

WebEIEL: un SIG basado en Web para la E.I.E.L.*

Miguel R. Luaces, Nieves R. Brisaboa, José R. Paramá, and José R. Viqueira

Laboratorio de Bases de Datos
Facultade de Informatica, Universidade da Coruña
Campus de Elviña, s/n. 15071. A Coruña. Spain
+34 981 16 70 00 Ext. 1306
Fax: +34 981 16 71 60
{luaces, brisaboa, parama, joserios}@udc.es

Resumen Los sistemas de información geográfica se están volviendo más comunes en las empresas y organizaciones debido al aumento en las prestaciones de los equipos informáticos. De forma similar, la expansión y el alcance actual de Internet la convierten en uno de los lugares más populares para publicar y buscar casi cualquier tipo de información. Por ello, estas dos herramientas fueron las utilizadas para realizar la Encuesta sobre Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) de la Excma. Diputación de A Coruña, y para publicar posteriormente la información recopilada en Internet.

En este artículo describimos la aplicación *WebEIEL* que se utiliza en la Excma. Diputación de A Coruña para publicar los resultados de la cuarta fase de la EIEL, y que está disponible en Internet en la dirección (<http://www.dicoruna.es/webeiel/>). En primer lugar, describimos brevemente el proceso realizado para recopilar, manipular y organizar la información asociada a la EIEL. A continuación, mostramos la funcionalidad de la aplicación de explotación basada en web (*WebEIEL*) y describimos en detalle su arquitectura que está construida utilizando la herramienta de desarrollo de SIG *Geomedia Web Map* de *Intergraph*. Una vez descrita la aplicación, analizamos las ventajas e inconvenientes de utilizar herramientas comerciales de desarrollo de SIG en lugar de utilizar componentes *OpenSource* basados en estándares internacionales. Para finalizar, describimos brevemente las líneas de trabajo futuro que incluyen la migración de la aplicación a una arquitectura basada en estándares y componentes *Open Source*.

Palabras clave: Servidor de mapas en Web, arquitectura de software, estándares, software Open Source

1. Introducción

La información geográfica, en forma de mapas en papel, ha sido una de las fuerzas detrás del progreso de nuestra sociedad. Hasta unas pocas décadas atrás, la manipulación, el análisis y la representación de información geográfica estaban limitados a la utilización de mapas en papel, y estas tareas estaban limitadas a procesos manuales y no interactivos. El aumento en las prestaciones de los equipos informáticos y el aumento de la demanda de sistemas que permitan la manipulación y el análisis interactivos de información geográfica han creado la necesidad de *sistemas de información geográfica (SIG)* [1,2,3,4].

Igualmente, la expansión, la versatilidad y el alcance actual de Internet la convierten en uno de los lugares más apropiados y populares para publicar y buscar casi cualquier tipo de información. En particular, muchas empresas, administraciones públicas y organizaciones están utilizando Internet para publicar información geográfica [5,6].

Estas dos herramientas fueron las utilizadas para realizar la Encuesta sobre Infraestructura y Equipamientos Locales (EIEL) de la Excma. Diputación de A Coruña,

* Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el CICYT (refs. TIC2003-06593 y FIT-150500-2003-588), y la Xunta de Galicia (ref. PGIDIT02SIN10501PR).

y para publicar posteriormente la información recopilada en Internet. Para descubrir las necesidades financieras de cada municipio y para proponer programas de acción especial para equilibrar las condiciones de vida en los municipios, las Diputaciones Provinciales necesitan una herramienta para analizar y evaluar de forma objetiva el estado de la infraestructura y los equipamientos en cada municipio. Con este propósito, el gobierno exige a cada Diputación Provincial que lleve a cabo una encuesta de los mismos (la EIEL).

La Excm. Diputación de A Coruña decidió ampliar los objetivos de la EIEL del año 2000. En particular, se consideraron estos nuevos objetivos:

- *Ampliar la información a recoger.* Tanto en términos de tipos de elementos a encuestar, como en cantidad de información de cada elemento.
- *Referenciar los elementos encuestados a su localización o ubicación geográfica.*
- *Construir un SIG con la información recogida.* Este sistema sería utilizado tanto por el personal de la diputación mediante una aplicación de escritorio, como por los habitantes de la provincia mediante una aplicación web accesible públicamente.

Estos objetivos se alcanzaron a través de un convenio con la Universidade da Coruña. Un extenso grupo de estudiantes de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos y de la Escuela de Arquitectura, supervisados por un grupo de profesores de estas escuelas, recogieron la información mediante observación directa o entrevistando al personal técnico de los municipios. Nuestro grupo en el Laboratorio de Bases de Datos diseñó y desarrolló aplicaciones para facilitar este trabajo, y construyó un SIG para gestionar y explotar esta información [7,8].

En este artículo describimos la aplicación *WebEIEL* que se utiliza en la Excm. Diputación de A Coruña para publicar los resultados de la cuarta fase de la EIEL, y que está disponible en Internet en la dirección (<http://www.dicoruna.es/webeiel/>).

En primer lugar, describimos brevemente el proceso realizado para recopilar, manipular y organizar la información asociada a la EIEL en la Sección 2. A continuación, en la Sección 3, mostramos la funcionalidad de la aplicación de explotación basada en web (*WebEIEL*) y describimos en detalle su arquitectura que está construida utilizando la herramienta de desarrollo de SIG *Geomedia Web Map* de *Intergraph*. Una vez descrita la aplicación, analizamos las ventajas e inconvenientes de utilizar herramientas comerciales de desarrollo de SIG en lugar de utilizar componentes *OpenSource* basados en estándares internacionales (p.e.: SFS [9], WFS [10], WMS [11], SLD [12]) en la Sección 4. Para finalizar, describimos brevemente en la Sección 5 las líneas de trabajo futuro que incluyen la migración de la aplicación a una arquitectura basada en estándares y componentes *OpenSource*.

2. La construcción del SIG de la EIEL

Para construir el SIG de la EIEL fue necesario recoger una gran cantidad de información de tipos muy diferentes. Se encuestaron 94 municipios en la provincia, recogiendo información de alrededor de 4.000 ciudades y pueblos, más de 35.000 tramos de carretera, más de 40.000 tramos de calle, aproximadamente 34.000 tramos de abastecimiento y saneamiento de agua, más de 700 centros educativos, 1.200 centros deportivos, 1.000 parques y jardines, 800 centros culturales y 200 centros de salud. En total, se recogió la posición y/o extensión geográfica de más de 100 tipos diferentes de elementos, y la base de datos contiene más de 3 gigabytes de información.

Teniendo en cuenta la gran cantidad de información que tenía que ser recogida, era necesario diseñar un flujo de trabajo que permitiera a los supervisores controlar el proceso de recogida, introducción y validación de la información en la base de datos. Este flujo se ilustra en la figura 1 en la que las tres tareas principales se muestran con rectángulos de trazo grueso: la *construcción de la base de datos*, el *mantenimiento de la información*, y la *explotación de la información*.

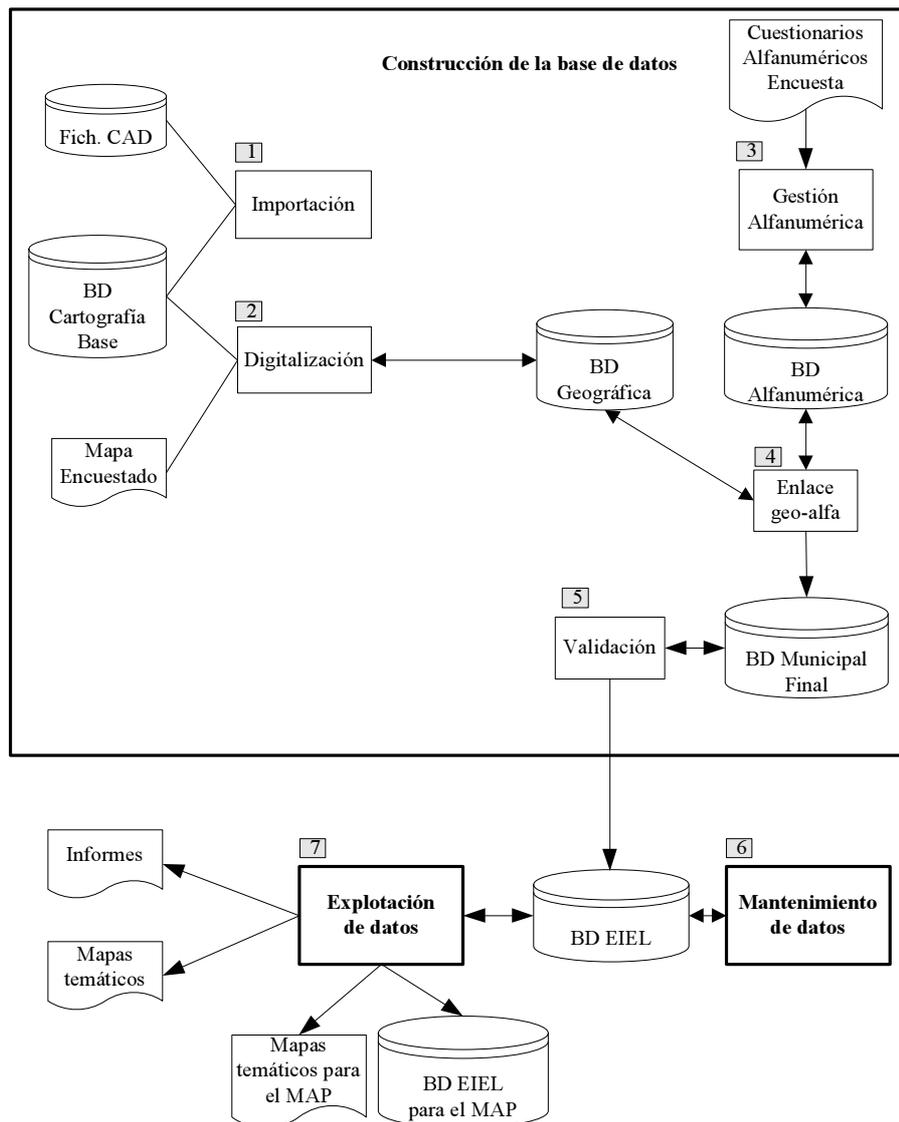


Figura 1. Development Process Workflow.

La tarea de construcción de la base de datos incluye el diseño e implementación de la base de datos, y la introducción de la información en la misma. El Laboratorio de Bases de Datos construyó aplicaciones para llevar a cabo esta tarea, en concreto: una aplicación para importar información de ficheros CAD (1), otra para digitalizar la información geográfica no presente en esos ficheros y para corregir los objetos geográficos erróneos (2), una aplicación para introducir la información alfanumérica encuestada (3), una aplicación para enlazar la información alfanumérica con la geográfica (4), y, finalmente, una aplicación para validar la corrección de la información antes de aceptarla definitivamente (5).

La tarea de mantenimiento de la base de datos consiste en la actualización de la información por parte del personal de la Diputación Provincial una vez que la encuesta se ha completado. Esta actualización puede ser causada por errores detectados en los elementos encuestados o por cambios en dichos elementos que requieran cambios en la base de datos para mantenerla actualizada. Esta tarea se lleva a cabo mediante la aplicación de escritorio *SIGEIEL* (6).

Finalmente, la tarea de explotación de la información incluye la realización de análisis de la información mediante la generación de cartografía temática e informes estadísticos. Esta tarea se realiza mediante dos aplicaciones: la aplicación de escritorio *SIGEIEL* que puede ser utilizada por el personal de la Diputación Provincial y la aplicación web *WebEIEL* que puede ser utilizada por cualquier persona con acceso a Internet (7).

El resultado de este proyecto es un sistema de información de geográfica que puede ser utilizado como una potente herramienta de análisis en la cual se pueden utilizar muchos mecanismos diferentes de evaluación de la información, y con el cual se pueden implementar muchos *indicadores* diferentes para evaluar las condiciones de vida en la provincia. Además, la existencia de este SIG permitirá que la realización de la siguiente EIEL sea una tarea más sencilla.

3. La web de la EIEL

En esta sección se describe en detalle la aplicación *WebEIEL*. En primer lugar enumeramos brevemente la funcionalidad de la aplicación en la Sección 3.1, y a continuación describimos en detalle la arquitectura de la aplicación en la Sección 3.2.

3.1. Funcionalidad de la aplicación *WebEIEL*

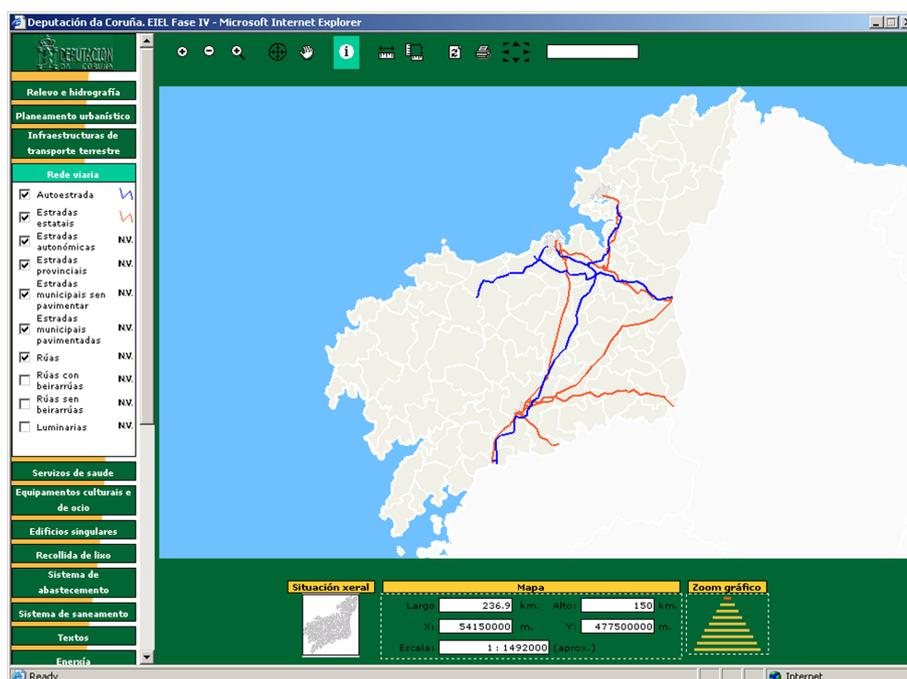


Figura 2. *WebEIEL*: Map Window.

La aplicación web para la explotación de la EIEL incorpora la siguiente funcionalidad:

- *Creación de mapas temáticos*. La aplicación permite visualizar toda la información de las infraestructuras y equipamientos de la provincia utilizando mapas temáticos interactivos. Al usuario se le muestra una ventana de mapa similar a la mostrada en la Figura 2, en la que se distinguen cuatro áreas diferenciadas:

- *Leyenda gráfica.* Se encuentra en la parte izquierda de la ventana, y permite al usuario seleccionar la información que va a ser visible en el mapa. La aplicación realiza automáticamente *generalización cartográfica* seleccionando el tipo de objeto geográfico y la resolución más apropiada para cada capa en función de la escala del mapa.
- *Barra de herramientas.* Ocupa la parte superior de la ventana, y permite al usuario interactuar con el mapa. En particular, el usuario puede cambiar la escala y el centro de la visualización, obtener información de un objeto geográfico pulsando sobre él en el mapa, realizar mediciones, e imprimir el mapa en un fichero PDF.
- *Información contextual.* Se muestra en la parte inferior de la ventana, y muestra un mapa de situación que indica la zona de la provincia que está siendo visualizada, las dimensiones y el centro del mapa, su escala, y una representación gráfica de la misma.
- *Área del mapa.* Ocupa la parte central de la ventana y muestra el mapa actual de forma interactiva, ya que muestra etiquetas que identifican los objetos geográficos sobre los que se pasa el puntero del ratón.

Las herramientas del mapa y la leyenda gráfica permiten al usuario construir una vista personalizada de la información, obtener información de los objetos mostrados, e imprimirla. La Figura 3 muestra un ejemplo de un mapa personalizado.

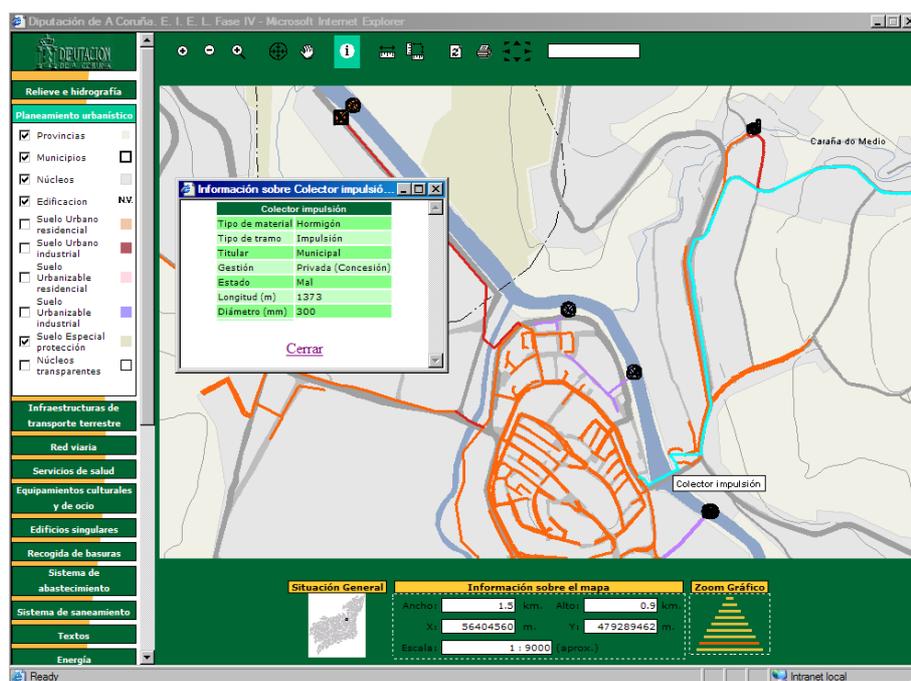


Figura 3. WebEIEL: Map Navigation.

- *Creación de mapas sintéticos.* Además de mapas interactivos personalizables, la aplicación permite construir mapas que muestran el estado de los servicios en los municipios de la provincia coloreando cada municipio de acuerdo con el valor de un indicador sintético definido por el Ministerio de Administraciones Públicas. El valor exacto del indicador puede obtenerse colocando el ratón sobre el municipio. Un ejemplo de este tipo de mapas puede verse en la Figura 4.
- *Creación de informes.* Además de generar mapas, la aplicación también genera informes con la información almacenada en el sistema.

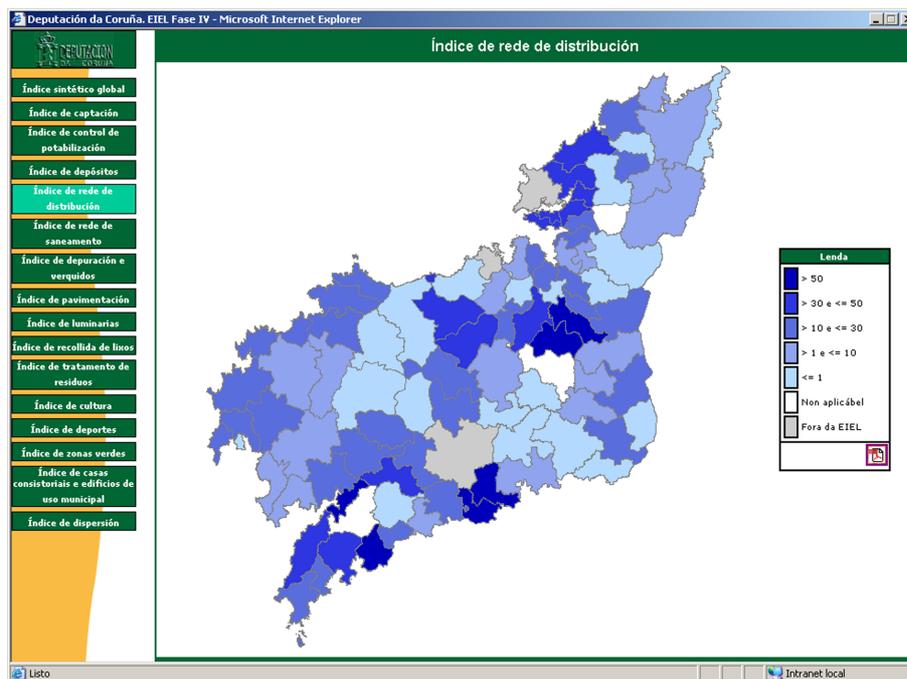


Figura 4. WebEIEL: Synthetic Map Window.

3.2. Arquitectura del sistema

La Figura 5 muestra la arquitectura de la aplicación *WebEIEL*. Los componentes que tuvieron que ser desarrollados se muestran con un fondo gris, mientras que los componentes comerciales se muestran con fondo blanco. Las líneas discontinuas muestran la separación en capas de la arquitectura. Por ser una aplicación web, la funcionalidad de la aplicación está estructurada utilizando una arquitectura cliente-servidor.

En el servidor, la información se gestiona utilizando un sistema gestor de bases de datos relacional (Microsoft SQL Server 7.0). La información geográfica se gestiona utilizando Intergraph Geomedia Web Map que utiliza atributos de tipo BLOB para almacenar los valores geográficos en las relaciones. El *módulo de actividad* y el *módulo de estilos y generalización* tuvieron que ser desarrollados específicamente para esta aplicación ya que los proporcionados por Intergraph no satisfacían los requerimientos de la aplicación. Finalmente, se utiliza Microsoft Internet Information Server para servir la aplicación web a los clientes por ser un requisito de Intergraph Geomedia Web Map.

La parte cliente de la aplicación *WebEIEL* se implementó utilizando HTML dinámico. La imagen del mapa se muestra utilizando un *plug-in* en Java proporcionado por Intergraph que implementa gran cantidad de funcionalidad en el lado cliente, como por ejemplo el cálculo de distancias y superficies. Por lo tanto, la aplicación *WebEIEL* utiliza un cliente pesado, lo que permite:

- *Implementar funcionalidad en el lado cliente.*
- *Utilizar un formato vectorial para el mapa.* Dado que ningún navegador de Internet soporta directamente la representación de formatos vectoriales, es necesario un *cliente pesado* para representar formatos de este tipo.

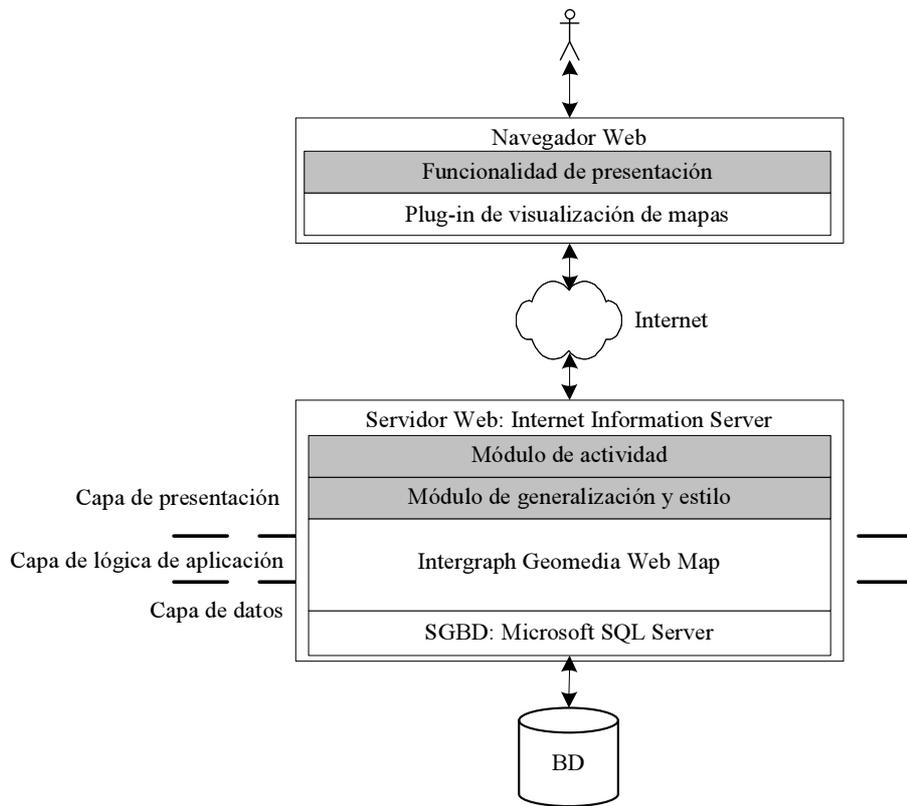


Figura 5. System Architecture for the EIEL GIS.

4. Comparativa con una alternativa basada en estándares

La utilización de Intergraph Geomedia Web Map para la implementación de la aplicación *WebEIEL* en lugar de utilizar componentes *Open Source* y estándares internacionales fue debido a las siguientes razones:

- *Restricciones en tiempo y coste.* En la implementación de la aplicación existían restricciones de tiempo y coste que forzaron a utilizar, en la medida de lo posible, componentes existentes en lugar de desarrollos personalizados.
- *Falta de madurez de los componentes y los estándares.* Cuando comenzó el análisis y diseño de la aplicación, ni los estándares internacionales estaban maduros, ni los componentes que los implementaban poseían la funcionalidad suficiente.

La diferencia principal entre la arquitectura de la aplicación y la arquitectura de un sistema basado en estándares es que en este último los componentes son independientes y sólo interactúan en las interfaces, mientras que en la aplicación *WebEIEL* la funcionalidad de las capas del sistema está implementada utilizando un único módulo monolítico (Intergraph Geomedia Web Map).

La otra gran diferencia entre ambas tipos de arquitectura es que en la funcionalidad no implementada en el módulo monolítico de Intergraph tiene que ser implementada por el desarrollador en una capa sobre dicho módulo, tal y como se muestra en la Figura 5.

Estas diferencias provocan que la aplicación *WebEIEL* tenga los siguientes problemas:

- *Flexibilidad.* La arquitectura de la aplicación no puede acomodarse fácilmente a cambios en los requerimientos por implementar la funcionalidad en un único módulo

monolítico con interfaces propietarios que son altamente dependientes entre ellos. Por lo tanto, no es posible cambiar únicamente partes del sistema o utilizar módulos de terceros.

- *Reusabilidad.* Dado que no se usan estándares para acceder a la funcionalidad, los módulos desarrollados específicamente para la aplicación no pueden ser utilizados con otra herramienta de desarrollo de SIG. Esto se debe a que estos módulos tienen que utilizar interfaces propietarios que no están presentes en otras herramientas. El resultado es que los módulos desarrollados están atados a la herramienta de desarrollo de SIG utilizada. De forma similar, el formato de almacenamiento de la información también es propietario. La consecuencia final es que la aplicación es altamente dependiente de la tecnología utilizada para implementarla.
- *Problemas de eficiencia.* Dado que la funcionalidad de la herramienta de desarrollo de SIG está implementada como un único módulo monolítico, los módulos adicionales no pueden conectarse en el lugar más apropiado. En cambio, en una arquitectura utilizando componentes *Open Source*, la funcionalidad no implementada puede ser añadida por el desarrollador en aquel lugar en el que sea necesaria de la forma más eficiente.

Estos problemas son comunes a muchas herramientas de desarrollo de SIG. Tradicionalmente, el mayor interés de los proveedores de herramientas de desarrollo de SIG ha sido ofrecer funcionalidad lo más rápidamente posible, y capturar clientes de forma que no puedan cambiar a la tecnología de los competidores. Construir sistemas interoperables no ha sido una preocupación hasta hace unos años. Hoy en día, los proveedores se están dando cuenta de que los usuarios y los desarrolladores prefieren herramientas abiertas y modulares en lugar de herramientas cerradas y monolíticas.

5. Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo hemos descrito la aplicación *WebEIEL* que se utiliza en la Excm. Diputación de A Coruña para publicar los resultados de la cuarta fase de la EIEL, y que está disponible en Internet en la dirección (<http://www.dicoruna.es/webeiel/>). Además, hemos analizado las ventajas e inconvenientes de utilizar herramientas comerciales de desarrollo de SIG en lugar de utilizar componentes *OpenSource* basados en estándares internacionales en la Sección 4.

A modo de sumario, el utilizar una herramienta de desarrollo de SIG que implementa su funcionalidad de forma monolítica en lugar de componentes basados en estándares provoca que la aplicación esté demasiado fuertemente integrada con la tecnología y que no pueda ser portada a otras plataformas. Es extremadamente difícil utilizar funcionalidad de otras herramientas, o reutilizar la funcionalidad implementada para esta aplicación con otras herramientas de desarrollo de SIG.

Como trabajo futuro, estamos trabajando en la implementación de las aplicaciones *SIGEIEL* y *WebEIEL* utilizando componentes *Open Source* y estándares internacionales. Para esta implementación utilizaremos la arquitectura propuesta en [13,14].

Referencias

1. Laurini, R., Thompson, D.: Fundamentals of spatial information systems. The APIC Series, Number 37 - Academic Press (1992) ISBN: 0-12-438380-7.
2. Worboys, M.F.: GIS: A Computing Perspective. Taylor & Francis (1995) ISBN: 0-7484-0065-6.
3. Longley, P., Goodchild, M., Maguire, D., Rhind, D.: Geographic Information Systems and Science. John Wiley & Sons (2001) ISBN: 0-471-49521-2.
4. Brisaboa, N.R., Coteló Lema, J.A., Luaces, M.R., Viqueira, J.R.: State of the art and requirements in gis. In: Proc. of the 3rd Mexican International Conference on Computer Science (ENC), Aguascalientes, Mexico (2001)

5. Amil, C., Brisaboa, N.R., Fariña Martínez, A., Luaces, M.R., Penabad, M.R., Places, A.S., Viqueira, J.R.: Una interfaz web para un sistema geográfico de información turística. In: Actas de la II Jornada de Sistemas de Información Geográfica (JSIG), El Escorial, Spain (2002)
6. Amil, C., Brisaboa, N.R., Fariña Martínez, A., Luaces, M.R., Penabad, M.R., Places, A.S., Viqueira, J.R.: Using geographical information systems to browse touristic information. *Information Technology & Tourism* **6** (2003)
7. Brisaboa, N.R., Cotelo Lema, J.A., Fariña Martínez, A., Luaces, M.R., Viqueira, J.R.: E.i.e.l.: Una experiencia de un desarrollo sig. In: Actas de la I Jornada de Sistemas de Información Geográfica (JSIG), Almagro, Spain (2001)
8. Brisaboa, N.R., Cotelo Lema, J.A., Fariña Martínez, A., Luaces, M.R., Viqueira, J.R.: The e.i.e.l. project: An experience of gis development. In: Proc. of the 9th EC-GI & GIS Workshop (ECGIS), A Coruña, Spain (2003)
9. Open GIS Consortium, I.: OpenGIS Simple Features Specification For SQL. Revision 1.1. OpenGIS Project Document 99-049, Open GIS Consortium, Inc. (1999)
10. Open GIS Consortium, I.: OpenGIS Web Feature Service Implementation Specification. OpenGIS Project Document 02-058, Open GIS Consortium, Inc. (2002)
11. Open GIS Consortium, I.: OpenGIS Web Map Service Implementation Specification. OpenGIS Project Document 01-068r3, Open GIS Consortium, Inc. (2002)
12. Open GIS Consortium, I.: OpenGIS Styled Layer Descriptor Implementation Specification. OpenGIS Project Document 02-070, Open GIS Consortium, Inc. (2002)
13. Luaces, M.R.: A Generic Architecture for Geographic Information Systems. PhD thesis, Universidade da Coruña, Spain (2003)
14. Luaces, M.R., Brisaboa, N.R., Paramá, J.R., Viqueira, J.R.: A generic framework for geographic information systems, To be published at the 4th International Workshop on Web and Wireless Geographical Information Systems (W²GIS) Koyang, Korea (2004)