

# Las Infraestructuras de Datos Espaciales en la Gestión Forestal

R. Béjar<sup>1</sup>, J. Aboal<sup>2</sup>, P. Vila<sup>3</sup>, M. Gould<sup>4</sup>, P.R. Muro-Medrano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas  
Universidad de Zaragoza  
María de Luna 1, 50018 Zaragoza (Spain)  
{rbejar, [prmuro](mailto:prmuro@unizar.es)}@unizar.es

<sup>2</sup>Dirección Xeral de Montes e Industrias Forestais ---- <sup>3</sup>Servicios Informáticos  
Consellería de Medio Ambiente  
San Lazaro s/n, 15703 Santiago (A Coruña)  
{[jacobo.aboal.vinas](mailto:jacobo.aboal.vinas), [pedro.vila.lopez](mailto:pedro.vila.lopez)}@xunta.es

<sup>4</sup>Departamento de Sistemas de Información  
Universidad Jaume I  
Campus de Riu Sec, 12071 Castellón (Spain)  
[gould@lsi.uji.es](mailto:gould@lsi.uji.es)

**Resumen.** La gestión forestal requiere para la toma de decisiones de una ingente información, usualmente localizada espacialmente, en este sentido los problemas para su almacenamiento, búsqueda y gestión, están siendo cada vez más importantes, especialmente en las Administraciones públicas. La Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia a iniciativa de su Dirección Xeral de Montes e Industrias Forestais ha creído necesario trabajar en este sentido. Para ello se ha tomado como base la iniciativa INSPIRE creada por la Comisión Europea para establecer recomendaciones con el objeto de construir una Infraestructura de Datos Espaciales en Europa (ESDI), actualmente centrándose en el área medioambiental, y por ende forestal. Este artículo mostrará la solución adoptada por la Consellería señalando ventajas y problemas y pudiendo servir como un buen ejemplo en la construcción de una Infraestructura de Datos Forestales para España, completamente interoperable.

## 1 Introducción

El desarrollo de las nuevas tecnologías ha producido una “socialización” en el acceso a la información, pudiendo hoy llegar de una forma más rápida y sencilla al público. La Información Medioambiental (IMA), y por ende forestal, suele estar localizada espacialmente. No en vano el organismo paraguas europeo para la información geográfica (EUROGI, 2000) estima que más del 80% de la información del sector público tiene una componente geográfica, lo que no implica necesariamente que dicha información sean coberturas espaciales. Informes, estadísticas, propuestas o presupuestos tendrán un componente geográfico de localización.

La Unión Europea ha aprobado el “VI programa Comunitario de Medio Ambiente 2001-2010” donde identifica la mejora de la información como uno de los puntos clave en la toma de decisiones durante el desarrollo de las políticas medioambientales, y en consecuencia forestales. Especialmente, cita, “*la información geográfica que juega un papel primordial, por su potencialidad de presentar los datos de una forma clara y fácilmente entendible por el ciudadano de a pie*” [UE].

En esa línea la Comisión Europea, con el fin de estimular la disponibilidad de información medioambiental, fomentó la iniciativa llamada “Infraestructura de la Información Espacial en Europa” (INSPIRE) con el objeto básico de preparar una legislación Comunitaria que haga disponible la información geográfica. Estos objetivos serán logrados a través del establecimiento de servicios de información espacial integrados, basados en una red de bases de datos geográficas vinculadas por estándares y protocolos comunes [INSPIRE].

Con el fin de implementar las infraestructuras propuestas por esta iniciativa, el grupo de trabajo en arquitectura y estándares recomienda definir los requisitos para una Infraestructura de Datos Espaciales Europea (IDE), proporcionando un marco de referencia para las IDE’s de los países y regiones miembros, que les permitan su integración en la IDE Europea [JRC, 2002]. Estos requisitos incluyen

especificaciones y guías como las series ISO 19100 de información geográfica, las especificaciones del OpenGIS Consortium (OGC) o la Iniciativa de Metadatos Dublin Core [ISO, OGC, DCMI].

La Consellería de Medio Ambiente (CMA) de la Xunta de Galicia, y especialmente la Dirección Xeral de Montes e Industrias Forestais (DXMIF), reconocieron una gran oportunidad en esta iniciativa para emprender la gestión y explotación de sus geodatos. Al igual que en muchas otras Administraciones Forestales, la información que se disponía era ingente y voluminosa, pero su almacenamiento por la incompatibilidad de formatos en los datos y sistemas, y especialmente la búsqueda de información apropiada, bien catalogada y su posterior explotación comenzaban a ser complicados, costosos y poco eficientes.

Básicamente se quería dotar a los técnicos de una herramienta de gestión forestal, que ayudase en la toma de decisiones y en el control y seguimiento del estado de sostenibilidad de los ecosistemas forestales gallegos.

La solución adoptada a estos problemas ha sido el desarrollo de una Infraestructura de Datos Espaciales, siguiendo los principios y recomendaciones del proyecto INSPIRE en su arquitectura y estándares, y por lo tanto construyendo la primera IDE en Galicia lista para formar parte de una IDE-Europea.

Este artículo describe la infraestructura, su arquitectura y componentes usados y los procesos desarrollados, tales como la recolección y almacenamiento de datos, la creación de metadatos, y la explotación de la información según necesidades de usuarios (servicios web de mapas, sistemas de información geográfica, aplicaciones finales). Por último se describirán los problemas encontrados, los resultados conseguidos y las ventajas que proporciona para la gestión de los recursos forestales.

## **2 La Infraestructura de Datos Espaciales en la Consellería de Medio Ambiente**

Galicia con más de 2.000.000 de ha forestales de las cuales 1.400.000 están arboladas [DXMIF], se presenta como la región forestal en España más importante. Conscientes de ello la Xunta de Galicia, a través de su Consellería de Medio Ambiente, ha dotado a la DXMIF de un número importante de medios humanos y técnicos, coordinando su acción sobre el terreno a través de una jerarquía compuesta de servicios centrales, servicios provinciales en las capitales de provincia y 19 distritos forestales que dividen al territorio gallego en unidades fundamentales de gestión forestal, constituidas por superficies forestales de homogéneas características físicas, biológicas, edáficas, económicas y sociales. Esta división ha ocasionado problemas relacionados con la gestión de la información geográfica y su explotación, tanto por el número de usuarios como por sus diferentes necesidades y conocimientos en el uso de SIG y nuevas tecnologías.

Si además tenemos en cuenta el desarrollo de la iniciativa INSPIRE con los requisitos que se impondrán a los Estados miembros dentro de unos años, el desarrollo de una IDE siguiendo los principios de esta iniciativa era la mejor opción para abordar ambos problemas de forma simultánea.

### **2.1 Requisitos**

La primera tarea consistió en conocer los requisitos de los futuros usuarios. Básicamente los puntos más importantes fueron:

- Toda la información geográfica, coberturas ráster o vectoriales, deberían ser almacenadas en una base de datos espacial. Ésta además debería ser relacional permitiendo así almacenar otra información alfanumérica de forma completamente escalable.
- Sería posible encontrar por medio de búsquedas guiadas la información deseada. Ello suponía no sólo poder buscar una información temática, sino también conocer quién la hizo, en qué año, con qué precisión y qué fin tenía, datos que se engloban en lo que se ha dado en llamar metadatos, es decir, “información de la información”.
- Existirían tres tipos básicos de usuarios;
  - Usuario 0: usuarios que podrían acceder a los datos de la CMA, que lo harían a través de entornos muy amigables e intuitivos donde las necesidades de consulta y posterior visualización se viesen satisfechas sin apenas formación previa. Este tipo de usuario está pensado para las necesidades de los directivos y altos cargos.
  - Usuario 1: no son especialistas en SIG, pero sus necesidades son mayores. En este caso, y también accediendo a determinados servicios de mapas, podrían visualizar y realizar consultas más complejas (espaciales y no espaciales). Además podrían combinar información de la base de datos de la CMA, con otra almacenada localmente en su computador, resultando esto muy práctico para poder visualizar geodatos forestales (mapas topográficos, ortofotogramas...) junto

- a la información GPS tomada en campo. En este caso las herramientas de uso necesitarían de cursos de formación previa.
- Usuario 2: por último existiría un perfil de usuarios más avanzados, que tendrían la posibilidad de realizar descargas de los datos geográficos (vectoriales y ráster) en el formato que desearan y con el que habitualmente trabajasen, que además podrían crear y proponer modificaciones a la información existente.
  - Otro de los requisitos era un control estricto de los usuarios, en términos de seguridad, de forma que no sólo el acceso a los servicios de mapas fuese restringido, sino que además la información almacenada en la base de datos fuese protegida según restricciones de tipo no espacial y espacial. De esta forma, por ejemplo un Jefe de un Distrito podría consultar sólo determinada información, y además de ésta sólo la zona territorial de su Distrito y límites, lo que para una única capa de datos suponía disponer de filtros espaciales previamente establecidos.
  - El Software del que se disponía en la CMA sería usado siempre que fuese posible. Esto incluía: ESRI ArcSDE 8.x y ArcIMS 4.x, Oracle 8i/9i con el cartucho espacial, y el traductor universal de Safe Software, FME, con su versión web Spatial Direct.

Otros requisitos fueron especificados y recomendados a la CMA, después de estudiar sus necesidades y las guías ofrecidas por INSPIRE y GSDI [GSDI], brevemente:

- Se debían seguir estándares siempre que fuese posible, específicamente aquellos recomendados por INSPIRE y GSDI (ISO, OGC, Dublin Core...).
- La arquitectura a seguir sería aquella recomendada por INSPIRE. Habría datos, metadatos catálogos de búsqueda, y diferentes servicios con funciones de acceso a datos, visualización y consulta.

Todas estas necesidades han sido implementadas en un corto periodo de tiempo (medio año), lo que ha demostrado una utilidad práctica inmediata que redundará en la mejora y expansión de esta IDE.

## 2.2 Diseño de Servicios “encadenables”

La Figura 1 muestra una representación de la IDE implementada en la CMA, que permite enfatizar los puntos principales que son el núcleo de cualquier IDE:

Los principales componentes de una IDE son los servicios web “encadenables”. Siguiendo los servicios web estándar de OGC (ver [Harrison 2002] para un mayor detalle), se consigue una fácil integración de los diferentes servicios, ya sean procedentes de esta infraestructura como de otros lugares, y un desarrollo más rápido de nuevas aplicaciones a medida en respuesta a las necesidades cambiantes de los usuarios involucrados.

Es importante, asimismo, hacer hincapié en que los servicios “encadenables” están hechos sobre la base de los geodatos y metadatos asociados a ellos, lo que facilita una mayor interoperabilidad semántica (puesto que los metadatos describen los geodatos aportándoles de esta forma mayor significado).

Cuando nos referimos a servicios “encadenables”, como ya veremos, suponen que un técnico forestal pueda seguir una línea de trabajo guiada a través de diferentes servicios. Así por ejemplo, el primer servicio sería el catálogo de metadatos donde el técnico buscaría la información deseada, a continuación y una vez obtenida la respuesta podría acceder y visualizar los datos a través un servicio de mapas web y por último, si fuese su intención, descargar aquellos datos necesarios para su trabajo accediendo a un servicio de descarga, todos ellos “encadenados” de forma que aún siendo tres componentes independientes el técnico los percibirá como un único sistema integrado, en el que pasa de un servicio a otro de forma transparente.

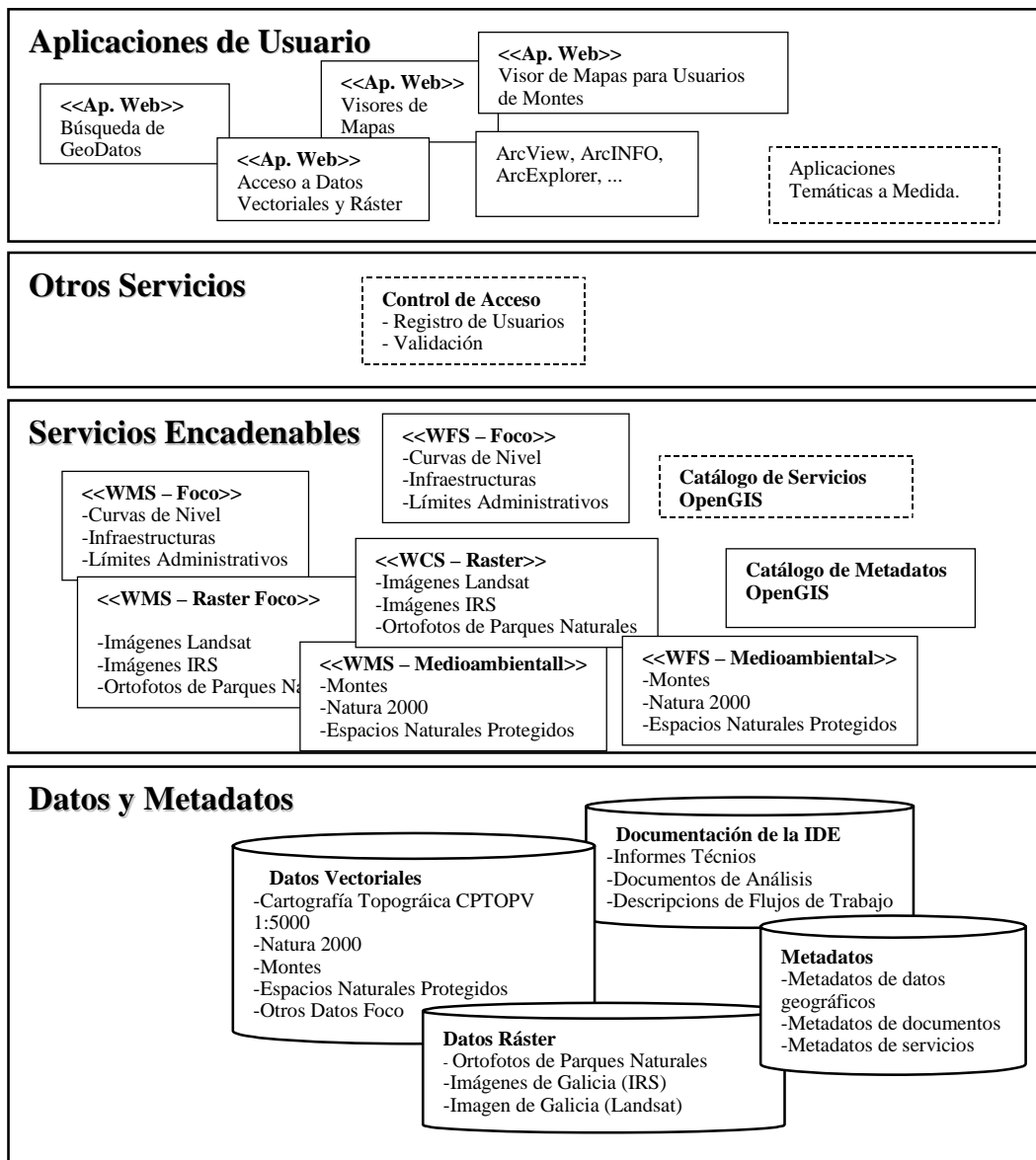


Figura 1: Visión orientada a servicios. Las líneas discontinuas muestran elementos que no están todavía integrados

Después del estudio de las necesidades de usuarios y los geodatos disponibles (se habla más sobre los datos en la siguiente sección), se planearon unos cuantos servicios web de visualización y acceso a los datos (siguiendo los estándares de OGC sobre servicios de mapas en Web (WMS), servicios de entidades en Web (WFS) y servicios de coberturas en Web (WCS) [OGC]), intentando:

- Permitir la visualización y el acceso a todo tipo de coberturas vectoriales y ráster.
- Permitir una fácil integración de los diferentes datos.
- Establecer un número “controlable” de servicios web, para un más fácil mantenimiento.
- Agrupar datos relacionados con el fin de hacerlo más intuitivo.

Se establecieron tres categorías conceptuales simples para los datos (una con información vectorial fundamental con información de referencia o “datos foco”, tal como límites administrativos, topografía, infraestructuras, otra con datos vectoriales medioambientales (datos temáticos de la CMA) y una tercera con la información ráster disponible) siendo los servicios Web diseñados en consecuencia. Los servicios de visualización y acceso planeados se muestran en la Tabla 1.

	WMS	WFS	WCS
Datos de referencia vectoriales	X	X	
Datos medioambientales vectoriales	X	X	
Datos ráster	X		X

Tabla 1: Resumen de los servicios planeados de mapa, vectorial y ráster.

Además del acceso y la visualización de datos, la otra funcionalidad principal requerida era la búsqueda de datos y la gestión de sus metadatos. Las especificaciones sobre catálogos del OGC cubren estas áreas, por lo que se incluyó un catálogo de metadatos.

### 2.3 Filosofía Plug-n-Play

El seguimiento de recomendaciones y estándares INSPIRE, además de permitir una integración y cumplimiento de la futura legislación europea en el marco de la información medioambiental, imprime una ventaja cualitativa basada en la “interoperabilidad”; al desarrollar arquitecturas y componentes que comparten normas y recomendaciones, el sistema se vuelve completamente abierto en la composición de componentes, conformando lo que se ha dado en llamar la filosofía “plug-n-play” (“enchufa-y-funciona”).

Las ventajas que reporta este enfoque son, brevemente:

- Si falla un componente del sistema, “desenchufamos” el componente y buscamos otro. Así por ejemplo en caso de que quisiéramos cambiar el servidor de mapas via Web bastaría con “desenchufarlo” y conectar otro, que cumpliera las mismas normas y recomendaciones, para que el sistema continuase funcionando perfectamente. El resto de componentes del sistema no notarían que hay un servidor diferente, porque este sería compatible con el anterior.
- Una mayor flexibilidad, ya que se rompe la dependencia con una casa software específica. Nuestro “puzzle” de componentes, siempre que éstos sigan normas estándar, puede estar compuesto por piezas de diferentes propietarios y siempre podremos cambiar una y sustituirla por otra.
- Además es “abierto” en tanto que no hace falta usar todas las piezas, sino que cada uno en función de sus necesidades va creando su “puzzle”. Al sistema se le pueden incorporar nuevas funcionalidades en el futuro (con nuevos componentes y servicios) sin necesidad de quitar los componentes que ya están funcionando.

### 2.4 Datos espaciales y metadatos

Antes de construir una Infraestructura de Datos Espaciales, es importante obtener una relación de los datos existentes y de aquellos a los que su podría accederse, ya sea por compra o solicitud. En este último caso, por ejemplo, la Consellería de Política Territorial, Obras Públicas e Vivenda (CPTOPV) disponía de una información digital muy útil en cuanto existían coberturas con infraestructuras, curvas de nivel (cada 5 m) o edificios y tuberías a una escala de trabajo de 1:5000, para un total de 4000 archivos en formato *dgn* que cubren a todo el territorio de Galicia. Además la propia CMA disponía de una ingente información sobre montes donde realiza la gestión, bien sean por ser de propiedad pública, por existir un convenio o consorcio en ellos, o por ser espacios incluidos en la Red Natura 2000, contándose con información sobre límites, ortofotogramas (píxel 1m), caminos y pistas forestales, mapas forestales *etc.* en formato *shapefile*.

Para complementar la información vectorial disponible, la CMA en conversaciones con otros entes públicos en Galicia, especialmente el Sistema de Información Territorial de Galicia (SITGA) departamento de la Sociedad para el Desarrollo Comarcal de Galicia, además de compañías privadas, obtuvo las imágenes satélite de Landsat e IRS que cubrían todo el territorio y que se complementaban en algunas zonas con ortofotos más precisas, dotando así a los usuarios de completa información ráster a diferentes resoluciones o escalas.

Una vez fue realizada la relación de toda esa información, ésta debía ser almacenada en la base de datos espacial. Las dos secciones siguientes describen el proceso seguido para el almacenamiento de la información disponible, vectorial y ráster, en la base de datos. Finalmente hay una sección que describe el proceso de creación de los metadatos, necesarios para poder realizar búsquedas de datos en el catálogo.

#### 2.4.1 Almacenamiento de los datos vectoriales

El objetivo era el uso de un software traductor universal, FME, que permitiese almacenar todas las coberturas vectoriales en el formato de Oracle Spatial. Su utilización fue necesaria ya que en la recopilación de la información disponible, los datos existían en varios formatos diferentes. Además la herramienta de traducción se apoyó en un software mediador (SDE) con el objeto de facilitar el acceso a la información tanto por software directamente compatible con Oracle Spatial, como por software compatible con SDE.

Este proceso, muy brevemente, consistió en el diseño de filtros FME, que son traductores semánticos y sintácticos que describen el proceso de transformación entre un formato de origen y uno de destino. Su uso aporta grandes ventajas ya que una vez diseñado y testado el proceso, se automatiza para un conjunto de archivos de similares características (formato e información contenida); de esta forma el

almacenamiento de los 4000 archivos mencionados anteriormente se pudo realizar de forma semiautomática.

Debemos reseñar algunos problemas que ocurrieron y que aumentaron los tiempos que se habían planificado al principio, lo que debería ser considerado en cualquier otro proyecto similar. En algunos casos debieron reasignarse tareas a los componentes del equipo de trabajo, hasta el punto de que en ciertos periodos el departamento al completo tuvo que trabajar sobre los problemas acaecidos en el almacenamiento. Los principales problemas, y soluciones, fueron:

Especificación de los datos no tan buena como habría sido deseable: lo que obligó a obtener un conocimiento muy profundo de los datos, de forma muy laboriosa. Fue necesario mantener entrevistas con los técnicos gestores de la información, y gracias a éstas se conoció que en determinados casos la creación de una misma capa de información fue contratada a varias compañías, intentando minimizar tiempos, lo que acarreo graves problemas, ya que las metodologías y calidades de los datos variaban espacialmente según el territorio asignado a cada compañía creadora. Fruto de ello fue una falta de información confiable, que llevó a un sistema de ensayo-error, lento, para averiguar el contenido y significado de la información en los ficheros.

Errores de geometría: “Falsos” segmentos lineales (segmentos de longitud inferior a un valor umbral muy pequeño), intersecciones de límites de polígonos consigo mismos, intersecciones en las curvas de nivel y otros problemas similares fueron encontrados a lo largo del proceso de almacenamiento. Esta clase de problemas hizo más dificultosa la creación de procesos automatizados de almacenamiento para efectuar “cargas masivas”, porque las herramientas fallaban en la conversión al encontrar estos errores y se detenían. La solución adoptada fue la de hacer más robustos los filtros FME, incluyendo tests geométricos previos a las traducciones.

#### 2.4.2 Almacenamiento de los datos ráster

El almacenamiento de los datos ráster, como las fotografías aéreas e imágenes de satélite a diferentes resoluciones, necesitaron un enfoque diferente al no permitir FME traducir este tipo de datos. Esto en principio no supuso un problema ya que su inserción en la base de datos no presentaba problemas semánticos, aunque surgieron otros problemas con los datos ráster:

Mosaicado: Las imágenes satélites y ortofotogramas cubren extensas áreas por lo que se tiende a teselar. Estas teselas pueden o no ser regulares, y pueden presentar solapes. Las imágenes disponibles, archivos GeoTIFF, fueron almacenados en la IDE de la CMA encontrándose algunos problemas durante la creación de mosaicos, al carecer de programas especializados en su construcción. Estos problemas se solventaron programando una mini-aplicación de creación de mosaicos basada en la funcionalidad ofrecida por ArcObjects.

Acceso rápido: una de las principales preocupaciones con las imágenes, por sus grandes tamaños, es permitir una visualización rápida de ellas a cualquier resolución. El enfoque típico a este problema consiste en la creación de pirámides de imágenes compuestas por la original y versiones de la misma, todas ellas adecuadamente particionadas y a diferentes resoluciones; de esta forma sólo hay que cargar las imágenes a la resolución necesaria para un usuario en cada momento, incrementando de esta forma la velocidad de visualización. Para la presente IDE se adoptó esta solución.

Otra posibilidad habría sido el uso de formatos de compresión, hoy en día existen algoritmos que permiten compresiones inimaginables años atrás. Para la IDE de la CMA no se optó por esta opción ya que no todos los servidores de mapas web aceptaban este tipo de formatos de compresión, lo que ponía en peligro la filosofía plug-n-play del sistema.

#### 2.4.3 Proceso de creación de metadatos

La creación de metadatos, catalogación de la información espacial, tenía dos objetivos principales. El primero era mantener y organizar la inversión económica que se había efectuado en la creación y adquisición de los datos. El segundo era proporcionar la información necesaria a los catálogos de datos, con el fin de permitir búsquedas y, a largo plazo, facilitar la integración de esta IDE en otras, siguiendo las recomendaciones INSPIRE sobre servicios distribuidos interoperables, que incluyen servicios de catálogo distribuidos.

Los metadatos como ya se mencionó se definirían básicamente como la “información de la información”. Su utilización es obligada en la gestión forestal ya que no sólo es importante disponer de una determinada cobertura sino conocer a qué escala la puedo utilizar, en qué fecha se realizó, para qué se realizó, cual fue la metodología de desarrollo o que precisión posee, preguntas muy importantes en la toma de decisiones de cualquier gestor.

Existen varios estándares de metadatos geospaciales (algunos de ellos todavía no definitivos) como son el CSDGM del Federal Geographic Data Committee [FGDC98], norteamericano, o el definido por el

comité ISO/TC 211, y aún no definitivo, estándar internacional DIS 19115 [ISO 2001], los cuales tenían que ser aplicados. El objetivo, por lo tanto, era crear unos metadatos tan significativos y completos como fuera posible, con un esfuerzo razonable y facilitando al máximo las búsquedas de datos gracias a ellos. Otro de los puntos en consideración fue que los técnicos forestales no estaban acostumbrados a crear y gestionar metadatos, por lo tanto las principales decisiones tomadas a este respecto fueron:

- Crear como mínimo los campos obligatorios de metadatos ISO (más o menos 40 de los aproximadamente 500 campos del estándar completo) siempre que fuese posible.
- Usar los metadatos definidos por Dublin Core.(un estándar en metadatos genéricos que proporciona una mínima descripción de recursos para facilitar búsquedas [DCMI]) como guía para una metadatos mínima.
- Impartir seminarios a los usuarios de la CMA y distribuir herramientas adecuadas, con el fin de promover el uso de metadatos. La herramienta escogida para la creación de metadatos fue un software desarrollado llamado CatMDEdit, que permite la creación de metadatos e importar/exportar desde/hacia los diferentes estándares relevantes (ISO, FGDC, Dublin Core), y trabajar con archivos XML, o bases de datos (MS Access, Oracle) [Zarazaga et al., 2000].

## 2.5 Diseño e Implementación

La implementación de la IDE siguió la arquitectura y filosofía establecidas en los puntos anteriores.

Como el catálogo de metadatos es uno de los elementos centrales de una arquitectura IDE, las recomendaciones técnicas de INSPIRE lo denominan el “corazón” de la IDE, éste servirá como punto de partida para describir la implementación.

Con el objeto de proporcionar búsquedas de datos en el catálogo se desarrolló un motor de búsquedas temático (ver Figura 2). Este motor de búsquedas proporciona una interfaz que combina temas (infraestructuras, cartografía forestal, de ordenación del territorio...), áreas (toda la comunidad, provincias o distritos), escalas y fechas de actualización para permitir búsquedas restringidas completamente personalizables. Un ejemplo con los resultados de la búsqueda puede verse en el lado derecho de la figura. Este listado muestra algunos metadatos para cada una de las coberturas encontradas (título, resumen, escala de trabajo, formato, fecha de actualización y creador). Haciendo click sobre el título de cada uno de los elementos se abre una nueva ventana con los metadatos completos como se muestra en la Figura 3 (lado izquierdo).

Como es lógico, los catálogos de búsqueda son tanto más eficientes y útiles cuanto más completos y precisos sean los metadatos que contienen. Por ello es esencial asignar los recursos necesarios en la operación de metadatos, porque de ella dependerá al final el buen funcionamiento de una IDE.

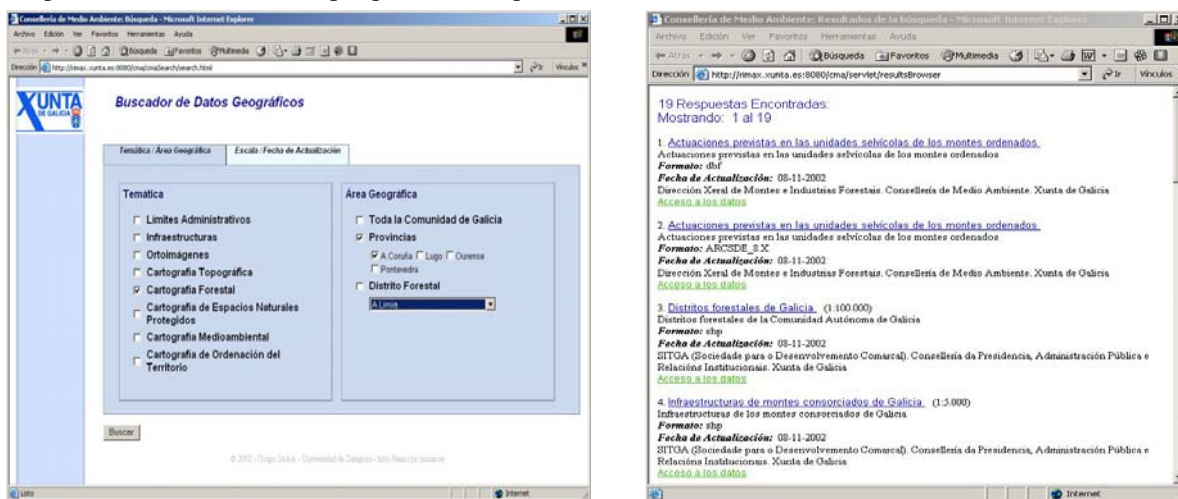


Figura 2: Búsqueda temática de datos y resultados encontrados

La principal ventaja de una arquitectura IDE es el uso de servicios “encadenables”. Esto resulta más evidente cuando los usuarios tras la búsqueda en el catálogo, y una vez encontrada la información deseada, pueden acceder de un modo sencillo a un servicio de mapas para visualizarla. La forma de implementar esta posibilidad fue proporcionando un enlace entre la ventana que muestra los resultados de la búsqueda (Figura 2) y una segunda ventana que muestra los servicios de mapas disponibles que presentan tal información (ver Figura 3, lado derecho). Para ello se desarrolló una extensión del catálogo que incluyese esta funcionalidad.



Llegados a este punto cada perfil de usuario definido optará por diferentes formas de explotar la información; ya sea a través de simples visualizadores de mapas en web (usuario 0, cliente HTML), visualizadores más complejos que permitirán trabajar con información de la base de datos y local (por ejemplo archivos GPS) al mismo tiempo (usuario 1, cliente JAVA) y aquellos otros que necesitarían descargarse en local la información buscada para trabajar con ella aplicando técnicas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) (usuario 2, especialista en información geográfica).

Para los primeros (usuario 0) al técnico le bastará con hacer click sobre el vínculo suministrado accediendo así a visualizar el servicio de mapas web de forma automática. Como ya mencionamos esta forma sólo permitiría visualizaciones y consultas simples, aunque los servicios podrán ser muy completos ya que a diferentes escalas se podrán visualizar diferentes capas pudiendo ser éstas completamente personalizables e incorporando como mínimo los datos buscados, como se muestra en la Figura 5 (lado izquierdo).

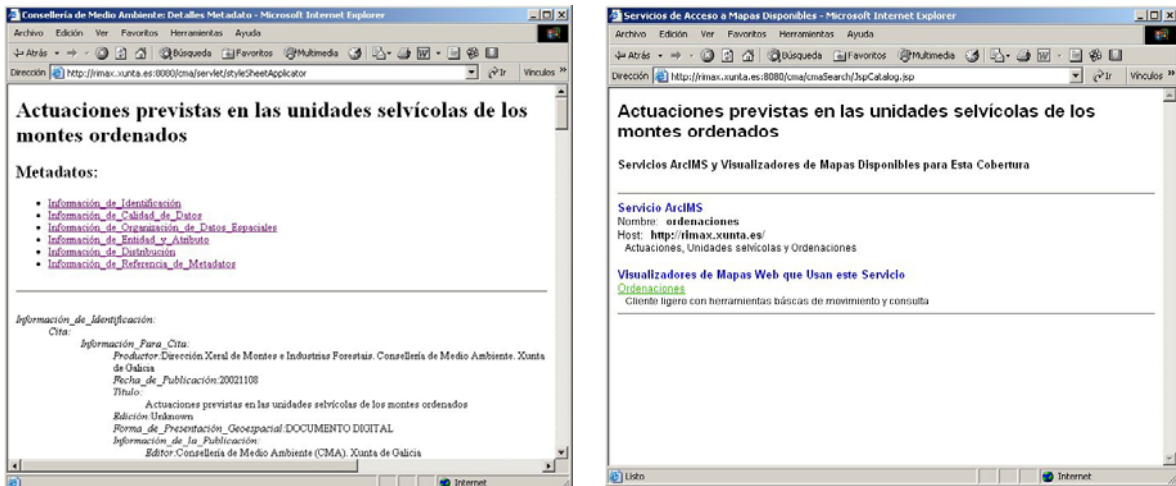


Figura 3: Metadatos completos y servicios de mapas disponibles para una cobertura

También el servicio ofrece la posibilidad de acceder a un programa más completo de visualización y consulta (ArcExplorer 4), (ver Figura 5 lado derecho). Este acceso (usuario 1) será más completo con un mayor número de funcionalidades; brevemente son de reseñar la posibilidad de acceder directamente a los servicios de mapas en Intranet, que muestran información de la base de datos, y al mismo tiempo visualizar información en local (por ejemplo levantamientos de una repoblación con GPS) o combinar a voluntad distintos servicios de mapas como se puede ver en la Figura 5 (lado izquierdo). En esta figura se muestra como el técnico puede visualizar un servicio básico de información que hemos dado en llamar “montes” y que posee pistas, curvas de nivel y ortofotos, combinándolo con un servicio temático de información que hemos llamado “ordenaciones” y donde aparecen los rodales y cantones de los Planes de Gestión Forestal pudiendo consultar para cada uno de ellos qué acción se ha propuesto, para qué año y con qué prioridad y costes.

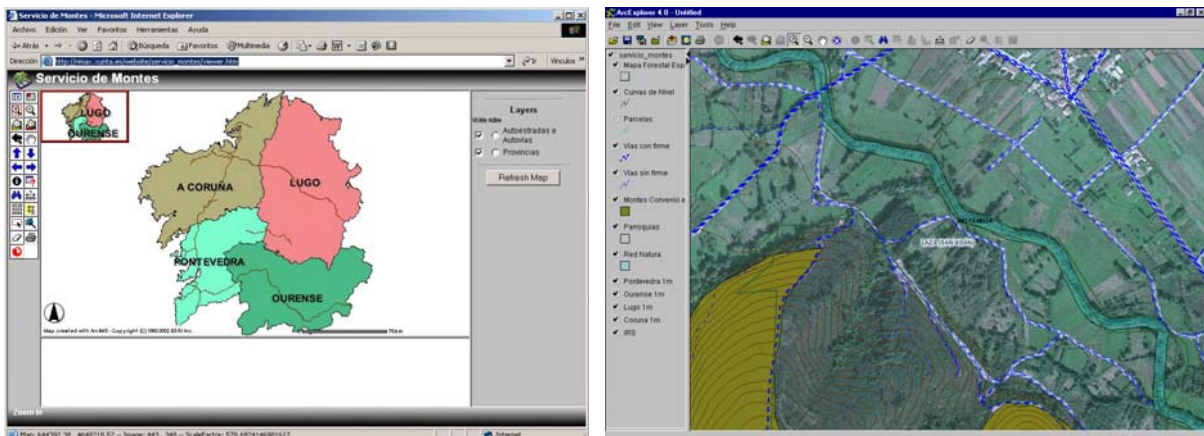


Figura 4: Visualizadores de mapas HTML y Java



Por último a un usuario más técnico (usuario 2) puede parecerle insuficiente la visualización y la consultas más o menos complejas ofrecidas hasta ahora. En este caso y a través del servicio web dispuesto para el usuario 0 (Figura 4 lado izquierdo botón rojo del panel izquierdo de la vista), podrá proceder a realizar la descarga de las coberturas que está viendo. Para ello se ha añadido un botón en el visualizador de mapas que proporciona acceso al formulario de descarga de Spatial Direct (lado derecho de Figura 5). De nuevo vemos como todos los servicios (búsqueda, visualización y acceso) están conectados (“encadenados”), dando al técnico una panorámica integrada de todos los elementos y posibilidades de la IDE.

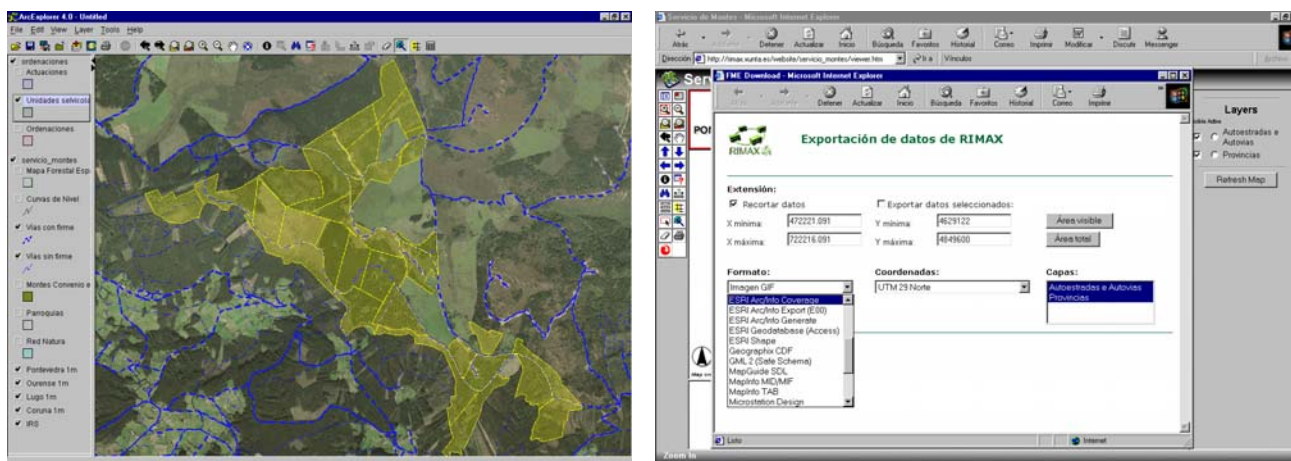


Figura 5: Visualizador de mapas web Java combinando servicios de mapas web y formulario de descargas de las coberturas

### 3 Conclusiones

La Infraestructura de Datos Espaciales (IDE) desarrollada en la Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia (CMA) y promovida desde la Dirección Xeral de Montes e Industrias Forestais (DXMIF) ha sido desarrollada e implementada para dar respuesta a la administración y explotación de la información forestal ante los problemas de descentralización, dispersión y duplicidad típicos de las administraciones públicas. Siendo al mismo tiempo conocedores de la normalización en materia de información medioambiental que desarrollará la Unión Europea (UE) a través del proyecto INSPIRE, se optó por buscar una completa interoperabilidad siguiendo las normas y estándares existentes propuestos por esta iniciativa europea. Todos los requisitos han sido completados, y actualmente el sistema esta siendo probado por un grupo de técnicos esperando que en un muy corto espacio de tiempo se pueda dar acceso al mismo al conjunto de técnicos forestales de la CMA.

Seguir la arquitectura y recomendaciones de INSPIRE ha resultado ser una estrategia muy adecuada, tanto desde el punto de vista técnico como estratégico (filosofía plug-n-play): por un lado la arquitectura de servicios web “encadenables” ha permitido una más fácil integración de todos los elementos en la infraestructura, preparando al mismo tiempo la integración del sistema en una infraestructura mayor. Por otro lado, el énfasis puesto en el catálogo de metadatos como corazón de la IDE ha mostrado ser útil para una mejor descripción semántica de los datos, estimulando así su uso, y para tener un componente principal alrededor del que se sitúan los demás.

Ésta es la primera IDE en Galicia que ha escogido las recomendaciones de INSPIRE como guía. De esta forma, esta IDE medioambiental, de carácter forestal ocupa actualmente una inmejorable posición para convertirse en pieza importante de una IDE al nivel de la Comunidad, especialmente cuando estas recomendaciones formen parte de la legislación en la UE.

Como herramienta de gestión forestal de uso interno (Intranet) para los técnicos, todos los servicios de acceso a los datos y coberturas, así como el catálogo de búsqueda, se han construido de forma que sigan las interfaces propuestas por el Open Gis Consortium (OGC).

La Consellería de Medio Ambiente ha dado el paso necesario para dirigirse hacia un espacio de interoperabilidad necesario, y obligado en el futuro, para la construcción de Infraestructuras de Datos Espaciales, situándose, dentro de este tipo de iniciativas, a la cabeza de Galicia y de España.

## 4 Agradecimientos

La tecnología básica de este trabajo ha sido parcialmente promovida por el Ministerio de Ciencia y Tecnología a través del proyecto TIC2000-1568-C03-01 perteneciente al Plan Nacional de Investigación Científica, y por el proyecto P089/2001 del Gobierno de Aragón.

El diseño de esta IDE y la aplicación concreta de esta tecnología básica han sido patrocinados por dos contratos de I+D con los autores de este artículo.

La implementación del sistema y las distintas fases de este proyecto han sido llevadas a cabo por los Servicios Informáticos de la Consellería de Medio Ambiente, donde Miguel, Santiago, Jaime y Martín han sido piezas clave en el desarrollo del proyecto.

El apoyo del Director de Montes e Industrias Forestais D. Tomás Fernández-Couto ha sido continuado mostrándolo a través de la confianza puesta en el grupo técnico.

## 5 Referencias

Brox, C., Bishr, Y., Senkler, K., Zens, K., Kuhn, W. (2002). "Toward a geospatial data infrastructure for Northrhine-Westphalia". *Computers, Environment and Urban Systems* 26 (2002), 19-37.

DCMI. Dublin Core Metadata Initiative homepage. [Online] <http://www.dublincore.org>

DXMIF. (2001). "O monte galego en cifras". Consellería de Medio Ambiente. Xunta de Galicia. [Online] <http://www.xunta.es/conselle/cma/CMA07g/p07g01.htm>

EU. (2002). Decisión No 1600/2002/EC del Parlamento Europeo y del Consejo 22 July 2002 estableciendo el Sexto Programa de Acción Medioambiental de la Comunidad. [Online] <http://europa.eu.int/comm/environment/newprg/index.htm>

FGDC. (1998). Metadata Ad Hoc Working Group. Document FGDC-STD-001-1998 "Content Standard for Digital Geospatial Metadata". Federal Geographic Data Committee (USA), 1998.

GSDI. Global Spatial Data Infrastructure homepage. [Online] <http://www.gsdi.org>

Harrison, J. (2002). "OGC Web Services. Geoprocessing and the New Web Computing Paradigm". *GeoInformatics*, October/November 2002, 18-21.

INSPIRE. The Infrastructure for Spatial Information in Europe (INSPIRE) initiative homepage. [Online] <http://www.ec-gis.org/inspire>

ISO. ISO homepage. [Online] <http://www.iso.org>

ISO. (2001). ISO/TC 211. "Draft International Standard ISO/DIS 19115, Geographic information — Metadata". [Online] <http://www.isotc211.org/>.

JRC, 2002. JRC-Institute for Environment and Sustainability, Ispra (publisher). "INSPIRE Architecture and Standards Position Paper". [Online] [http://inspire.jrc.it/reports/position\\_papers/inspire\\_ast\\_pp\\_v4\\_2\\_en.pdf](http://inspire.jrc.it/reports/position_papers/inspire_ast_pp_v4_2_en.pdf)

OGC. OpenGIS Consortium homepage. [Online] <http://www.opengis.org>

Zarazaga, F.J., López, R., Nogueras, J., Cantán, O., Álvarez, P., Muro-Medrano, P.R. (2000). "First Steps to Set Up Java Components for the OpenGIS Catalog Services and its Software Infrastructure". *Proceedings of the 3rd AGILE Conference on Geographic Information Science*. May, 2000.

Zarazaga, F.J., Gould, M., Muro-Medrano, P.R., Bernabé, M.A. (2002). "A Spatial Data Catalogue Based Initiative to Launch the Spanish SDI". *Proceedings of the 6<sup>th</sup> Conference on Global Data Infrastructures (GDSI-6)*, September 2002.