



## **Aplicación Web de ayuda a la revisión cartográfica (CRAWA)**

**Miguel A. Manso Callejo<sup>(1)</sup> y Miguel A. Bernabé Poveda<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Universidad Politécnica de Madrid, [m.manso@upm.es](mailto:m.manso@upm.es)

<sup>(2)</sup> Universidad Politécnica de Madrid, [ma.bernabe@upm.es](mailto:ma.bernabe@upm.es)

### **RESUMEN**

*Los procesos tradicionales de revisión cartográfica de pequeña escala se fundamentan en el rastreo visual de la cartografía, su contraste con otras fuentes, ya sean cartográficas o alfanuméricas, para finalmente, anotar de forma manual las erratas y las correspondientes propuestas de reparo. Estos procesos suelen seguir una metodología que define las temáticas, los criterios, las categorías de los reparos y las soluciones a aplicar. El proceso se concibe como un sistema desacoplado en el que un conjunto de operadores cartográficos identifican los errores y otros los corrigen. La llegada de las nuevas tecnologías permite que estos procesos desacoplados puedan ser optimizados en tiempo, al poder simultanear los trabajos de revisión y solapar los de corrección, y ganar en eficiencia, al no tener que anotar manuscritamente los datos y posteriormente localizar el error visualmente.*

*El artículo describe la implementación en un entorno Web de una aplicación que ayuda a los revisores cartográficos a manejar distintas fuentes de datos (mapas de mayor detalle, ortofotografías, datos tabulares), a realizar la anotación del problema según una clasificación y criterio, junto a la propuesta de solución, a la vez que facilita la gestión y monitorización de todo el proceso al coordinador de los trabajos.*

Palabras clave: Revisión cartográfica, Asistente, Aplicación Web, monitorización de trabajo, optimización de procesos.

### **1. INTRODUCCION.**

Los procesos tradicionales de revisión cartográfica de pequeña escala, por ejemplo 1:200.000, 1:500.000, etc..., se realizan de forma manual sobre copias impresas de la cartografía, mediante técnicas de rastreo visual sistemático por parte de los operadores, que comparan dicha cartografía con otras fuentes de datos actualizadas ya sean cartográficas o tabulares y que anotan cuándo localizan una incidencia, el lugar en el que se produce y la causa. Este proceso responde a una metodología que define los procesos de revisión, estructura y organización de los trabajos, establece y unifica criterios y que ha demostrado ser perfectamente válida durante mucho tiempo.

La aplicación que se ha desarrollado, tras el correspondiente análisis y diseño informático, pretende: 1) dar soporte de las tecnologías de la información y las comunicaciones a la metodología descrita anteriormente, 2) optimizar los procesos de organización de los trabajos de revisión, 3) facilitar el acceso de los operadores a las fuentes de datos de contraste, ya sean mapas o tablas de datos, 4) gestionar y asignar tareas a los operadores que realizan la revisión, 5) anotar los reparos mediante metáforas gráficas de dibujo, junto al tipo y la solución propuesta, de forma centralizada, en una base de datos y 6) monitorizar la evolución de los trabajos (evolución, grado de avance, tiempo invertido, etc.), de modo que las tareas de supervisión de dichos trabajos disponga de herramientas eficaces de ayuda.

Además de los requisitos funcionales descritos en el párrafo anterior, se han definido otro conjunto de requisitos ligados a la arquitectura de la aplicación, entre los que caben destacar: 1) aplicación Web que permita a los operadores realizar el trabajo en un gabinete o en su propio domicilio, 2) que dicha aplicación funcione en los principales navegadores de páginas Web, 3) que la gestión del coordinador esté integrada en dicha aplicación Web, 4) que el operador pueda estar visualizando simultáneamente la cartografía a revisar y otras fuentes cartográficas y alfanuméricas georreferenciadas, 4) que el acceso a dichos datos se realice siguiendo estándares tales como el Web Map Service (WMS) o el Web Feature Service (WFS), 5) que la aplicación Web se desarrolle en lenguaje Java, 6) que la base de datos que se utilice como soporte para la lógica de la aplicación y datos tabulares sea de tipo Software Libre (PostgreSQL + PostGIS), 7) que los operadores dispongan de herramientas que le faciliten su trabajo: iniciar el trabajo en el punto que lo dejó en la última sesión, avanzar de forma progresiva en la revisión, etc., y 8) que la aplicación responda con la presteza y eficiencia que requieren estos trabajos.

El resto del documento se estructura de la siguiente forma: En el apartado 2, se presenta la arquitectura de la aplicación Web propuesta y desarrollada, también conocido como “modelo conceptual de sistema”, en el apartado 3 se presenta de forma resumida la metodología de desarrollo de aplicaciones informáticas y se muestran algunas figuras ilustrativas del mismo. En el apartado 4 se muestra mediante capturas de pantalla, la aplicación desarrollada y se identifican las herramientas incluidas en dicha aplicación. En el apartado 5 se presentan las conclusiones del trabajo, para finalizar con los agradecimientos y las referencias bibliográficas.

## 2. ARQUITECTURA DE LA APLICACIÓN.

Uno de los objetivos marcados para la aplicación, que no ha sido citado hasta el momento, es evitar la utilización del papel; ya sean las copias de los mapas a revisar, como los listados de datos tabulares de contraste, las hojas de anotaciones y las hojas de minutas profesionales. Como se ha citado en los requisitos no funcionales de la aplicación, se desea que la aplicación sea accesible en Internet, que sirva tanto a los operadores como al coordinador del trabajo y que utilice estándares de acceso a datos geográficos. La siguiente figura muestra de forma sintética la arquitectura de la aplicación diseñada e implementada.

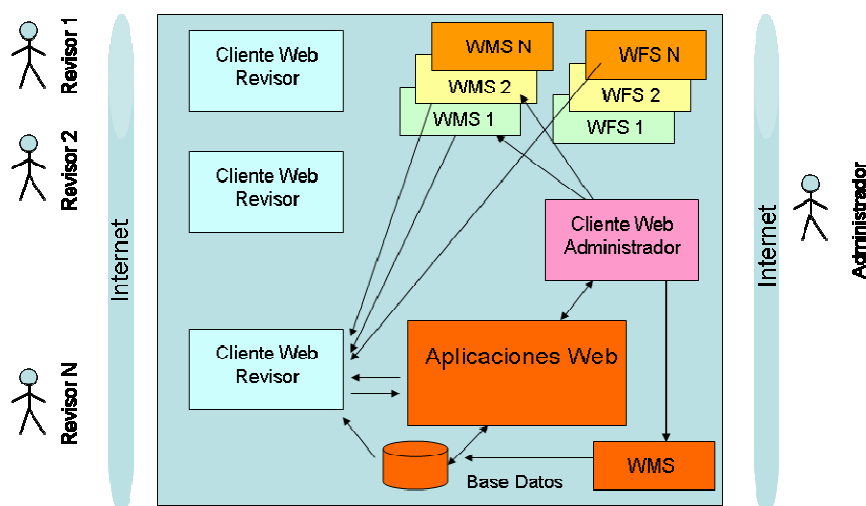


Figura 1: Arquitectura del sistema CRAWA.

Como puede observarse en la misma, un conjunto de operadores revisores pueden acceder simultáneamente a través de Internet al sistema, mediante un cliente de páginas Web como puede ser Internet Explorer o Mozilla FireFox. Esta aplicación Web solicitará acreditación mediante un nombre de usuario y una palabra secreta y finalmente, tras identificar al usuario en el sistema, mostrará una lista de “Temas” que el operador puede revisar. Éste, en el ejercicio de sus labores, accederá a las herramientas que la aplicación le ofrece, al mapa que ha de revisar con distintos niveles de proximidad, a otros mapas que el coordinador ha preparado y puesto a su disposición, para contrastar datos alfanuméricos jerarquizados de relevancia para la región geográfica que está inspeccionando y un mapa de localización general sobre la cartografía. Todas las herramientas citadas requieren el acceso de la aplicación Web a la base de datos, a los servicios WMS que proporcionan acceso visual a los mapas, a los servicios WFS que proporcionan los datos alfanuméricos y a las propias herramientas de la aplicación.

Desde el lado del Administrador o coordinador de los trabajos, el acceso a la aplicación también se realiza mediante la misma aplicación Web, accesible en un navegador Web. Tras acreditarse el coordinador mediante el nombre de usuario y su palabra secreta, la aplicación le brindará un menú con las herramientas que necesita para coordinar los trabajos de los operadores revisores. Además el coordinador podrá monitorizar gráficamente, en forma de mapa, el avance de los trabajos de revisión cartográfica cuando lo precise, y así, poder tomar decisiones sobre la planificación de los trabajos, etc..



### 3. DISEÑO DE LA APLICACIÓN WEB.

El diseño de la aplicación parte del análisis y la definición de requisitos. Una vez mostrado el modelo conceptual de la aplicación, el siguiente paso es describir cómo se han estructurado los requisitos de la misma.

Se han identificado, como ya se ha mencionado anteriormente, dos tipos de usuarios: operadores y coordinador. Para cada uno de estos dos usuarios se ha definido una lista de requisitos funcionales.

Así, para el coordinador, se han definido 9 requisitos que son:

- i. Dicho usuario deberá ser capaz de validar sus credenciales, es decir, cada coordinador deberá tener un valor único de entrada (usuario) y una contraseña asignada.
- ii. Una vez validado el coordinador, deberá disponer de un espacio siempre visible con todas las tareas que puede gestionar, de modo que en todo momento pueda cambiar de una tarea a otra. Dichas tareas se explican en los puntos siguientes.
- iii. Deberá poder monitorizar el avance de los operadores, en relación con los temas que él mismo ha asignado a los demás usuarios (operadores). Dicha tarea ha de permitir al coordinador conocer la extensión geográfica analizada, por parte de los operadores de cada uno de los temas, con un simple golpe de vista. Tal extensión se representará en rectángulos, uno por cada región analizada.
- iv. El coordinador podrá monitorizar también los puntos en los cuales se ha encontrado reparo cartográfico, representándose éste mediante un punto.
- v. Tanto la monitorización del avance, como la de los errores detectados, deberá poderse ver y hacer simultáneamente.
- vi. Deberá ser capaz de gestionar toda la información necesaria de los operadores, de los temas a tratar y las capas de información asociadas, de los tipos de problemas que se pueden presentar, así como sus soluciones, y de los problemas que el operador ha detectado. La gestión debe incluir imprescindiblemente las labores de alta, baja y modificación de dichos datos en la base de datos. Todo ello se hace de una manera automática, sin que el coordinador entre en contacto físico con la base de datos. Opcionalmente, y según las necesidades del coordinador, se podrá listar a modo de información complementaria el estado, en la base de datos, de cada uno de los elementos a gestionar.
- vii. No obstante, dicha gestión no sería del todo completa si el coordinador no pudiese gestionar las relaciones entre las tablas, que almacenan toda la información gestionada por la aplicación. Para poder realizar estas gestiones debe poder listar las relaciones, poder crearlas, modificarlas y borrarlas. Las principales relaciones son: tipo de problema con su solución, operador con temas y temas con capas de información.
- viii. Finalmente, como tarea especial, el coordinador, cuando lo crea oportuno, tendrá la posibilidad de realizar un histórico, que será un volcado de la información referente a los problemas detectados hasta el momento en una tabla de respaldo.

Para los operadores se han identificado 13 requisitos funcionales que son:

- i. Al igual que el coordinador, el operador ha de poder validar sus credenciales como primera medida.
- ii. Una vez validado, el operador deberá seleccionar uno de los temas asignados previamente por el coordinador. Al elegir el tema, el sistema permitirá al operador trabajar en el *espacio de trabajo*.
- iii. En el *espacio de trabajo*, el operador deberá disponer de tres ventanas distintas (una principal, otra de apoyo a la principal y otra de referencia). En la ventana principal estarán todas las facilidades necesarias para moverse a través de un mapa, así como las herramientas necesarias para poder dibujar un punto que represente un reparo, y su posterior borrado. La ventana de apoyo será una réplica de la primera en tamaño, pero sin ningún tipo de funcionalidad, salvo servir como apoyo a la principal. Esto es que, cualquier movimiento realizado en la ventana principal, se verá reflejado en la de apoyo. La ventana de referencia tendrá información que indicará gráficamente en qué zona del mapa global se está trabajando, sirviendo de referencia visual.
- iv. El movimiento del operador será de dos tipos: Un primer tipo con movimientos libres, en los que el operador podrá desplazarse a través del mapa, en cualquier dirección, sin ninguna pauta, usando las herramientas de acercamiento y alejamiento, volviendo a la vista global, etc.. Y un segundo tipo, en el que el operador podrá hacer movimientos como si estuviera moviéndose por una retícula de paso definido, es decir, sólo movimientos oeste-este, norte-sur; un movimiento similar al retorno de carro y finalmente otro que permita empezar en la primera posición de la retícula.
- v. Se ha de desarrollar la funcionalidad de un botón que permita al operador guardar la posición en la que se queda la revisión antes de cerrar la aplicación, esto es, se deberá almacenar las coordenadas de los extremos visuales actuales, de modo que posteriormente puedan ser recuperarlas con otro botón.

- vi. También se visualizarán las coordenadas geográficas según el movimiento del ratón, para que el operador tenga una referencia de cada punto del mapa.
- vii. Se implementarán dos botones, con las siguientes funcionalidades: a) mostrar las coordenadas extremas, con la funcionalidad de servir como referencia de la zona que está revisando y b) permitir introducir las coordenadas extremas de una zona concreta, y posicionarse dentro de esa zona.
- viii. En el *espacio de trabajo* deberá existir un apartado en el que se muestre el nombre del operador que está trabajando, así como el tema que está revisando.
- ix. Junto a la ventana principal y de apoyo, se exhibirán todas las capas disponibles que están asignadas al tema a revisar, y se implementará la lógica que permita seleccionar una o más capas, de modo que éstas se superpongan visualmente en las ventanas.
- x. Se dispondrá de una opción que permita decidir al operador si desea que sus movimientos se guarden en la base de datos o no, según realice tareas de producción o no.
- xi. El *espacio de trabajo* también deberá presentar una ventana, con información relevante sobre cada tema. Dicha información estará almacenada en una tabla de la base de datos.
- xii. Además, se deberá disponer de una opción que le muestre al operador todos los tipos de errores cartográficos que se pueden dar cuando se revisa un tema. El operador seleccionará el tipo de error que se ajuste al reparo que ha encontrado. Una vez hecha la elección, se deberá mostrar la solución prevista para este reparo.
- xiii. Acto seguido, si el usuario desea anotar dicho reparo en la base de datos, debe de disponer de un botón que le permita guardarlo. Si desea descartar dicho reparo y no anotarlo en la base de datos, el operador borrará manualmente la representación gráfica del punto.

Una vez definidos los requisitos funcionales y los no funcionales de la aplicación, se ha procedido a definir el modelo de datos que dé soporte a la aplicación, al modelado de las funciones y al de comportamientos. Estos modelos dan lugar a los diagramas de Entidad-Relación, diagramas de flujos de datos y los diagramas de transiciones respectivamente. Las siguientes figuras ilustran el trabajo realizado.

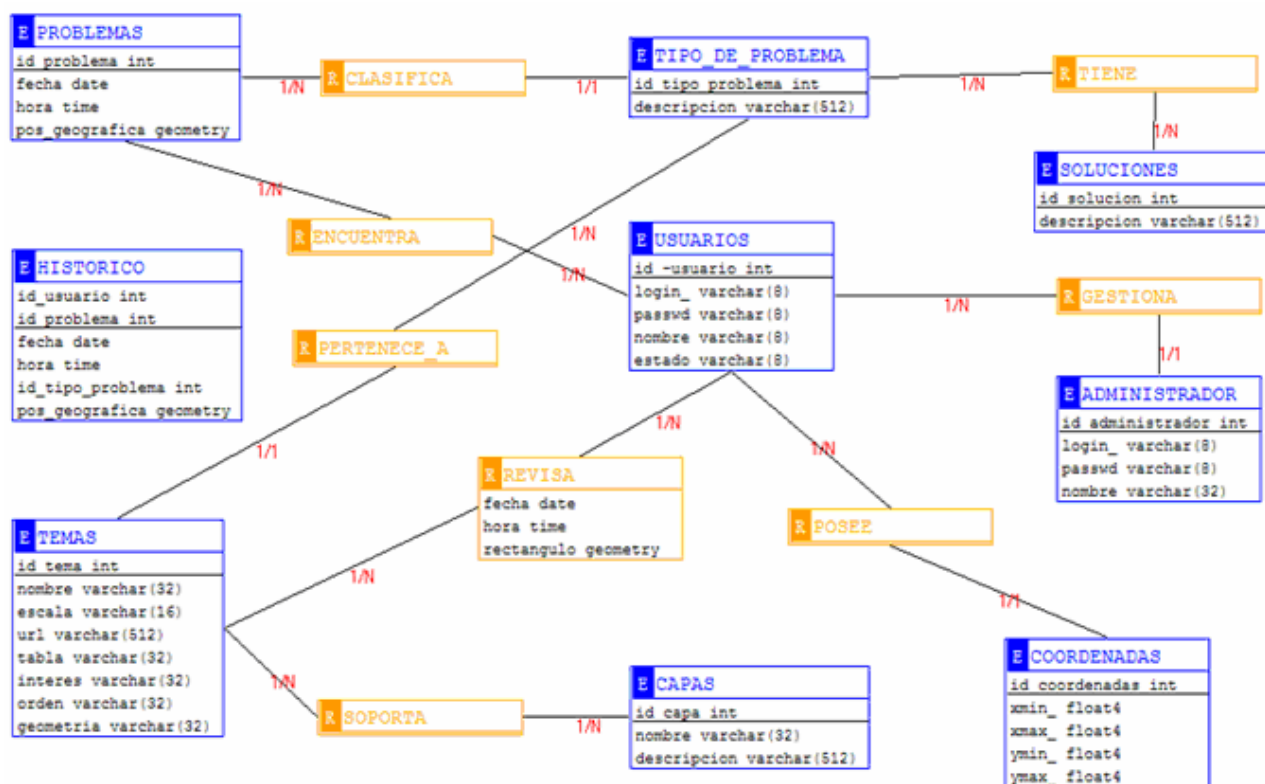


Figura 2: Modelo de datos (E-R) del sistema.

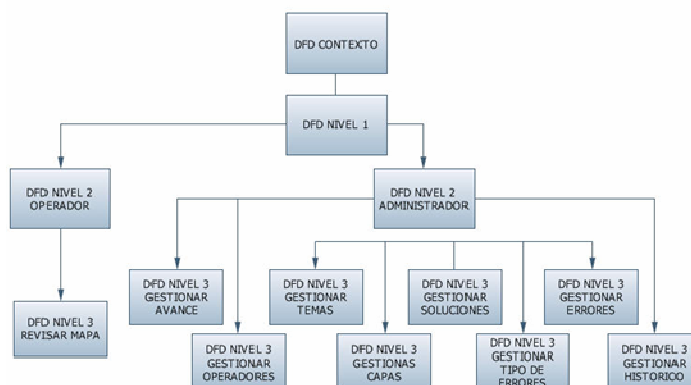


Figura 3: Diagrama de flujos del sistema.

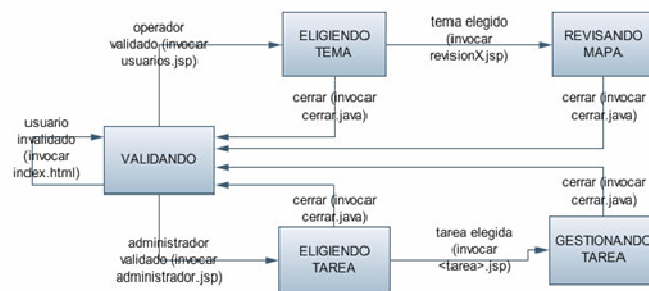


Figura 4: Diagrama de transiciones del sistema.

#### 4. DESCRIPCIÓN DE LA APLICACIÓN.

Tras haber expuesto la arquitectura y el diseño de la aplicación, en este apartado se presenta la misma desarrollada, y las interfaces que dicha aplicación ofrecen tanto al coordinador como a los operadores revisores.

La página Web de acceso a la aplicación presenta el aspecto que se muestra en la figura 5.

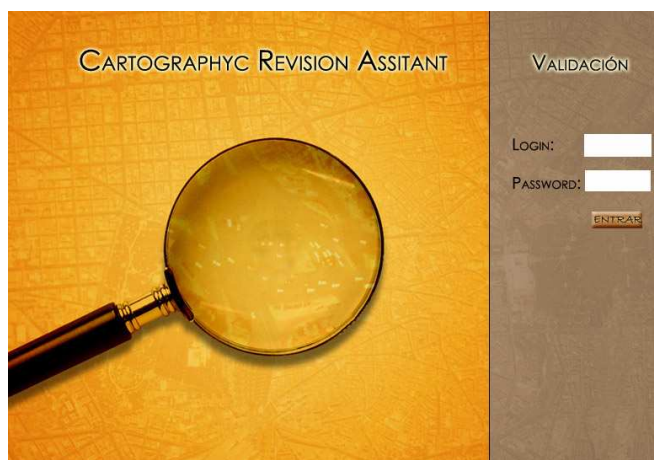


Figura 5: Página de entrada en la aplicación.



Si el usuario que ha accedido al sistema es un operador, se le muestran los temas que puede revisar en forma de lista que puede desplegar. La figura 6 muestra dicho acceso.

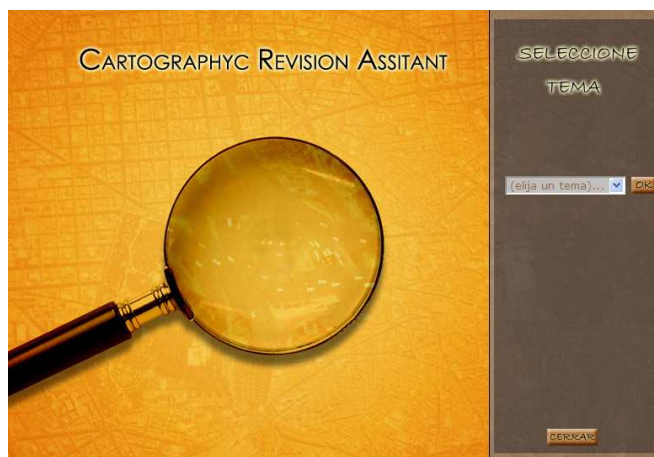


Figura 6: Página de selección de Tema para el usuario revisor.

Una vez que el revisor ha seleccionado el tema, se le muestra el espacio de trabajo mencionado anteriormente. La figura 7 muestra el aspecto de dicho espacio de trabajo.

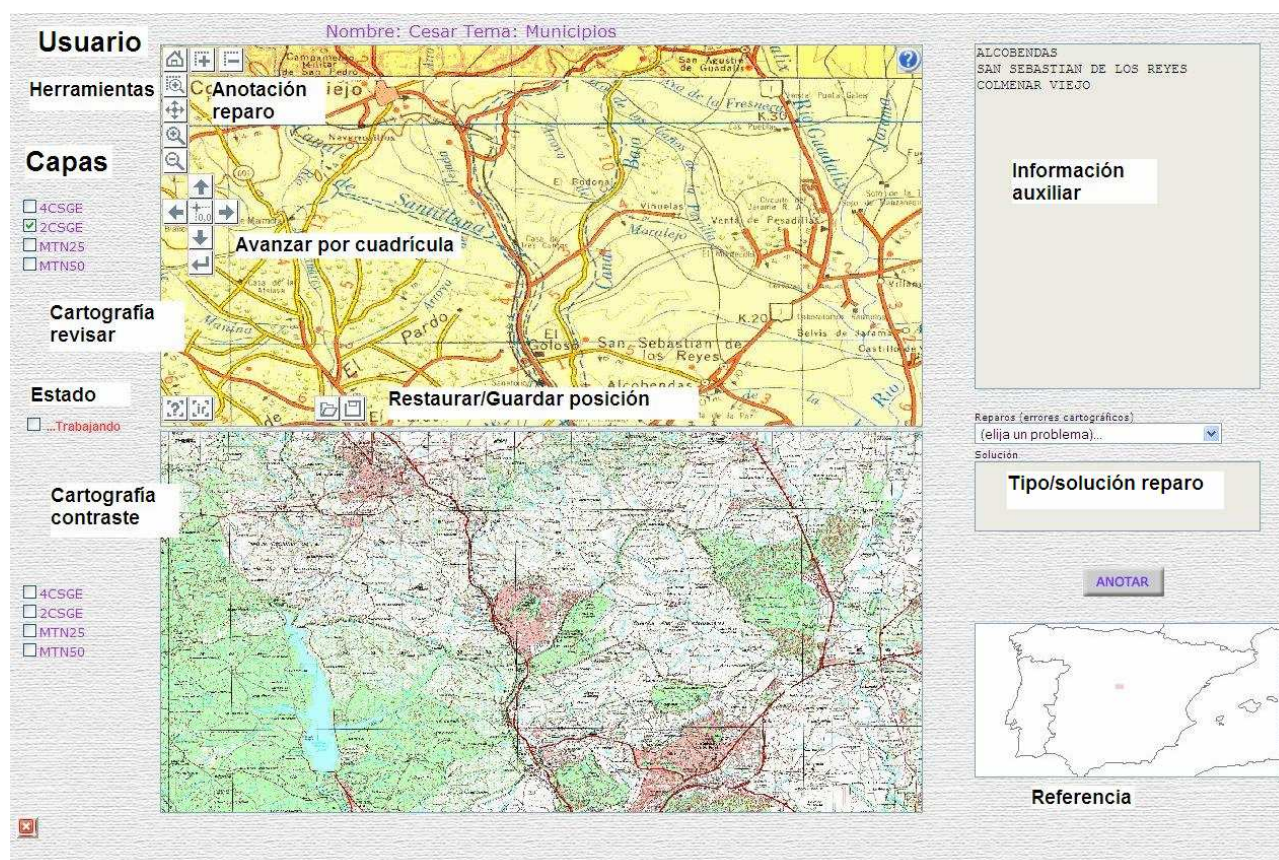


Figura 7: Espacio de trabajo del operador revisor.

En la figura 7 se pueden observar las distintas ventanas que en el diseño de la aplicación se definían: Ventana principal, ventana secundaria y ventana de referencia. Las dos primeras ocupan la parte central de la aplicación y muestran la fuente de datos a revisar y las que se utilizan para contrastar respectivamente. Se puede observar que la ventana de referencia resalta el contexto

geográfico de estudio en cada instante de tiempo. En las dos primeras ventanas se puede seleccionar, mediante los botones que aparecen al margen izquierdo, las fuentes de datos cartográficos a mostrar (capas de información).

El botón que aparece centrado en el margen izquierdo, permite indicar al operador si está trabajando o no, de modo que se registren los movimientos o no respectivamente.

La ventana principal está dotada de un conjunto de botones que representan, mediante metáforas, las acciones que permiten realizar: regresar a la situación de partida, hacer un encuadre en un rectángulo, moverse libremente con el ratón, realizar una ampliación o reducción de escala con un factor programado, ..

Otras herramientas permiten moverse por una cuadrícula virtual, y así asegurar que se explora toda la cartografía con los movimientos en las cuatro direcciones (Norte, Sur, Este, Oeste) y el salto de línea.

Las herramientas que se muestran en la parte superior permiten añadir o quitar un punto para marcar una incidencia.

Otro grupo de herramientas que aparecen en la parte inferior izquierda sirven para preguntar por las coordenadas extremas e ir a unas coordenadas indicando los valores máximos y mínimos.

Las últimas herramientas integradas en el control de visualización permiten abrir un encuadre almacenado en el sistema, o almacenar un nuevo encuadre.

En la parte superior derecha se muestra en forma textual una información auxiliar de ayuda al revisor, para el tema que está tratando. En el caso que nos ocupa son los nombres de los municipios, y un factor de interés es el número de habitantes. En función de éste número, el tamaño del topónimo debe resaltar frente a los vecinos y, en el caso de solaparse los rótulos, uno tiene preferencia frente al otro. La información que se muestra es la lista de los municipios de la región visualizada ordenados según un criterio establecido por el coordinador de los trabajos, en este caso por el nº de habitantes.

La forma de proceder del operador una vez identificado un reparo es: 1) marcar un punto con la herramienta gráfica, 2) seleccionar de la lista el reparo encontrado y comprobar que las soluciones previstas o previstas son las correctas y 3) ordenar la anotación del reparo.

Para el coordinador de los trabajos, la herramienta presenta el aspecto que muestra la figura 8.

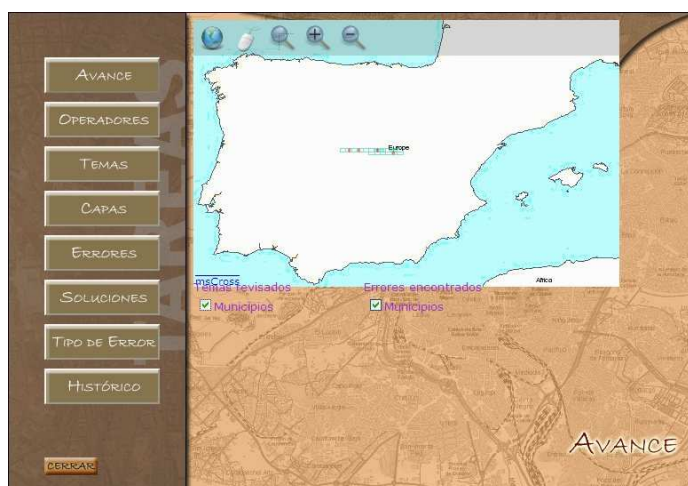


Figura 8: Espacio de trabajo del coordinador con la opción Avance.

Como puede apreciarse en la figura 8, las herramientas que tiene disponibles el coordinador son: Observar el avance de los trabajos en un tema concreto y los reparos encontrados, gestionar operadores, temas, capas, errores, soluciones, tipos de error y ejecutar un histórico.

Los aspectos de las distintas herramientas son similares a los que se muestran en la figura 9.



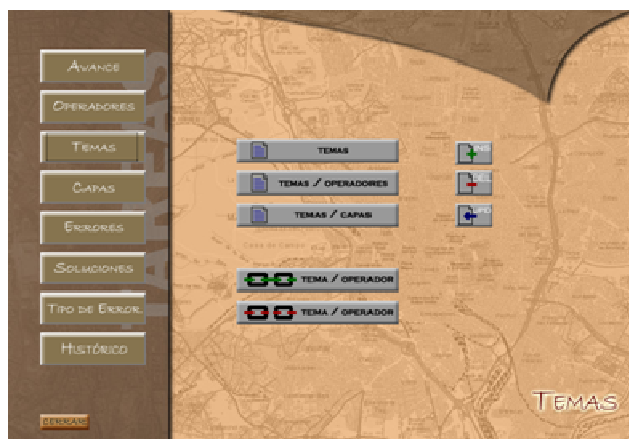


Figura 9: Gestión de los Temas y las relaciones con los operadores.

La idea fundamental de estas herramientas es poder mostrar los “Temas” y las relaciones con el resto de entidades: Operadores y Capas, dar de alta, baja o cambiar los datos de los Temas, y crear o romper las relaciones. Los iconos de las demás herramientas son los mismos, variando únicamente la leyenda y el alcance de las mismas.

## 5. CONCLUSIONES.

La primera y más importante conclusión está relacionada con los objetivos marcados, con el diseño e implementación de la aplicación Web de ayuda a la revisión cartográfica. Se ha conseguido satisfacer todos y cada uno de los requisitos funcionales y no funcionales que se plantearon.

Alcanzados los objetivos marcados se puede afirmar que ésta aplicación es un ejemplo de que las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) pueden usarse para mejorar los procesos productivos cartográficos, haciendo especial mención al uso de estándares de servicios Web para el procesado de información Geográfica (WMS- ISO19128, WFS).

El uso de las TIC permite además de mejorar los procesos y los rendimientos productivos, ser más solidario con los objetivos medioambientales relacionados con el uso racional del papel.

Finalmente destacar que ésta aplicación Web ha sido desarrollada por iniciativa propia, bajo mi supervisión, con una beca y como trabajo conjunto final de carrera de un alumno de escuela universitaria de informática de la UPM.

## 6. AGRADECIMIENTOS.

La tecnología desarrollada en este trabajo ha sido parcialmente soportada por el Instituto Geográfico Nacional a través de los proyectos: Diseño de una metodología optimizada para la revisión y actualización de cartografía. Aplicación de dicha metodología a la revisión del Mapa de España a escala 1:500.000 incluido en el Atlas Nacional de España. (1:500000), Investigación y desarrollo de la tecnología y metodología adecuada para la armonización de la información geográfica de la base cartográfica numérica 1:25.000, de la cartografía catastral urbana informatizada y del callejero del censo electoral (CartoCiudad).

Agradecimiento personal a Cesar Encinas Esteban, hoy Ingeniero técnico de Informática, por su paciencia, iniciativa y buena disposición.

## 7. REFERENCIAS.

- PostGis project 2007. Geographic Objects for PostgreSQL. <http://postgis.refractory.net>  
Beaujardiere, J. 2006. OpenGIS® Web Map Server Implementation Specification. [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=14416](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=14416)  
Vretanos, P. 2005. Web Feature Service Implementation Specification. [http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact\\_id=8339](http://portal.opengeospatial.org/files/?artifact_id=8339)  
Booch, G., Rumbaugh, J., Jacobson, I. 1999. El lenguaje Unificado de Modelado. Addison Wesley.