder acceder en tiempo real a datos tomados por sensores como estaciones de aforos de todo tipo, estaciones meteorológicas, webcams, etc.

Es un conjunto de codificaciones estándar y servicios web que permiten:

- Conocer los sensores, los procesos, y las observaciones
- La programación de los sensores o los modelos
- El acceso a las observaciones y los flujos de observación
- Capacidades de publicación y suscripción de alertas
- Sistemas robustos de sensores y procesos de descripción de los mismos

Las especificaciones de codificación desarrolladas son las siguientes:

- **Common SWE:** modelos de datos y esquemas comunes
- **SensorML:** modelos y esquemas de los sistemas de sensores y procesos a cerca de las mediciones
- **Las observaciones y mediciones (O & M):** modelos y esquemas de datos de observación
- **Transductor Markup Language (TML):** modelos y esquemas de multiplexación de datos de los sistemas de sensores

Y las especificaciones de servicio Web desarrollados al efecto son:

- **Sensor de Observación de Servicio (SOS):** Interfaz web estándar para acceder a las observaciones
- **Sensor de Planificación de servicio (SPS):** Interfaz web estándar para los sistemas de sensores y el modelo de asignación de tareas y adquisiciones solicitadas
- **Sensor Servicio de Alerta (SAS):** Interfaz web estándar para la publicación y suscripción a las alertas del sensor
- **Web Servicio de notificación (SNB):** Interfaz web estándar para la notificación asíncrona

✓ **Servicio Geoparser.**

Es un servicio accesible desde la red que se centra en el *geoparsing* y marcado de texto, con un vocabulario, especificado por el usuario. El servicio Geoparser identifica las palabras y frases en el texto original y marca las palabras que aluden a una localización geográfica (topónimos), por comparación con el nomenclator.

Posteriormente se pueden realizar enlaces hipertexto, realizar búsquedas, etc.

Dispone de las operaciones *GetCapabilities* que devuelve un documento XML que detalla el servicio, *GetFeature* que devuelve la información sobre el elemento solicitado y *DescribeFeatureType*, que describe el tipo de entidad solicitada y opcionalmente puede disponer de las operaciones *Transaction* y *LockFeature*

✓ **Servicio de comercialización y pedido electrónico (WPOS Web Pricing and Ordering Service).**

Este servicio está destinado a la temática de venta y comercio electrónico de datos geográficos, definiendo datos como los propios precios, las licencias de uso, los pedidos y entregas, la facturación etc.

✓ **Servidor de vistas del terreno (WTS Web Terrain Server).**

La finalidad de este servicio es ofrecer vistas en perspectiva de coberturas de datos geográficos tridimensionales.

Las operaciones que permite este tipo de servidor son: *GetCapabilities* que define las capacidades del servidor y *GetView* que ofrece la vista en función de los parámetros enviados al servidor.

✓ **Cliente integrado para múltiples servicios (IntClient Integrated Client for Multiples Services).**

Este servicio se ha desarrollado para almacenar de modo permanente un encadenamiento concreto de servicios con una serie de parámetros y selecciones específicas. Es decir sería como desarrollar múltiples llamadas a distintos servidores en formato batch.

El lenguaje desarrollado es similar al de las macros y está perfectamente definido para cada una de las distintas posibles conexiones a los distintos tipos de servidores.

5.4. Políticas

En cualquier proyecto de la envergadura que tiene una Infraestructura de Datos Espaciales es necesario desarrollar una serie de políticas acorde con la complejidad de las mismas.

Las principales líneas en estas materias consisten en el desarrollo de las siguientes fases de trabajo:

- Marco legal de desarrollo del proyecto.
- Desarrollo de las partidas presupuestarias para abordar todas las fases del proyecto.
- Marco jerárquico. Asignación y estructuración de los equipos y grupos de trabajo y asignación de atribuciones y competencias de cada uno de los miembros.
- Desarrollo de los reglamentos o normas de tipo tecnológico que se han de cumplir en el desarrollo de la IDE.
- Desarrollo de las políticas de cesión y/o acceso de la información.

No cabe duda que, conforme a la jerarquía en este tipo de materias, las políticas que se desarrollen deberían ir en consonancia con las políticas del ente situado en estadios superiores dentro de la pirámide de competencias.

Otro aspecto importante es que las políticas a abordar deberán también contemplar los estándares y normas establecidas a nivel internacional, comunitario y estatal.

5.5. Personal

En una IDE, como casi en cualquier proyecto de estas características, como es lógico intervienen distintas personas con distintas funciones dentro de la misma.

A cada tipología, diferenciada por sus funciones en este proyecto, se les llamará personal, entendiendo como tal a cualquier persona y/o institución con una función bien definida en el desarrollo de una IDE. Los principales tipos de personal que surgen en una IDE son:

✓ *Productores de datos*

La misión fundamental de los *Productores de datos* es **capturar** y **producir** datos (mapas, MDT, imágenes, ortofotos, etc.) y **difundirlos** a la sociedad a través de servicios de visualización, de descarga, de consulta, etc.

Generalmente son organismos públicos, como el IGN España, la Dirección General del Catastro o el Instituto Nacional de Estadística. Sin embargo el número de productores de datos

aumenta vertiginosamente en tanto en cuanto aumenta exponencialmente la producción de información georreferenciable. Así pues, tendremos agencias públicas y privadas cuya información, de un tiempo a esta parte, se ha convertido en información geográfica relevante para numerosas aplicaciones (agencias responsables de meteorología, hidrografía, desarrollo económico, estadística, etc.)

✓ ***Desarrolladores de software***

La misión de este tipo de personal es la de generar los programas y aplicaciones que permiten publicar un servicio o implementar un Geoportal desde el que puedan verse y utilizarse los datos. Suelen ser una empresa privada o una universidad que trabajan con propósitos de investigación y desarrollo.

✓ ***Intermediarios (brokers)***

La función última de estos, sería la de adaptar e integrar las soluciones y componentes existentes para proporcionar un sistema completo y a la medida para usuarios y organizaciones no expertos. Estaríamos hablando de empresas especializadas en desarrollos informáticos o de ingenierías de tecnologías de la información geográfica subcontratadas por aquellas administraciones que necesitan implantar IDEs.

✓ ***Universidades y Centros de Investigación***

La labor de estos últimos es la de investigar e innovar nuevos procesos, programas, desarrollar algoritmos, métodos y soluciones que no existen en el mercado, para que la tecnología progrese y evolucione.

El nivel de desarrollo de las IDEs irá asociado con el nivel de desarrollo de este tipo de personal que hace que la tecnología asociada a las IDEs esté en continua evolución y crecimiento.

✓ ***Usuarios***

El usuario es el tipo de personal que utiliza los servicios que proporciona una IDE para solucionar sus problemas. Demandan información, la analizan y generan nueva información resultante de las acciones anteriores. Puede ser un ciudadano individual, un organismo público, una empresa privada, una universidad, una asociación o cualquier agente social.

El usuario es el actor más importante de una IDE. Todo se hace por él, para él y pensando en él. Cada vez se le da más importancia a su opinión, su capacidad de decisión y su grado de satisfacción.

Y al igual que ocurría con los productores de datos, el número y tipología de este tipo de personal crece día a día de la mano de las nuevas tecnologías que utilizan información

geográfica de lo más variopinta. Y podemos incluso llegar a tener usuarios de datos que se convierten en productores a través de proyectos abiertos de generación y uso de la información geográfica (proyecto Open Street Map).

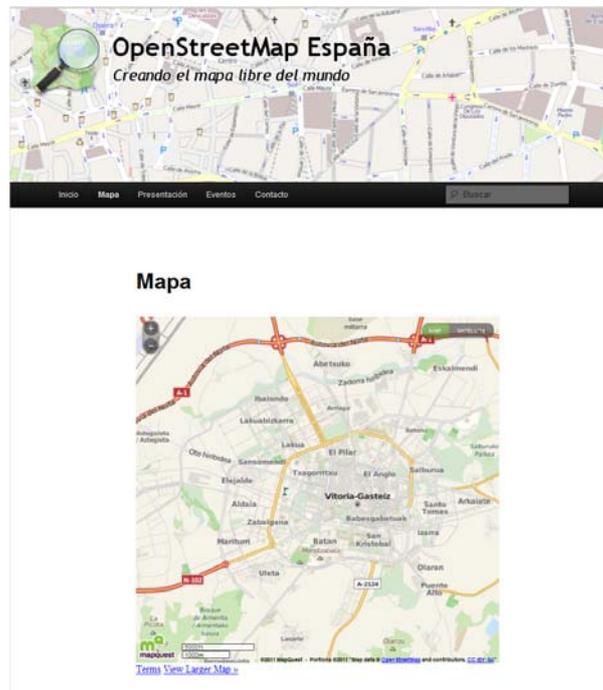


Fig. 4.5. Imagen del proyecto Open Street Map

"Inteligencia es la habilidad de adaptarse a los cambios"

Stephen Hawking

CAPÍTULO 6. EL FUTURO DE LAS IDES. GIS CLOUD, MINERÍA DE DATOS, SEMÁNTICA Y ONTOLOGÍA

Tal y como se ha podido observar a lo largo del presente proyecto, hasta llegar al desarrollo formal de un proyecto como puede ser una Infraestructura de Datos Espaciales se ha tenido que recorrer un largo y complejo camino en el que se ven implicados muchos intervinientes.

No es fácil desarrollar herramientas comúnmente aceptadas en el ámbito internacional y que sean capaces de funcionar y de interoperar de una manera coherente y homogénea independientemente de si el usuario está en un lugar del mundo o en otro.

No es sencillo, tampoco, desarrollar herramientas que sean capaces de trabajar con información procedente de tanta cantidad de sistemas de información geográficos como hay actualmente en el mercado. Y todo ello, sin necesidad de realizar complejas y tediosas importaciones y exportaciones.

Desde un punto de vista práctico podría decirse que en cuestión de IDEs ya está “todo trillado”, que solamente hace falta “abrir el grifo de la información” y ésta fluirá correctamente por nuestros ordenadores. Nada más lejos de la realidad, personalmente creo que el futuro de las IDEs no está sino escribiendo su introducción y, en determinados ámbitos de nuestro país, incluso se podría decir que no hemos llegado siquiera a esto.

La experiencia de la implantación de la NSDI en EEUU, pionero en esta iniciativa y seguramente con el mayor grado de desarrollo de una IDE, muestra que esta labor tiene una magnitud enorme, plazos muy largos y, como sucede con la mayor parte de este tipo de proyectos sin un punto final (Manuel Echeverría Martínez, 2001).

A lo largo del presente capítulo abordaré desde un punto de vista personal, apoyándome en informes y documentos de seguimiento de las IDEs, el futuro de las IDEs y las sinergias que puedan surgir con otras tecnologías.

6.1. El futuro de las IDEs. Potenciales y puntos débiles

✓ *El futuro de las IDEs*

Abordar un tema como pueda ser el futuro de las IDEs puede parecer un poco osado, intentando jugar, de alguna manera, a predecir el futuro sobre algo tan avanzado, complejo y tecnológicamente dinámico.

Pero hay una serie de puntos que se observan del todo necesarios en el camino a recorrer en estas tecnologías. Además, conforme se va observando el recorrido que en estas materias están haciendo los países tecnológicamente más avanzados, se puede deducir alguno de los pasos que en no mucho tiempo recorreremos también nosotros.

Según han ido desarrollándose las IDEs, hay una serie de etapas evolutivas que parece que se van cumpliendo según el grado de desarrollo. Pero en general se puede ver una evolución desde la simple provisión de datos y servicios en un entorno compartido hacia brindar recursos más personalizados a los entornos clientes para poder cumplir con las necesidades de los usuarios. El modelo evolutivo propuesto por Rajabifard, 2006, por ejemplo, marca perfectamente tres generaciones:

- **Primera generación:** Década de los 90. IDEs centradas en datos y basadas en productos. Comienza en los países tecnológicamente más desarrollados. Es una etapa que coincide con el mayor avance en las TICs y en el propio desarrollo de Internet.
- **Segunda generación:** Desde aproximadamente el año 2000 hasta la actualidad. Caracterizada por una mayor orientación a servicios y procesos.
- **Futuras generaciones:** Las futuras generaciones, según Rajabifard, pasarán por IDEs en entornos virtuales, quizá coincidiendo con el desarrollo del GIS Cloud, donde la sociedad, conectada continuamente a la red, es agente pasivo y activo en el consumo y creación de información espacial.

Algunas de las primeras experiencias en IDEs muestran esta evolución, ya que surgían con la filosofía de proveer la mayor cantidad de datos espaciales y metadatos asociados en el entorno nacional, e incluso, internacional. El cliente navegaba y accedía al recurso solicitado.

Sin embargo, las capacidades reales de uso de una IDE son muy superiores. Por este motivo se desarrollaron iniciativas como la ventanilla geoespacial (GOS – Geospatial One Stop) en el marco del programa de Gobierno Electrónico de los Estados Unidos.

Los beneficios que aporta el Portal GOS a la NSDI se cuantificaron en su momento en que aumentaba la visibilidad de los valores estratégicos de la información geográfica, incrementaba la responsabilidad de la administración por los datos espaciales y establecía un modelo colaborativo para la iniciativa intergubernamental. Podría decirse que GOS era un intento por parte de una IDE de satisfacer las demandas personalizadas los usuarios del gobierno de los Estados Unidos.

Este sería un ejemplo de paso de primera a segunda generación en la evolución de una IDE.

Otro ejemplo de esta evolución sería el programa Geoconnection de Canadá. El geoportal de la CGDI (Canadian Geospatial Data Infrastructure) se diseñó para ser “utilizado” para las cuatro prioridades principales jerarquizadas a nivel del país: Seguridad Pública, Salud Pública, Comunidades aborígenes y Medioambiente. Un quinto entorno de clientes es también la

comunidad de desarrolladores, a los cuales también se orientaron algunos servicios, para garantizar la generación de nuevos servicios de valor añadido.

Pero todavía nos seguimos quedando “cortos” en el balance final entre potencialidades de las IDEs y uso y beneficio que les llega a los usuarios. Es necesario acercar más a los usuarios a este tipo de tecnologías.

Una de las maneras de llegar a esto es mediante el uso de ontologías y servicios semánticos en las IDEs (Delgado, 2006), en correspondencia con la propia tendencia de la Web hacia una “Web Semántica”. De esta forma tendríamos IDEs capaces de impactar con todo su potencial sobre el usuario final.

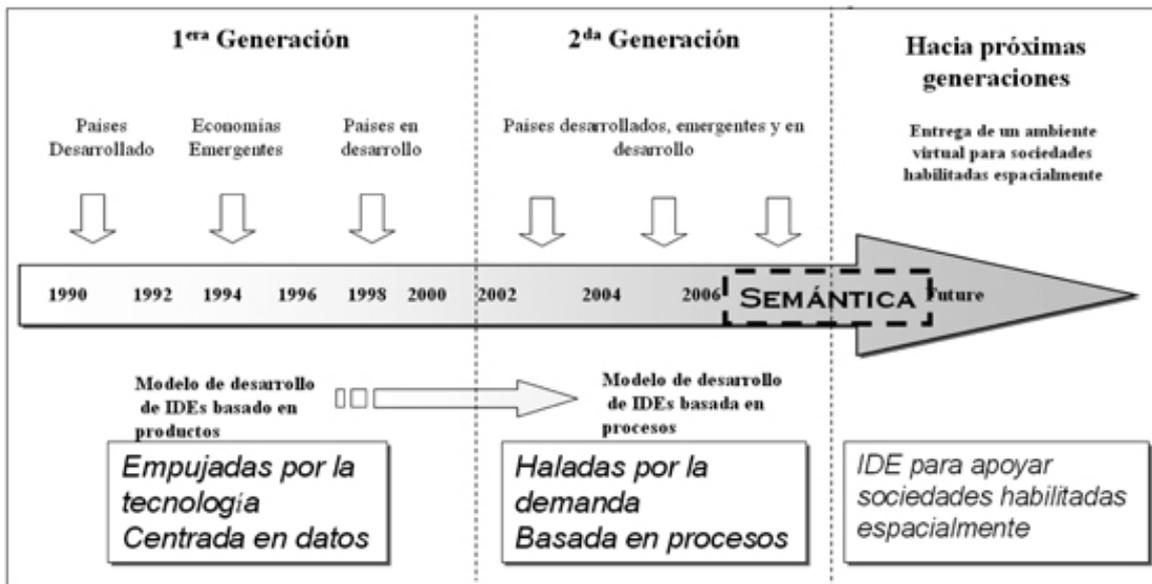


Fig. 5.1. La evolución y tendencia de las IDEs (adaptación de Tatiana Delgado Fernández al trabajo de Rajabifard, 2006)

De la información anterior se deduce que el **futuro de las IDEs** pasa por el continuo desarrollo en lo que a las tres grandes etapas comentadas se refiere.

Desde el punto de vista de la primera etapa, queda todavía mucha información por ser creada, introducida y gestionada en las actuales IDEs. En este sentido, habría que comenzar a tener en cuenta el concepto de **calidad de la información**, premiando menos la cantidad de la misma.

Y respecto a esta primera etapa, cabe destacar también que en lo que a los **servicios** de una IDE se refiere, caben continuas **mejoras** y avances. Esto se llevaría a cabo **mediante las continuas versiones** que modifican y mejoran las versiones que las precedieron.

Desde el punto de vista de la segunda etapa, conforme vayamos disponiendo de mucha más cantidad, no cabe duda que será necesario desarrollar **nuevos procesos** capaces de gestionarla y de generar un “beneficio tangible” al usuario final. Adivinar cuáles serían estos servicios es algo complicado porque con el desarrollo tecnológico actual están surgiendo continuamente

novedosas necesidades que habrá que cubrir en el futuro. Pero lo que sí se puede decir es que con el desarrollo de los nuevos sensores y plataformas de adquisición de datos, no pasará mucho tiempo en **desarrollar servicios de carga y tratamiento de datos LIDAR, RADAR** y, ya a más largo plazo, **servicios específicos de tratamiento de información geográfica en modelos 3D**.

Desde el punto de vista de la tercera etapa, en consonancia con el desarrollo de la Web Semántica, queda por desarrollar toda la estructura y modelos de las **IDEs Semánticas** para poder aprovecharse de todo el potencial que las IDEs nos brindan.

Pero hay **otro aspecto en el que las IDEs tendrán que evolucionar**, que a primera vista, pudiera parecer innecesario, pero que desde un punto de vista formal tiene mucha importancia. Se trata de **la normalización de las propias IDEs y de los Geoportales**. ¿Se puede decir que todo lo que tenga datos, metadatos y servicios OGC normalizados es una IDE?

Cuáles son los puntos mínimos que debe abarcar una IDE. ¿Vale con un WMS? ¿Qué debe contener para poder llamarse propiamente IDE?

Las mismas preguntas nos podemos hacer sobre los Geoportales. Qué debe tener como mínimo un geoportal para ser considerado como tal.

Y finalmente, **otro aspecto también de suma importancia es el marco normativo** en el que se mueve una IDE, sobre todo en nuestro país, ya que queda totalmente asociado el concepto IDE con la ya citada normativa INSPIRE y, también, por la LISIGE. Habrá que desarrollar aquellas herramientas que nos sirvan para asegurarnos que una IDE cumple con la normativa vigente.

Asociado a este último aspecto en la evolución de las IDEs surgen las posibilidades de futuros e importantes desarrollos. Por ejemplo, puede que la siguiente herramienta o servicio a desarrollar, una vez definidos formalmente las IDEs y los Geoportales sean los test de comprobación de cumplimiento de estos modelos formales.

De la misma forma que **existen herramientas y tests de cumplimientos de** codificación W3C, puede que sea necesario desarrollar los mismos para testear si una IDE o un geoportal cumplen con **INSPIRE y LISIGE**.

A grandes rasgos y, esquematizando la información anterior, los grandes puntos de desarrollo futuro de las IDEs serían:

1. Incorporación a las IDEs de nueva información geográfica desarrollada a tal efecto o ya disponible en las administraciones pero que todavía no ha sido incorporada.
2. Desarrollo de medidas y herramientas capaces de realizar controles sobre la calidad y validez de la información de una IDE.
3. Desarrollo continuo de nuevas versiones más modernas y efectivas de los actuales servicios susceptibles de incorporar a una IDE.

4. Desarrollo de nuevos servicios capaces de trabajar la información de las más modernas plataformas de adquisición de información geográfica, de tratamiento específico de información 3D, etc.
5. Desarrollo de IDEs semánticas
6. Normalización o estandarización del propio concepto de IDE y de Geoportal, estableciendo los elementos mínimos y sus características para poder cumplir con dichas definiciones.
7. Desarrollo de herramientas de test y control sobre la normalización del concepto de IDE y de Geoportal, capaces de analizar la información, los metadatos y los servicios con los que trabaja una IDE o un Geoportal.
8. Desarrollo de herramientas de test y control sobre la normativa referente a las IDEs y el cumplimiento sobre la misma, estableciendo aplicaciones capaces de testear el cumplimiento, por parte de una IDE, de normativas y legislaciones como, por ejemplo, INSPIRE y LISIPE.

✓ *Las IDEs y su futuro en España*

Así como en el anterior punto se ha tratado de manera sucinta alguna de las posibles etapas por las que deberán pasar las IDEs a corto o medio plazo, no he querido dejar pasar la oportunidad de puntualizar para el caso de las IDEs en España.

En nuestro país tenemos dos grandes escalones, en este tipo de materias, que suponen un abismo tecnológico entre uno y otro. Estos dos estadios diferenciados son los correspondientes a las IDEs nacional y autonómicas, por un lado, y por otro lado las IDEs provinciales y locales.

La IDEE es uno de los primeros y más avanzados proyectos IDE a nivel mundial. Esto es algo reconocido por muchos estudios y gracias a este proyecto y a iniciativas como la IDE catalana y el profundo trabajo de coordinación interadministrativo desarrollado, las respectivas IDEs autonómicas también se han visto relanzadas dando lugar a un grupo de IDEs bastante homogéneas y avanzadas.

En un estudio desarrollado por la Universidad da Coruña (CartoLab) y el SITGA, se definió un índice que refleja, de alguna manera, una **valoración de las IDEs autonómicas** en función de su accesibilidad, servicios y metadatos ofrecidos, calidad de geoportales, etc. Dicha valoración se llevó a cabo mediante el Índice de Calidad de Servicio Ofertado (ICSO). El rango de valores del ICSO varía entre 0 y 60.

La media de las calificaciones del ICSO resultante fue de 32.07. A continuación se muestra una tabla obtenida del citado estudio, con las valoraciones de las IDEs.

NOMBRE	ICSO	NOMBRE	ICSO
IDE Andalucía (IdeAndalucia)	43,6	IDE OTALEX	27,3
IDE Aragón (SITAR)	43,6	IDE Galicia (IDEG)	32,7
IDE Canarias (IDECanarias)	43,6	IDE Galicia-N. Portugal	38,2
IDE Castilla la Mancha (IDEclm)	38,2	IDE Illes Balears	27,3
IDE Castilla y León	10,9	IDERioja	49,1
IDE Cataluña (IDEC)	43,6	GeoEuskadi	43,6
IDE Costas Catalunya	32,7	SITPA-IDEASturias	27,3
IDE Navarra (IDENA)	38,2	IDEPAsturias	38,2
IDE Comunidad Valenciana	16,4	IDRMurcia	27,3

Fig. 5.2. Puntuación de las IDEs autonómicas

Del estudio anterior se desprenden también algunos resultados negativos, como el hecho de que únicamente el 28% de las IDEs sometidas a estudio permiten la consulta o descarga de metadatos, o que prácticamente el 30% no son fácilmente accesibles con un buscador.

En cuanto a los servicios ofertados cabe destacar el alto índice de IDEs que ofertan el servicio WMS, un 94%, por el contrario, únicamente el 22%, dan la posibilidad de trabajar con WFS.

Como puede verse, ni son fácilmente accesibles, ni se ofrece fácilmente toda la información, ni se trabajan los metadatos con la profundidad que se debiera. Además, sería necesario someter a un profundo análisis para ver si cumplen con INSPIRE.

Pero el resultado, a grandes rasgos no es malo. El problema surge cuando bajamos al **nivel provincial y local**. Podemos decir sin exagerar que nos encontramos, a nivel de desarrollo de IDEs, a un **nivel totalmente subdesarrollado**, en el que priman conceptos del pasado como el de GIS corporativo.

El único **factor diferencial** que hace que un municipio posea o no una IDE es el **factor personal y económico**. Si en un municipio existe un técnico con conocimientos sobre el tema e interés y, por supuesto, dispone de medios, podemos llevarnos una grata sorpresa. De lo contrario, el resultado es decepcionante.

Y todo ello a pesar del profundo esfuerzo que desde la administración central se está desarrollando para que, mediante proyectos como *Cartociudad*, se pueda disponer de la información de los municipios con un mismo modelo de datos. Tengamos en cuenta que son éstos los que en teoría deberían aportar la mayor cantidad de información espacial y la de mayor detalle. Estamos hablando de los verdaderos desarrolladores de cartografía 1:500.

A lo largo de mi vida profesional me he ido encontrando situaciones de lo más variopintas. Por ejemplo, citaré que no se desarrolló la implantación subvencionada de Cartociudad en una comarca de Murcia porque los fondos con los que iba dotada dicha implantación se derivaron a "otros gastos".

Otros ejemplos que se pueden citar es que en la fecha en la que se está redactando este proyecto, la cartografía 1:500 de municipios como Bilbao y Logroño todavía no ha sido

transformada a ETRS89. Los responsables de la cartografía de estos municipios desconocen por completo la directiva INSPIRE y lo que ello conlleva.

Algo parecido ocurre con el Ayuntamiento de Vitoria, que sí ha transformado el sistema de referencia de su cartografía pero que muestra su información municipal a través de un peculiar geoportal que muestra “boinas rojas” sobre el fondo de Google Maps.

El geoportal municipal de Bilbao no ofrece información alguna sobre metadatos y la información cartográfica de fondo la ofrecen en ED50 y en el sistema de referencia de Google Maps. Los servicios WMS y WFS no están documentados y tampoco existe ningún servicio de catálogo.

Sin embargo se ha invertido una importante cantidad de dinero en hacer una serie de trabajos que no cumplen para nada con la directiva INSPIRE.

Otros ejemplos, esta vez a nivel provincial, no son más halagüeños. Así como la Diputación de Guipuzcoa dispone desde hace tiempo de una IDE potente y bien documentada, la Diputación de Álava sacó a concurso en el 2008 el desarrollo de una IDE basada en el OGC y software libre pero no hay documentación alguna sobre metadatos ni servicio de catálogo. La Diputación de Vizcaya no dispone ni de IDE, ni de medios para desarrollarla, ni de geoportal.

Con los datos anteriormente citados y, si vemos los ejemplos de proyectos IDE que a nivel local aparecen en la IDEE, se puede deducir que se está incluyendo en el concepto IDE proyectos que para nada cumplen con los requisitos. Esto reforzaría uno de los anteriormente citados posibles desarrollos a realizar en el futuro con las IDEs y los geoportales, el de su normalización y formalización.

Además de esta problemática existe otra aún mayor. Así como hay municipios que disponen de una gran cantidad de información georreferenciada y georreferenciable, hay otros, por el contrario que carecen totalmente de ella. Como ejemplos citaré que en la fecha de redacción de este proyecto, el Canal de Isabel II está abordando en Madrid el Sistema de Información Geográfico de Abastecimiento y el Ayuntamiento de San Sebastián está abordando el Sistema de Información Geográfico de Fibra Óptica municipal.

Cómo hemos llegado a esta situación en el año 2011 con los medios existentes. La respuesta a esta pregunta es clara. Hasta no hace mucho, a los ayuntamientos no les interesaba la información geográfica, es más, para ellos era incluso una carga económica.

Este punto de vista es del todo erróneo ya que la mayoría de la información geográfica podría un ayuntamiento incorporarla de manera gratuita, exigiéndola en los pliegos de contratación administrativa, para incorporarla en su propia IDE.

Y todo esto ha sido posible debido al desconocimiento y la desgana administrativa para recepcionar, gestionar y difundir la información geográfica.

De lo anterior se puede deducir que aunque España se encuentra a un nivel alto a nivel mundial en materia de Infraestructuras de Datos Espaciales, todavía nos queda un largo camino por recorrer, sobre todo para intentar acortar las distancias existentes entre los distintos niveles administrativos. Sin embargo, en un escenario de profunda crisis económica en el que, a día de hoy nos movemos y con importantes líneas de recorte presupuestario, nos podemos hacer una idea de que quedan muchos años para que se puedan abordar labores para mitigar estas desigualdades.

✓ **Potenciales y puntos débiles**

De todo lo comentado hasta ahora, puede deducirse que los mayores **potenciales** que poseen las IDEs para perpetuarse en el futuro serían tanto el **marco legislativo** desarrollado alrededor de las mismas, como el **marco institucional** desplegado en aras de su desarrollo.

Ambos puntos son de fundamental importancia ya que conforman una base sólida para el futuro desarrollo de este tipo de proyectos.

Pero además de los anteriores, no cabe duda de que una IDE, como tal, constituye **la mejor forma de almacenar, gestionar y difundir la información geográfica**. Es por ello que no sólo las administraciones públicas están apostando por ellas, comienzan a surgir organizaciones privadas que desarrollan IDEs para su gestión corporativa de la información geográfica.

En lo que a los **puntos débiles** se refiere, comentar que el desarrollo de las IDEs, a nivel de las administraciones provinciales y locales, se está viendo muy afectada por el contexto de **crisis económica**. Este es un factor que no debería tener tanta importancia si entendemos que en los países desarrollados se intenta cambiar el modelo productivo, del modelo basado en el desarrollo industrial y de construcción al modelo basado en la tecnología, la investigación y el desarrollo. Sin embargo, la situación económica, en nuestro país, ha sido uno de los factores claves a la hora de parar en seco este tipo de proyectos a este nivel administrativo.

Otro de los puntos débiles con los que me he ido topando, a lo largo de mi vida profesional, es la **falta de personal cualificado** para liderar proyectos de esta tipología por parte de las administraciones que generan la mayor fuente de información geográfica de detalle: ayuntamientos y provincias. Como ya he expresado anteriormente, este factor es clave a la hora de que un ayuntamiento o una provincia, dispongan o no de una IDE.

En este sentido, se hace del todo inaplazable el desarrollo de acciones formativas en universidades y escuelas técnicas para los futuros encargados de desarrollar estos proyectos. Y también es necesario el desarrollo de labores formativas de reciclaje por parte de las administraciones públicas para los técnicos responsables de la información geográfica.

Estos son, a grandes rasgos, los potenciales y los puntos débiles que afectan en gran medida a los proyectos relacionados con las infraestructuras de datos espaciales. Y todo hace pensar, que dichos proyectos, continuarán en el futuro incrementándose tanto en número como en

nuevas y modernas líneas de investigación y desarrollo, estableciendo sinergias con otras tecnologías y derivando, quién sabe, en nuevos productos o elementos de desarrollo.

6.2. Sinergias con otras tecnologías

Si entendemos una IDE como un medio y no como un fin. Si entendemos que son proyectos abiertos de los que conocemos el punto de inicio pero desconocemos su trayectoria y, mucho menos su destino. Si concebimos estos proyectos como proyectos tecnológicamente avanzados y dinámicos. Si tenemos en cuenta todos estos puntos, es fácil comprender que tienen que surgir importantes sinergias entre las IDEs y otras tecnologías que, hasta ahora, no tenían mucha relación con la información geográfica.

Queda claro y patente la profunda relación existente entre **las IDEs y la informática**, ya que las primeras se desarrollan bajo el paraguas de importantes elementos de hardware y software. Pero además, las IDEs se ven profundamente influenciadas por toda la teoría de desarrollo que va acompañada con la informática: accesibilidad, W3C, WAI, web 2.0, web semántica, etc.



Fig. 5.3. Desarrollos informáticos

Otra interesante relación que surge en este contexto es el de las **IDEs y las telecomunicaciones**. Hasta no hace mucho la información geográfica sólo se servía a partir de redes LAN. Con el desarrollo de las telecomunicaciones mediante protocolos WiFi, Bluetooth y, sobre todo GPRS, se abren nuevas posibilidades de capturar y de servir información geográfica.

Es de destacar el actual contexto de conexión continua a internet mediante dispositivos móviles (Smartphone, tabletas digitales, portátiles, etc.). En este contexto, con tarifas de conexión de datos a precios razonables, por parte de las principales compañías de telecomunicaciones, podemos conectar a sistemas con conexión GPRS elementos de captura de información geográfica, como los GPS. La idea es la de capturar y servir on-line información a través de internet, sirviéndonos de las redes de telecomunicaciones.



Fig. 5.4. Desarrollos en telecomunicaciones

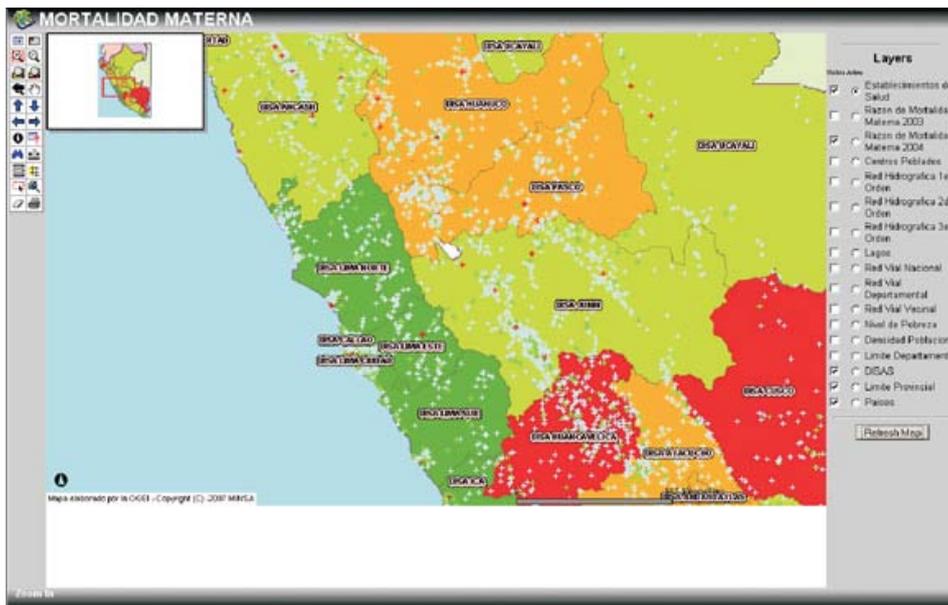


Fig. 5.6. IDEs y estadística

En lo que a la **publicidad** se refiere, las empresas privadas que se dedican a este mundo, el cual mueve ingentes cantidades de dinero, cuentan y trabajan cada vez más con información geográfica de todo tipo. Les interesa saber dónde están desplegados los comercios, de qué tipología son, cuáles son las zonas más transitadas, el tráfico, datos de clientes, visitantes a un determinado centro, etc.

Ya no se trata de saber cómo es un determinado sector de la sociedad, qué sexo tiene, cómo compra... ahora también interesa saber por dónde se mueve y cuánto tiempo pasa en una zona, qué medios de transporte utiliza, dónde reside, dónde compra. Y este dato, el cual distingue el cuantitativo tráfico bruto de la cualitativa audiencia, es cada vez más valorado por este importante sector. Y con la unión entre Posicionamiento Global y los potentes terminales móviles conectados continuamente a internet, consiguen una información fundamental para hacer llegar los mensajes que pretenden de manera personalizada, en tiempo real y en el lugar y momento oportuno.

En este sentido juega un importante papel la *realidad aumentada*, término que se usa para definir una visión directa o indirecta de un entorno físico del mundo real, cuyos elementos se combinan con elementos virtuales para la creación de una realidad mixta en tiempo real.

En la actualidad son muchas las aplicaciones que están surgiendo relacionadas con el marketing y la realidad aumentada, asociando imágenes en tiempo real y datos proporcionados por GPS, para mostrar sobre estas imágenes elementos de interés para estas disciplinas.



Fig. 5.7. IDEs y publicidad

Por último, algo parecido ocurre con el **turismo**. Este sector invierte importantísimas cantidades de dinero en hacer llegar los servicios turísticos a partir de novedosos productos como los entornos y visitas virtuales, los mapas de servicios y recursos interactivos, los navegadores personalizados para una zona determinada, etc.

Pero como pasaba con la publicidad, en el turismo también interesa saber por dónde se mueve el turista, cuánto tiempo pasa en una zona, qué medios de transporte utiliza, qué visita, dónde pernocta. Y este dato se está empezando a recoger mediante dispositivos GPS, abriendo todo un abanico de posibilidades para realizar una gestión turística sostenible y de calidad.

Del mismo modo, surgen también los conceptos de realidad aumentada en el sector turístico, mediante aplicaciones que nos muestran sobre imágenes reales determinados productos y/o servicios turísticos.



Fig. 5.8. IDEs y turismo

Estos son ejemplos de sinergias entre las IDEs con otras disciplinas y tecnologías. Pero existen más y estoy convencido de que en un futuro próximo, habrá todavía más.

A continuación trataré, como puntos fundamentales de desarrollo futuro de las IDEs, tres líneas de desarrollo que entiendo son de suma importancia: los Sistemas de Información Geográficos en Nube o GIS Cloud, la Minería de Datos o Data Mining y la Semántica y Ontología en las IDEs.

6.3. GIS Cloud

Los sistemas de información geográficos en nube (GIS Cloud) constituyen el desarrollo natural que sobre la información geográfica supone la *computación en nube (cloud computing)*.

Si la computación en nube se define como un nuevo modelo de prestación de servicios de negocio y tecnología, que permite al usuario acceder a un catálogo de servicios estandarizados y responder a las necesidades de su negocio, de forma flexible y adaptativa, en caso de demandas no previsibles o de picos de trabajo, pagando únicamente por el consumo efectuado, el GIS Cloud podría definirse como un tipo de aplicación GIS de escritorio pero lanzada en entorno web. Es decir, se trata de una aplicación web que permite realizar las operaciones que habitualmente llevaríamos a cabo con un programa desktop GIS pero permitiendo trabajar de forma colaborativa por medio de escritorios remotos y, facilitando la publicación de cartografía compleja en web, a través de los servicios que utilizan las IDEs.

No es lo mismo que una IDE. Pero pueden consumir información proveniente de una IDE y compartirla a través de los servicios IDE de la OGC (WMS, WFS, etc.).

Su capacidad para importar y exportar datos, las operaciones espaciales que se pueden realizar con GIS Cloud, el manejo de WMS y muchos otros detalles, lo convierten en una herramienta muy interesante. Pero sin duda, su aspecto colaborativo es lo que le da mayor valor específico, pues permite coordinar varios equipos simultáneamente.

La tendencia a la hora de desarrollar GIS Cloud, viendo las tendencias generales del cloud computing, irían por el desarrollo de servicios GIS web sencillos como herramienta gratuita (versiones LT) acompañadas de versiones de pago, en función de los accesos, para consumir servicios más potentes puntualmente. Así, tenemos ya iniciativas de GIS Cloud comerciales, como por ejemplo las de ESRI, y otras iniciativas públicas, amparadas por el OGC como el proyecto GIS Cloud.

A diferencia de la cartografía orientada al consumidor, tal como ofrece Google Maps, los SIG en nube ofrecen un añadido, herramientas de visualización, gestión y análisis, unas más simples, otras más avanzadas y, sobre todo, el intercambio de datos y el entorno colaborativo.

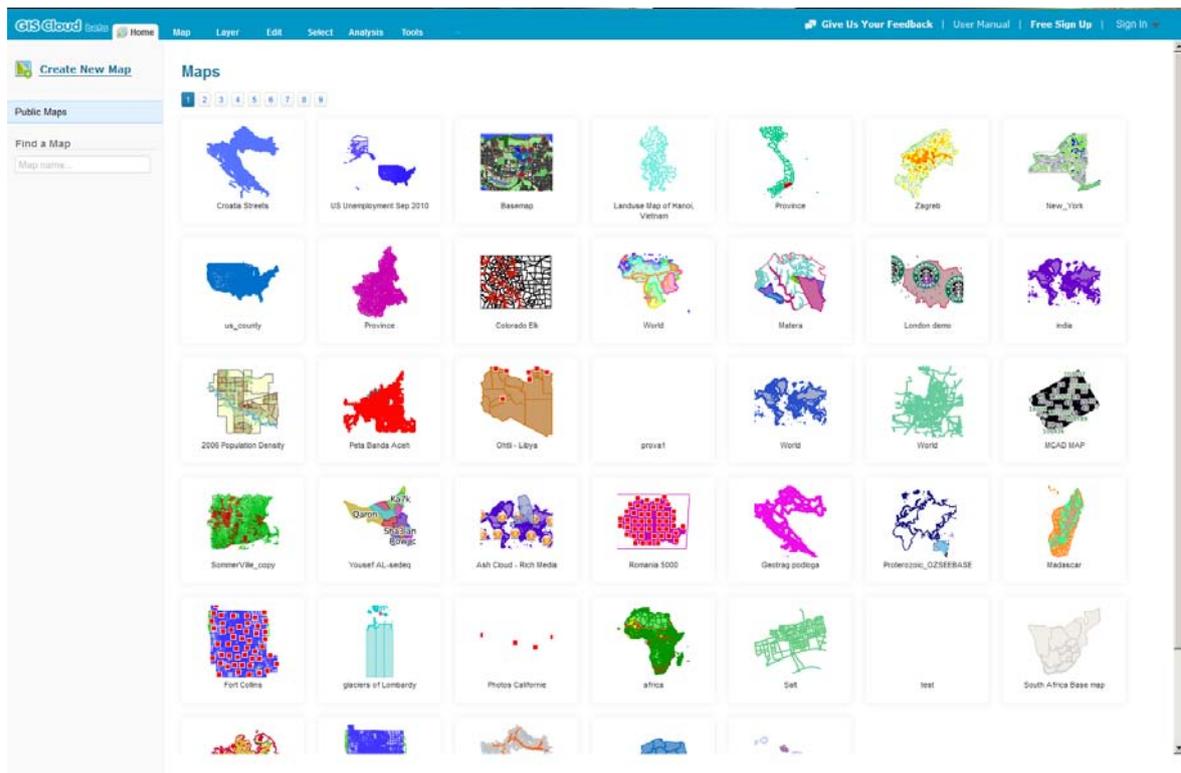


Fig. 5.9. Imagen del proyecto público GIS Cloud

En el GIS Cloud se pueden integrar datos propios con datos de IDEs externos y aplicaciones web externas y proveer la información resultante de manera sencilla, reduciendo significativamente los costes de mantenimiento, ampliación y actualización de software y servidores.

GIS Cloud es el software GIS como servicio. Su objetivo es sustituir gradualmente SIG tradicionales a través de nuevos modelos de negocio y nuevas características que la red hace posible.

Debido al potencial de negocio asociado al desarrollo y personalización de este tipo de proyectos, he querido incluirlo como posible línea de futuro a desarrollar de la mano de las IDEs, ya que ambos proyectos, aún siendo diferentes, corren por vías paralelas que, en ocasiones, se cruzan y comparten vía.

6.4. Minería de Datos

La minería de datos (DM, Data Mining) consiste en la extracción no trivial de información que reside de manera implícita en los datos. Dicha información se supone previamente desconocida, desapercibida y susceptible de resultar útil para algún proceso. En otras palabras, la minería de datos prepara, sondea y explora los datos para sacar la información oculta en ellos.

Bajo el nombre de minería de datos se engloba todo un conjunto de técnicas encaminadas a la extracción de conocimiento procesable, implícito en las bases de datos. Resulta muy útil para aprovechar los datos almacenados en las bases de datos. Y con toda la información y la tipología que manejan las IDEs, es de esperar un importante desarrollo en minería de datos relacionados con las IDEs.

La minería de datos espaciales es la extensión natural de la minería de datos desde bases de datos relacionales y transaccionales a las bases de datos espaciales. Hoy en día disponemos de enormes cantidades de datos espaciales capturados mediante diversas técnicas que van desde sensores remotos, sistemas de información geográfica, ambiental y de planificación hasta los sistemas de posicionamiento global.

La capacidad humana de analizar estas grandes bases de datos espaciales de forma manual es muy superior a lo que podría hacerlo una máquina. Pero el tamaño y la cantidad de información hacen que sea necesario automatizar la información (conocimiento) para apoyar el descubrimiento de un operador humano.

El tema de minería de datos espaciales representa la integración de varios campos, incluyendo la inteligencia artificial, los sistemas de bases de datos, la visualización de datos, la estadística, la teoría de la información, la geometría computacional... Mediante los modelos extraídos, utilizando técnicas de minería de datos se aborda la solución a problemas de predicción, clasificación y segmentación.

Una de las tareas más potentes asociada con la información geográfica, por ejemplo, son los mapas temáticos, que permiten visualizar de manera gráfica sobre el territorio (el mapa) una consulta que incluya información de cualquier tipo y que sea representable sobre él (una coloración de una división administrativa por algún campo de información determinado).

Este análisis geográfico requiere del conocimiento de un técnico para construir el mapa temático, y de otro analista para extraer el conocimiento adecuado. La minería de datos permite o, debería permitir, extraer de manera automática conocimiento válido, novedoso, útil y comprensible.

A continuación se explica la aplicación de algunas de las técnicas más utilizadas en la minería de datos espaciales y sus particularidades:

- **Clasificación y regresión:** Una de las características que suelen tener los objetos espaciales es que suelen estar afectados por las propiedades de los objetos cercanos en distancia. La clasificación en los sistemas geográficos se suele orientar a la clasificación de un objeto en una determinada categoría en función de propiedades de los objetos vecinos. Por ejemplo, un método de minería de datos sería la clasificación del tipo "Si **Nº de coches en Ciudad=Alto** entonces **Ciudad Contaminada= Sí**"
- **Reglas de asociación:** Generalmente se utilizan para obtener pautas de comportamiento comunes, y en el caso de los GIS se pueden utilizar para encontrar relaciones entre objetos en función de relaciones topológicas (intersecta o se solapa o se encuentra en el interior) o informativas (está cerca o lejos) en modo de reglas del estilo "Si **objeto=país y está en Europa** entonces **país=turístico, seguro, desarrollado** "
- **Clustering:** Consiste en agrupar objetos lo más homogéneos entre sí según determinadas características, y formando grupos lo más heterogéneos entre sí. Este tipo de tarea es muy útil en geomarketing y en investigación de mercado (segmentación geográfica de clientes), en planeamiento urbanístico (para decidir dónde construir un colegio según la cantidad de niños a escolarizar con todas las características que sirven para la asignación de puntos), etc.

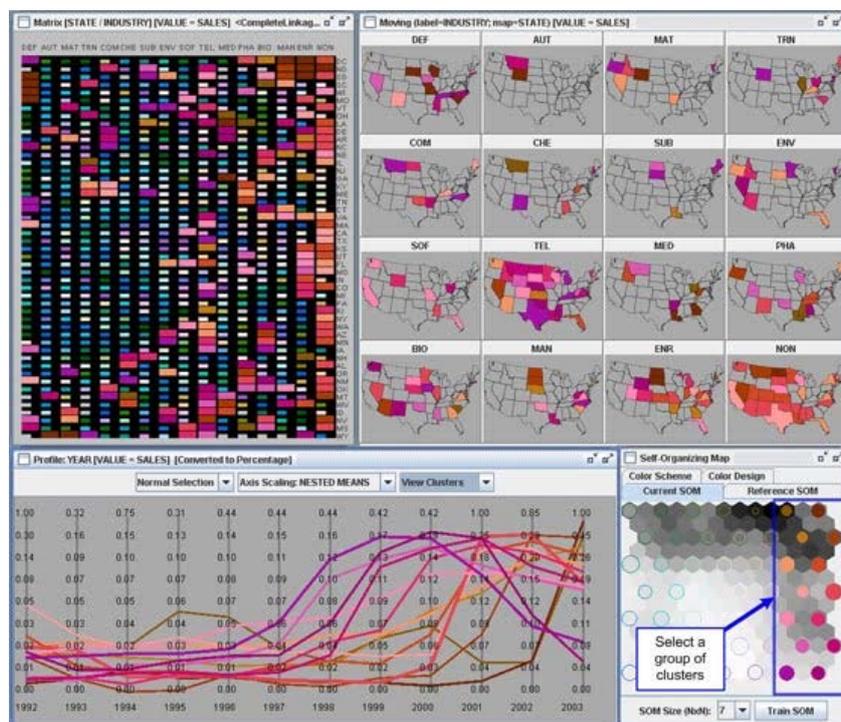


Fig. 5.10. Ejemplo de clusterización en minería de datos geográficos
 Como puede deducirse, las técnicas de minería de datos espaciales tienen una amplia aplicación en sistemas de información geográfica, teledetección y, por supuesto las IDEs. Estos métodos pueden ser utilizados para la comprensión de los datos espaciales, descubrir relaciones espaciales y no espaciales de datos, la construcción de bases espaciales en el conocimiento, la optimización de consultas, la caracterización de la información espacial, etc.

6.5. Semántica y ontología

A lo largo del presente proyecto se ha comentado en reiteradas ocasiones que las IDEs son un importante instrumento para facilitar la toma de decisiones y la gestión de recursos en diversas áreas (catastro, recursos naturales, etc.).

La **producción, gestión y publicación de información geográfica** se ha convertido en una necesidad de primer orden. Pero en este sentido surgen importantes **problemas inherentes** en este tipo de información: heterogeneidad de vocabularios, idiomas, tipología de bases de datos, factores de escala, ambigüedades lingüísticas, diferencias semánticas, estructuración...

Estos problemas tienen una repercusión clara a la hora de trabajar con informaciones semejantes de distintas fuentes: el desarrollo de un mapa continuo homogéneo.

Hasta la fecha, cada productor de información geográfica desarrollaba una producción y uso de la misma según las necesidades específicas de cada productor o usuario ya que no era tan importante disponer de modelos comunes de la realidad geográfica.



Fig. 5.10. Ejemplo de problemas semánticos en información geográfica

En este sentido, la **Ingeniería Ontológica** y la utilización de las ontologías, como instrumento para capturar y compartir la semántica de cualquier temática,) se han convertido en factores clave ante la posibilidad de solucionar los problemas comentados.

Desde el punto de vista de la información geográfica, el concepto más importante es el de fenómeno (*feature*). Por esta razón, la unidad básica de la información geográfica de la mayoría de modelos es el *feature*. Los fenómenos pueden incluir representaciones de un amplio rango de elementos que pueden ser localizados en el tiempo y el espacio tales como edificios, ciudades, redes geométricas, imágenes georreferenciadas o capas temáticas.

Y, sobre estos fenómenos, la Ingeniería Ontológica ha detectado los siguientes problemas principales:

- **Heterogeneidad de vocabularios:** utilización de diferentes términos para un mismo fenómeno (río/arroyo, monte/montaña, población/pueblo/ciudad, etc.).
- **Heterogeneidad de bases de datos:** los modelos y diseños de cada base de datos espacial depende directamente del gestor de la misma.
- **Factor escala:** la información a diferentes escalas (local, regional y nacional), por parte de diferentes productores, hace que la granularidad de la información varíe dependiendo de la fuente y su escala de referencia.
- **Ambigüedad del lenguaje, diferencias semánticas y variedad idiomática:** Los problemas relacionados con la ambigüedad del lenguaje están relacionados con la heterogeneidad proveniente de la polisemia, sinonimia, hiperonimia y homonimia. Las diferencias semánticas en el dominio geográfico son numerosas e importantes y, además, existe en nuestro país la problemática de que existen cuatro lenguas oficiales.
- **Heterogeneidad de formas de estructuración de la información geográfica:** Un catálogo de fenómenos posee importantes limitaciones y, cada productor de información geográfica, dispone de su propio y unívoco catálogo.

Ante estas problemáticas surgen las ontologías. Se puede definir una **ontología** como una especificación explícita y formal de una conceptualización compartida.

No están formadas únicamente por meros conceptos con una cierta organización (catálogos de fenómenos, diccionarios de datos y/o tesauros), sino que también se van a definir relaciones, atributos, reglas y axiomas entre conceptos que formalizan el vocabulario y conocimiento de la información geográfica.

Por tanto, las ontologías van a ayudar a las IDEs a definir los significados de los fenómenos contenidos en las mismas, pudiendo proporcionar la base del entendimiento en el dominio de la información geográfica.

Y el resultado de esto, a futuro, va a permitir algo tan importante como podernos conectar a múltiples IDEs, con distinta tipología de información por nivel de escala y detalle, con distinto idioma ya que la nacionalidad de la IDE no resultará problema, y componer un mapa continuo sobre una temática concreta. Eso, hoy día, es inviable. Ni siquiera entre IDEs al mismo nivel jerárquico y con el mismo nivel de detalle.

Un ejemplo de ello ocurre, por ejemplo, con la información geográfica proveniente de las tres provincias vascas. Las tres tienen competencias en estas materias. Las tres disponen de cartografía a escala 1:5.000.

Pues bien, cada una de ellas dispone de zonas de solape sobre las otras dos correspondientes y, lo que es peor, ni la codificación es la misma, ni trabajan con la misma cantidad de

fenómenos y, ni tan siquiera los fenómenos que podrían ser coincidentes, salvando la codificación, son tratados de la misma forma.

Es por todo lo comentado en este apartado que, para que en un futuro las IDEs sean interconectables, se desarrollen todas las acciones necesarias para establecer las ontologías que permitan salvar los problemas citados.

En este sentido, será necesario realizar las siguientes acciones:

- Crear ontologías de Dominios Fundamentales o Comunes a las IDEs, ontologías superiores, al más alto nivel jerárquico en el entorno de las Infraestructuras de Datos Espaciales (a nivel europeo a través del desarrollo en esta materia de la directiva INSPIRE).
- Completar las ontologías en los dominios correspondientes al nivel regional, nacional y local.
- Interrelacionar ontologías de dominio acorde a las definiciones temáticas.
- Desarrollar modelos lógicos e implementar nuevos servicios semánticos para incorporar a los servicios tradicionales de una IDE
- Mantener un seguimiento permanente del avance mundial sobre la Web Semántica (W3C) en relación a la Semántica en las IDEs.

Como puede apreciarse, queda mucho trabajo por delante. Y los esfuerzos de establecimiento de mesas de trabajo interadministrativo serán importantes para poder abordar esta problemática.

Por este motivo, he querido tratar este punto de manera más detallada, ya que antes del establecimiento de las líneas de trabajo a desarrollar en el futuro, será necesario establecer nuevas líneas de investigación sobre la relación entre la Ingeniería Ontológica y las IDEs.

"Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber."

Albert Einstein

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

Como ha podido comprobarse desde el inicio de este documento, queda patente que el estudio y análisis de las IDEs es una tarea laboriosa y compleja, al igual que el desarrollo y puesta a punto de un proyecto de estas características.

En una IDE intervienen numerosos elementos, muchas veces proporcionados por distintos entes, administraciones o personas, que tienen que ponerse en una mesa común de trabajo.

A pesar de su complejidad, se puede decir, sin lugar a dudas, que una IDE es el mejor medio para la publicación de información geográfica. Las IDEs son una apuesta organizativa y tecnológica por parte de las administraciones para poner a disposición de los ciudadanos la información geográfica que recopilan o generan.

Pasado, presente y futuro de las Infraestructuras de Datos Espaciales ha pretendido ser un documento recopilatorio de cuanta información es necesaria saber para conocer con detalle el alcance de lo que suponen las IDEs. Se ha tratado el concepto IDE desde sus orígenes, pasando por la coyuntura a partir de la cual surge este concepto, la situación original desde la que se partía, hasta llegar a la situación actual de desarrollo, tratando el marco jerárquico, de estandarización y normativo al que quedan sometidas las IDEs.

También se ha puntualizado la situación de las IDEs en nuestro país, teniendo en cuenta el estado en el que nos encontramos en comparación con otros países, nuestros puntos fuertes y, cómo no, los puntos débiles.

Hasta aquí, tenemos una retrospectiva de las IDEs, desde sus orígenes hasta el estado actual. Pero también se ha pretendido vislumbrar, de alguna manera, cuáles podrían ser los siguientes pasos a dar en el futuro. Se han tratado posibles líneas de trabajo, a tener en cuenta en un futuro, desde múltiples aspectos:

- Desde el **punto de vista de continuo desarrollo** de herramientas y servicios consumibles por las IDEs, desarrollando nuevas versiones más modernas y efectivas de los actuales servicios susceptibles de incorporar a una IDE y desarrollando nuevos servicios capaces de trabajar la información de las más modernas plataformas de adquisición de información geográfica, de tratamiento específico de información 3D, etc.
- Desde el **punto de vista de contenido** de información de una IDE, incorporación a las IDEs nueva información geográfica desarrollada a tal efecto o ya disponible en las administraciones pero que todavía no ha sido incorporada y, al mismo tiempo, desarrollando medidas y herramientas capaces de realizar controles sobre la calidad y validez de la información de una IDE.

- Desde el **punto de vista formal** de una IDE, con el desarrollo de IDEs semánticas, la normalización o estandarización del propio concepto de IDE y de Geoportal, estableciendo los elementos mínimos y sus características para poder cumplir con dichas definiciones, el desarrollo de herramientas de test y control sobre la normalización del concepto de IDE y de Geoportal, capaces de analizar la información, los metadatos y los servicios con los que trabaja una IDE o un Geoportal, el desarrollo de herramientas de test y control sobre la normativa referente a las IDEs y el cumplimiento sobre la misma, estableciendo aplicaciones capaces de testear el cumplimiento, por parte de una IDE, de normativas y legislaciones como, por ejemplo, INSPIRE y LISIPE...
- Desde el **punto de vista de las sinergias** que pudieran surgir con otras tecnologías, como las comentadas con la informática, las telecomunicaciones, la sensórica, la realidad aumentada; y, por supuesto, con otras disciplinas que hasta ahora no consumían servicios IDE pero que, poco a poco, lo van haciendo, como la estadística, la publicidad, el turismo, etc.

Como puede apreciarse, queda mucho trabajo por delante. Y los esfuerzos de establecimiento de mesas de trabajo interadministrativo serán importantes para poder abordar las nuevas líneas de desarrollar y solventar las problemáticas actuales.

De la misma forma es comprensible que en este prometedor futuro de las IDEs, surjan nuevos e importantes **nichos de mercado**, estableciéndose alianzas y desarrollos entre empresas y administraciones, relacionadas directa o indirectamente con la información geográfica, y otras empresas y administraciones que, hasta la fecha, nada tenían que ver con las primeras.

Las IDEs no han hecho más que empezar su andadura y lo más importante, no se percibe que el final de las mismas llegue a medio o largo plazo. Son proyectos abiertos, capaces de “mutar” para poder perpetuarse en el tiempo con el claro objetivo de servir como medio.

Cualquier tratamiento de los proyectos IDEs como un fin en sí mismo, simplemente con el objetivo de cumplir una normativa o por puro capricho de algún visionario que haya oído algo sobre el tema o que se lo haya visto “al vecino”, estará abocado al fracaso.

CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS

- AENOR (1998). UNE 148001 Ex: 1998. Mecanismo de Intercambio de información Geográfica relacional formado por agregación (MIGRA). Asociación Española de Normalización y Certificación. Madrid.
- ANSI (2001). The Dublin Core Metadata Element Set. ANSI/NISO Z39.85. American National Standards Institute.
- BALLARI, D.; SÁNCHEZ-MAGANTO A.; NOGUERAS-ISO J.; RODRÍGUEZ, A.; BERNABÉ, M.A. (2006). Experiences in the use of an ISO 19115 profile within the framework of the Spanish SDI. Proceedings of GSDI-9. Santiago de Chile.
- BALLARI, D.; SÁNCHEZ-MAGANTO, A.; NOGUERAS-ISO, J.; RODRÍGUEZ, A.; BERNABÉ, M.A. (2006). Medidas para impulsar la utilización del Núcleo Español de Metadatos (NEM). Avances en las infraestructuras de datos espaciales. Universidad Jaime I, Alicante.
- CEN (2003). Dublin Core Spatial Application Profile. CWA 14858, CEN/ISSS Workshop on Metadata for Multimedia Information. Comité Europeo de Normalización.
- COMAS Y RUIZ (1993). Fundamentos de los Sistemas de Información Geográfica. Ariel
- CSG (2005). SGTNEM_2005_01: Núcleo Español de Metadatos. Infraestructura de Datos Espaciales Española. Consejo Superior Geográfico, Ministerio de Fomento, Madrid. <http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/NEM.pdf>
- CSG (2007). Guía de Usuario del Núcleo Español de Metadatos. Consejo Superior Geográfico, Ministerio de Fomento, Madrid. <http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/GuiaUsuarioNEM.pdf>
- DCMI (2007). Homepage of the Dublin Core Metadata Initiative. Dublin Core Metadata Initiative. Dublín. <http://www.dublincore.org>
- EU (2007). Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece una Infraestructura de Información Espacial en la Comunidad (INSPIRE). Unión Europea, Bruselas.
- INSPIRE (2007). DT Metadata – Draft Implementing Rules for Metadata, version 2.0. Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE), http://www.ec-gis.org/inspire/reports/ImplementingRules/draftINSPIREMetadataIrv2_20070202.pdf
- JAKOBSSON, A.; GIVERSEN, J. (2007). Guidelines for implementing the ISO 19100 Geographic Quality Standards in National Mapping and Cadastral Agencies. Eurogeographics.

- KRESSE, W.; FADAIE, K. (2004). ISO Standards for Geographic Information. Springer Verlag, Berlin.
- LÓPEZ, E.; RODRÍGUEZ, A.F., ABAD, P. (2004). Normas y estándares en el entorno de la IDEE. Congreso Topcart 2004. Madrid. <http://www.cartesia.org/geodoc/topcart2004/conferencias/58.pdf>
- MANOLA, F.; MILLAR, E., (Eds.) (2004). RDF Primer. World Wide Web Consortium. <http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/>
- MANUEL ECHEVERRIA MARTÍNEZ (2001). Las Infraestructuras de Datos Espaciales. Experiencias en su Implantación. *Boletín, septiembre-octubre 2001*.
- NEBERT, D. (Ed.) (2004). Developing Spatial Data Infrastructures: The SDI Cookbook v.2.0. Global Spatial Data Infrastructure. <http://www.gsdi.org>
- NEBERT, D.; WHITESIDE, A. (2004). OpenGIS-Catalogue services specification (version: 2.0). OpenGIS Project Document 04-021r2. Open GIS Consortium Inc.
- RAJABIFARD, A.(2006). The role of sub-national government and the private sector in future spatial data infrastructures, International Journal of Geographical Information Science. Vol. 20, No. 7, August 2006
- RODRÍGUEZ, A.; ABAD, P.; ROMERO, E.; SÁNCHEZ-MAGANTO, A. (2004). La norma ISO 19115 de Metadatos: Características y aplicabilidad. En VIII Congreso Nacional de Topografía y Cartografía TOPCART 2004. Madrid.
- SÁNCHEZ-MAGANTO, A.; RODRÍGUEZ, A.; ABAD, P.; ROMERO, E. (2005). El Núcleo Español de Metadatos, perfil mínimo de metadatos recomendados para España. En Jornadas Técnicas de las Infraestructuras de Datos Espaciales de España 2005. Madrid.
- TOLOSANA-CALASANZ, R.; NOGUERAS-ISO, J.; BÉJAR, R.; MURO-MEDRANO, P.R.; ZARAZAGA-SORIA, F.J. (2006). Semantic interoperability based on Dublin Core hierarchical one-to-one mappings. International Journal of Metadata, Semantics and Ontologies, vol 1 .
- ZARAZAGA-SORIA, F.J.; NOGUERAS-ISO, J.; LATRE, M.A.; RODRÍGUEZ, A.; LÓPEZ, E.; VIVAS, P.; MURO-MEDRANO, P.R. (2007). Providing SDI Services in a Cross-Border Scenario: the SDIGER Project Use Case. Research and Theory in Advancing Spatial Data Infrastructure Concepts. ESRI Press.

- Otras Referencias:

CEN (Comité Europeo de Normalización)

<http://www.cenorm.be/cenorm/index.htm>

CEN TC287 (Comité 287 de CEN)

<http://www.cenorm.be/CENORM/BusinessDomains/TechnicalCommitteesWorkshops/CENTechnicalCommittees/CENTechnicalCommittees.asp?param=6268&title=CEN%2FTC+287>

FGDC (Comité Federal de Datos Geográficos)

<http://www.fgdc.gov/>

OGC (Consortio para los Sistemas Geoespaciales abiertos)

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

Infraestructuras de Datos Espaciales. Geoportal INSPIRE

<http://eu-geoportal.jrc.it/>

NEM (Núcleo Español de Metadatos)

http://www.idee.es/resources/recomendacionesCSG/Propuesta_MNE_v1.0.pdf

Iniciativa Dublín Core

<http://dublincore.org/>

Iniciativa Open Source

<http://www.opensource.org>

CatMDEdit

<http://sourceforge.net/projects/catmdedit>

Geonetwork

http://sourceforge.net/project/showfiles.php?group_id=72096

METAD

<http://www.geoportal-idec.net/geoportal/IDECServlet?pag=metad&home=s>

Infraestructura de Datos Espaciales de España

<http://www.ideo.es/>

Infraestructura de Datos Espaciales de Cataluña

<http://www.geoportal-idec.net/>

Infraestructura de Datos Espaciales de Canadá

<http://geodiscover.cgdi.ca/>

**Laboratorio de Ingeniería Cartográfica (CartoLab) de la ETS de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos de la Universidad de Coruña**

<http://cartolab.udc.es/>



El presente documento ha sido concebido como un proyecto de corte investigador, que sirva de base para el posterior desarrollo de mi tesis doctoral en Investigación y Desarrollo en Geotecnologías y que se titulará "Infraestructuras de Datos Espaciales Tridimensionales: Hacia un modelo real de la Información Geográfica".

"Pasado, presente y futuro de las Infraestructuras de Datos Espaciales", pretende hacer una profunda revisión de lo que suponen estas herramientas, de su origen, de su estado actual y de las tendencias de futuro de las mismas.