



Proyecto piloto de producción cartográfica en entorno SIG en el IGN: procesos para el nuevo Mapa de España ME500.

Cartographic production pilot project in a SIG based environment carried out in IGN Spain: processes for the new Spanish Map ME500.

Eduardo Núñez Maderal, Julio Vieco Ruiz, José Antonio Merino Martín, Francisco Javier Dávila Martínez, Ignacio Romero Rodríguez, Tania Gullón Muñoz-Repiso, Francisco Javier González Matesanz

Instituto Geográfico Nacional, enmaderal@fomento.es, jvieco@fomento.es, fjgmatesanz@fomento.es

RESUMEN

En los últimos dos años, se ha creado un nuevo equipo de trabajo en el IGN con un objetivo claro, cambiar los procesos cartográficos para pasar de una producción basada en ficheros CAD a una cartografía continua en un entorno SIG. El proyecto ME500 es la elaboración de un nuevo mapa de España a escala 1:500.000 formado a partir del sistema de información BCN200 (Base de datos Cartográfica Nacional 1:200.000), constituyendo la primera experiencia en producción cartográfica totalmente realizada en un SIG en el IGN (existen otras iniciativas de éxito en producción SIG, como son las cartoimágenes). En este artículo se presenta esta nueva serie cartográfica y los principales procesos y problemas acaecidos durante su ejecución. ME500 integra una generalización semiautomática partiendo de SIG200, hipsometría y sombreado de relieve, lo que implica una producción y montaje compleja en entorno SIG.

ABSTRACT

A new GIS work group has been founded in the IGN Spain with a clear objective: change the cartographic processes going from CAD workflows to a continuous cartography GIS based environment. ME500 project is a new Spanish map production on scale 1:500.000 from BCN200 (Numerical Cartographic Data Base 1:200.000) information system being the first whole product produced in GIS cartographic production in the IGN, although there are another successful initiatives in cartography GIS production, they where not completely a cartographic product (i.e. cartoimages). This article presents the product processes and problems involved. ME500 integrates a semi-automatic generalisation from GIS200, hypsometry and relief shading, that implies a complex workflow in GIS.

1. INTRODUCCION.

Los procesos de producción cartográfica en el IGN han pasado por varias generaciones tecnológicas llegando en cada una de ellas a la implantación de todos los procesos necesarios que abarcan desde la recogida de la información geográfica hasta su impresión y difusión en forma de mapas impresos.

En la actualidad, la producción cartográfica del IGN se está realizando con la tecnología CAD perfectamente configurada e implantada ya desde hace años pero a la vez se ha iniciado el siguiente paso tecnológico derivado del uso de las bases de datos para la gestión compleja de gran cantidad de información. Las nuevas tecnologías están basadas en las teorías de los sistemas de información entendidos como un conjunto de funciones, de componentes, de información, interrelacionados, bien organizados y orientados a la toma de decisiones. En este sentido los sistemas de información geográficos, en adelante SIG, se definen como un conjunto de herramientas para importar, almacenar, editar, analizar la información geográfica proporcionando un entorno de explotación y gestión de esa información, proporcionando a la producción cartográfica un entorno de trabajo adecuado a las necesidades actuales.

Todo este cambio, supone una reordenación de los flujos de trabajo en producción cartográfica y el uso de nuevas herramientas informáticas para los distintos procesos involucrados. Hasta ahora se partía de los ficheros CAD obtenidos directamente de restitución, estos ficheros pasaban por formación cartográfica para obtener mapa y posteriormente pasaban a configurar la base de datos cartográfica. Estas bases de datos, son perfectamente integrables



en un SIG pero con el inconveniente de que la información que contiene ha pasado previamente por un proceso de formación de mapa y pueden existir geometrías desplazadas. A esto añadimos que la primera versión implementada del modelo de datos se ha comprobado que no era adecuada para trabajar en un entorno SIG lo que ha obligado a la creación de una segunda versión del modelo de datos del IGN que será definitiva para comenzar a poner en funcionamiento la nueva máquina de producción cartográfica.

El nuevo flujo de trabajo reordena los procesos de una forma lógica, es decir, la base de datos va a contener la información geográfica original preparada para su explotación, de manera que vamos a obtener un producto sin modificaciones pero bien organizado y almacenado.

El IGN cuenta con dos fuentes de datos de partida que se están formando: la Base Topográfica Numérica a escala 1:25.000 (BTN25), que se define como el conjunto de datos geográficos formados a partir de los ficheros de restitución fotogramétrica y que son actualizados con ortofotos y la Base Cartográfica Numérica a escala 1:200.000 (BCN200) que es el conjunto de datos geográficos capturados a partir de información vectorial del IGN y actualizados con imágenes de satélite. La BTN25 es la fuente de datos para la cartografía básica (escalas 1:25.000 y 1:50.000) y la BCN200 es la fuente de datos para la cartografía derivada.

El nuevo Mapa de España a escala 1:500.000 (ME500) se forma por generalización de la BCN200 y se está realizado completamente en un entorno de trabajo SIG, utilizando el software comercial Geomedia Professional para la realización e integración de los diferentes procesos.

La última versión realizada del Mapa de España data de 1994, fue una versión impresa para el fascículo de referencias cartográficas del Atlas Nacional de España. Esta cartografía está dividida en 14 hojas en función de las dimensiones del fascículo Atlas y se formó a partir de la serie World 1404 y utilizando el Mapa Provincial para su actualización.

Esta escala se ha elegido como proyecto piloto de cartografía SIG por varias razones; una de las cuales es que existía desde hacía tiempo la necesidad de una nueva versión de esta serie derivada 1:500.000, que actualizara la citada de 1994, otra de las razones es que es una escala más sencilla de realizar por su menor contenido de información y su menor exactitud posicional respecto a una escala básica o al mapa provincial a escala 1:200.000 y además, para estas escalas mayores, los modelos de datos con los que se iban a trabajar no eran aún definitivos, y por último, otra de las razones es la necesidad de abordar un proyecto de producción cartográfica partiendo de cero, metido de lleno en las tecnologías que ofrecen los entornos de trabajo SIG con el objetivo de poner en práctica un flujo de trabajo real e ir conociendo y definiendo todos los procesos que se ven involucrados desde la incorporación de los datos hasta la formación e impresión del mapa y su posterior estrategia para actualizarlo y mantenerlo

2. CARACTERÍSTICAS DEL MAPA DE ESPAÑA ME500

Para la formación del ME500 se parte de las Normas Cartográficas para el Mapa de España a escala 1:500.000 redactadas por expertos del IGN. En este documento se definen entre otros el sistema de representación, el contenido del mapa y el formato de las hojas resultantes. La exactitud posicional para esta cartografía será de 40 metros.

El sistema de representación utilizado para el ME500 es el siguiente:

- Península y Baleares:
 - o Sistema de referencia geodésico ETRS89
 - o Origen del altitudes: ortométricas referidas al nivel medio del mar en Alicante
- Canarias:
 - o Sistema geodésico ITRS93
 - o Origen de altitudes: nivel medio del mar en cada isla.
- Proyección Cartográfica para la representación: proyección Cónica Conforme de Lambert con una configuración en dos bandas para Península y Baleares y una banda más para Canarias.

El origen de datos para la formación del ME500 es la BCN200, es una base de datos cargada en un servidor Oracle que contiene la información geográfica correspondiente a escala 1:200.000 en dos dimensiones, almacenada en coordenadas geográficas en ED50 y estructurada según la primera versión del modelo de datos BCN/MAPA del IGN. Se trata de un Modelo de Aplicación en el sentido que define ISO 19101 "Geographic Information – Referente Model", un modelo conceptual para los datos requeridos por un campo de aplicación de la Información Geográfica específico, en nuestro caso, la producción y gestión de datos geográficos y cartográficos consistentes.

Algunas características de este modelo de datos son:

- se repite geometría
- genera topología "on-the-fly", no almacena topología pero la puede generar al vuelo
- presenta dualidad BCN/MAPA: almacena geometría original y a su vez geometría mapa
- división en hojas



- objetos compuestos por agregación de primitivas
- compatibilidad con normas y estándares

El modelo se basa en el concepto de ELEMENTO y puede ser un punto, una línea o una superficie. Al cargar la base de datos, las tablas que nos encontramos son las tablas ELEMENTO, que contienen la geometría compuesta de cada uno de los temas en que se ha estructurado la BCN200.

Los elementos de BCN200 se agrupan en clases homogéneas a las que se les asigna un código único formado por seis dígitos TTGGSS (Tema, Grupo y Subgrupo) almacenado en un campo denominado ID_CODIGO. La base BCN200 cuenta con los siguientes temas, que conforman las distintas tablas con que cuenta el modelo de datos:

TEMA	DEFINICIÓN
01	División Administrativa
02	Relieve y morfología
03	Hidrografía y costas
04	Usos del Suelo
05	Poblaciones y construcciones
06	Vías de comunicación
07	Conducciones y transmisiones
08	Toponimia
10	Puntos de control

Tabla 1. Definición de temas en BCN200

Toda esta información se utiliza en el ME500 a excepción de la contenida en el Tema 07. Dentro de cada una de estas tablas se almacenan todas las entidades correspondientes formando tablas de geometría compuesta donde distinguimos los diferentes tipos de entidades según el citado ID_CODIGO.

A pesar de partir de un modelo de datos con la información clasificada en temas, en el ME500 se decidió trabajar directamente con tablas que almacenaran clases de entidad con geometría única (punto, línea, área) y por lo tanto se ha tenido que redefinir el modelo de datos para este caso en particular. De esta manera, cada elemento geográfico que se cita en las normas cartográficas para la formación de esta escala va a corresponder con una o varias tablas de la nueva base de datos del ME500, en función de si la clase de entidad puede aparecer con uno o varios tipos de geometría.

Para el formato de las hojas adoptado para esta serie cartográfica se ha tomado como referencia un formato similar de impresión con el de la versión de 1994, van a ser hojas de 67 x 45 cm, que corresponde con un formato compatible para la impresión en los fascículos del Atlas, teniendo en cuenta el sistema de representación cartográfica final.

3. PROYECTO ME500

Dentro de los proyectos llevados a cabo por el IGN, el ME500 se define como la elaboración del Mapa de España a escala 1:500.000 a partir del sistema de información BCN200 y el producto resultante será la publicación de dicho mapa. Esta cartografía entra dentro del grupo de cartografía derivada.

En el momento inicial se definen una serie de fases que van a conformar los diferentes procesos que van a llevar la información geográfica contenida en la BCN200 hacia la formación de un SIG ME500 y a la publicación del mapa. Estas fases son las siguientes:

FASE	DEFINICIÓN
1	Selección y clasificación de fenómenos
2	Generalización automática
3	Edición de la geometría
4	Simbolización
5	Generación de Hipsometría
6	Etiquetado automático y edición
7	Composición de hojas
8	Actualización y mantenimiento

Tabla 2. Fases del proyecto ME500

3. PROCESOS PARA LA REALIZACIÓN DEL ME500 EN ENTORNO SIG

Los diferentes procesos que se están llevando a cabo en el ME500 corresponden con la definición de las fases del proyecto que se han enumerado en la **Tabla 2** . En la siguiente figura se muestra un diagrama de flujo con la secuencia organizada de los diferentes procesos (el color naranja corresponde con almacenes de datos, el color azul con flujos de trabajo y el rosa con productos obtenidos):

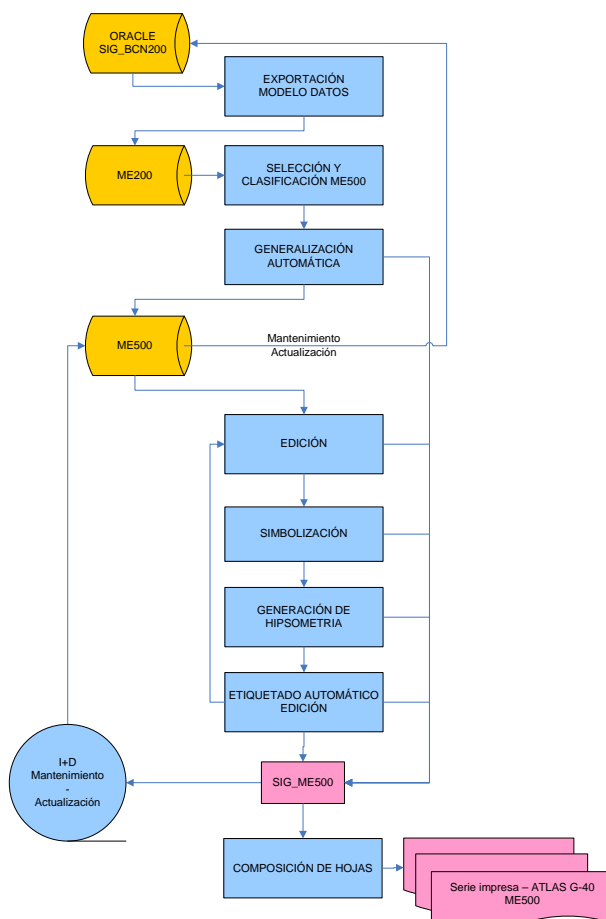


Figura 1. Procesos en el ME500

Al cargar la base de datos Oracle, las tablas que nos encontramos son las tablas ELEMENTO de geometría compuesta que contienen todas las entidades de un mismo tema. Para trabajar en el proyecto ME500, primero se ha exportado la base de datos completamente a formato Access (archivo ME200.mdb) y se ha decidido cargar físicamente la geometría de las primitivas punto, línea y área. Con lo cual la base de datos constará (siempre que exista la geometría) de tres tablas por Tema de la BCN200, denominadas PUNTO_BCN##, LINEA_BCN##, AREA_BCN##.

Una vez que tenemos la base de datos ME200 y en base a las normas cartográficas para el ME500 se realiza una generalización del modelo de datos, es decir, una selección y clasificación de entidades, ya que parte de la información que contiene la BCN200 no es necesaria para el ME500 y además habrá clases de entidades que se unen bajo una misma denominación, como por ejemplo, en BCN200 aparecen carreteras nacionales con diferentes códigos cuando es en túnel, en construcción o en puente y en ME500 aparecerá una única clase de entidad bajo el nombre de Carreteras Nacionales.

De este proceso obtenemos el nuevo catálogo de entidades para el ME500 formado por 72 clases de entidad, que es el que se utiliza de entrada para el proceso de generalización automática de la geometría que se reduce a su aplicación sobre entidades lineales y superficiales. Para el caso de generalización de líneas se han aplicado algoritmos de simplificación y suavizado (Douglas y McMaster) teniendo en cuenta diversos factores: como por ejemplo que al trabajar con geometría coincidente hace falta enlazar las geometrías para que el resultado sea el mismo, o que ha sido necesaria la creación de una “topología ficticia” en redes para evitar la pérdida de puntos de conexión, como por ejemplo las intersecciones de carreteras de distinto orden.

Los parámetros de generalización para entidades lineales y contornos de superficies se han introducido en valores angulares. El parámetro utilizado para el algoritmo de Douglas es de 0,0004°, que equivale aproximadamente a 50 metros y se aplica a todo el modelo de la misma manera debido a la geometría múltiple.

Para el caso de geometrías superficiales, antes de realizar los procesos de simplificación y suavizado, se aplican criterios de eliminación por superficie para aquellas superficies no representables a escala, aplicando un valor poco restrictivo de 6,25 ha. También se aplican procesos de agrupación de geometrías citando por ejemplo el caso de aeropuertos que aparecen como puntos y superficies teniendo que pasar únicamente a puntos, para ello se ha empleado la técnica del colapso de una superficie compleja para convertirla en un punto.

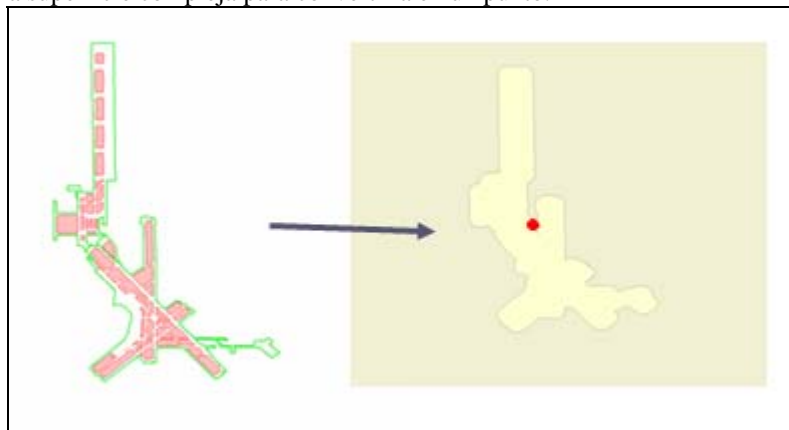


Figura 2. Colapso se entidad superficial a punto

Una vez finalizada la generalización automática consideramos formado el nuevo almacén ME500 y a partir de aquí se puede comenzar el proceso más costoso en tiempo de todo el proyecto, que es la edición geométrica. En este proceso se van a reparar errores en los datos, como por ejemplo, cerrar elementos lineales que aparecen como tal pero que son elementos superficiales, eliminar picos en las entidades lineales y superficiales producidos por la generalización o aplicar algoritmos de unión sobre diversas entidades para conseguir la continuidad de los elementos geográficos. Se va a continuar el proceso de generalización de la geometría, ya que los parámetros aplicados siempre van a ser conservadores para no perder información necesaria, con lo cual hay que realizar una eliminación manual de información sobreaundante que no es necesaria para la escala, esto se está realizando utilizando la antigua versión de 1994 para el caso por ejemplo de los ríos de orden inferior. También se realizan procesos de actualización y comprobación de la información utilizando de fondo las imágenes de PNOA, principalmente con vías de comunicación.

En cuanto a simbolización, se ha realizado un catálogo de símbolos en base al catálogo creado para el sistema de información BCN200 y adaptado a las normas del ME500 en cuanto a anchos de líneas, tipos de símbolos puntuales, etc. La simbolización se materializa en una leyenda que se aplica a cada una de las entidades que contiene el ME500.

La información geométrica del ME500 se compone de una capa vectorial en dos dimensiones más una capa en formato ráster con la hipsometría y sombreado para el relieve. Las tintas hipsométricas han sido generadas a partir de las curvas de nivel del MTN25, y de los puntos acotados procedentes de la BCN200. En ambos casos la información se encuentra en ficheros DGN. Sobre el fichero DGN con todas las curvas de nivel del MTN25 cada 10m, se ha procedido a un filtrado obteniendo curvas cada 100m. Toda la información se transformó de ED50-UTM30 a ETRS89-Lambert. También se utilizó, como línea de ruptura, la línea de costa peninsular generalizada a la escala 1:500.000, a partir de la línea de costa de la BCN200. Con el software FME se generó una imagen ESRI-ASCII-GRID con un tamaño de celda de 200m. Ya dentro de Geomedia Professional y utilizando el módulo Grid se importó la imagen, se procedió al filtrado, suavizado, eliminación de celdas singulares y relleno de depresiones. Para la generación de las tintas se crearon los intervalos y se le asignaron los colores RGB y a partir de la imagen raster con las tintas hipsométricas se extraen las curvas hipsométricas. Posteriormente se genera el sombreado y se realizó la fusión de la imagen con las tintas más la del sombreado. Por último, se genera la batimetría en formato vectorial a partir de la información disponible del mapa 1:1.000.000.

Dentro del modelo de datos, cada entidad cuenta con un atributo denominado [ETIQUETA], cuyo contenido es el texto asociado al fenómeno a representar. Utilizando este atributo podemos etiquetar de forma manual o automática las entidades del mapa ME500. En esta fase del proyecto se van a programar unas rutinas para conseguir la mayor automatización posible en la colocación de la toponimia del mapa, para ello se está empleando el software Label-EZ de la empresa MapText, sobre un GeoWorkspace o espacio de trabajo de GeoMedia Professional.

Mediante un fichero de especificaciones de los datos obtenidos del espacio de trabajo de Geomedia y un fichero de configuración donde se programan una serie de reglas de colocación y tipos de letra aplicados a las diferentes entidades del proyecto se consigue alcanzar un alto porcentaje de colocación automática, en algunas pruebas se alcanzó el 76% del total de los textos considerados.

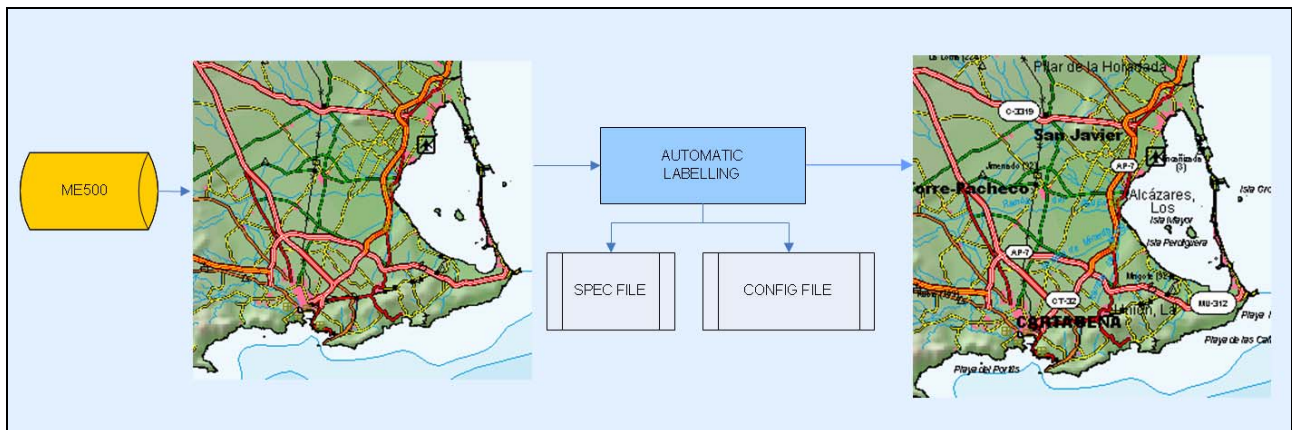


Figura 3. Etiquetado automático con Label_EZ / Geomedia Professional

Una vez se ha realizado la parte automática, el programa Label-Edit proporciona desde Geomedia las herramientas necesarias para la edición manual de los textos insertados.

El resultado obtenido tras estos procesos es un sistema de información denominado SIG_ME500 formado por un conjunto de datos y de herramientas preparadas para su explotación. El objetivo de este proyecto es la edición impresa de esta cartografía pero el hecho de formar el SIG nos permite tener un sistema disponible a esta escala para los fines que se presenten a esta escala, como por ejemplo, una petición para realizar la cartografía de una cuenca hidrográfica o la cartografía de grandes unidades montañosas, etc.

Para realizar la edición impresa de esta cartografía se ha incluido una fase o proceso más en el proyecto que consiste en la formación de las hojas de composición y del entorno necesario para preparar el entorno de impresión desde el SIG_ME500. Para ello, como se citó anteriormente se han respetado las dimensiones de la hoja de la antigua versión para ser impreso en la edición por fascículos de Atlas. Dentro de Geomedia Professional se crea una base de datos auxiliar que contiene los marcos de las hojas en el sistema final de representación. De esta forma con las hojas de composición y la utilidad Batch Plotting que proporciona Geomedia Professional se crea un entorno de impresión de mapas a la carta en donde cualquier usuario del proyecto puede lanzar la utilidad, seleccionar la hoja que quiere e imprimirla. En la siguiente figura se presenta una composición de hoja creada para tener pruebas impresas e ir comprobando el estado del ME500, esto se utiliza sobre todo en la fase de edición donde a veces es más fácil detectar errores en una prueba impresa que sobre la pantalla del ordenador.



Figura 4. Prueba de composición de una hoja del ME500

4. GESTIÓN DEL PROYECTO

Por último, dentro del proyecto ME500 se está llevando a cabo una labor de gestión e integración de las distintas fases del proyecto. Toda la información del proyecto está almacenada en un servidor de datos pero se trabaja a nivel local. Cada persona que trabaja con el ME500 debe instalar en su equipo la estructura de directorios con los ficheros de bases de datos, espacios de trabajos, de configuración, de imágenes, etc y de esta manera el trabajo que realiza debe ser actualizado en el servidor de datos cada cierto tiempo o una vez finalizados los procesos.

Para la gestión de los diferentes procesos realizados, se utilizan las librerías de Geomedia Professional que permiten compartir e integrar distintos trabajos. En la siguiente figura queda representado este tipo de gestión del proyecto: tenemos el lado servidor a la izquierda, con un espacio de trabajo y una librería que contiene los diferentes elementos del proyecto (conexiones, leyendas, consultas, estilos, etc), a la derecha diferentes personas involucradas en los procesos de formación del ME500. Cada usuario se instala el proyecto junto con la librería general y cuando realiza un determinado trabajo que debe ser integrado en el proyecto genera una librería con los datos necesarios, que será integrada en la librería del servidor y que nuevamente podrá ser instalada por los distintos usuarios compartiendo de esta manera toda la información disponible y actualizada.

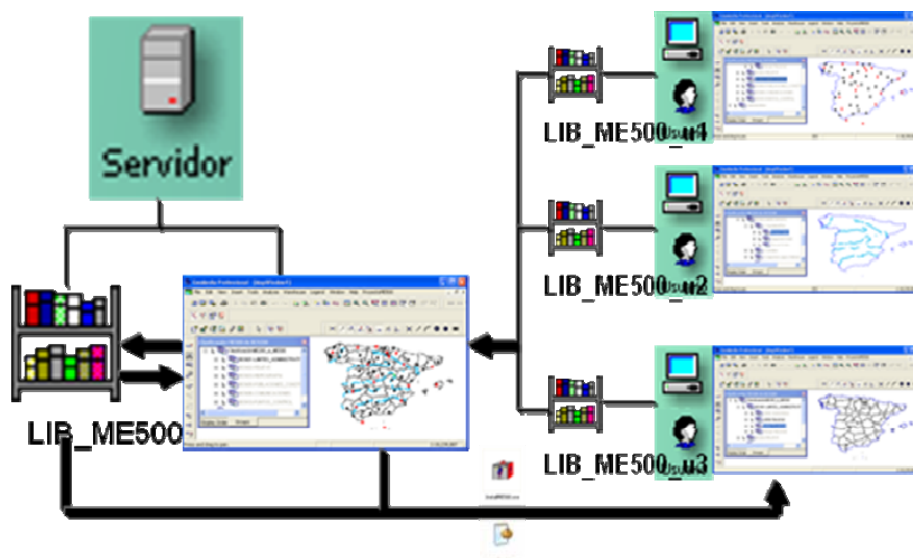


Figura 5. Gestión del proyecto con librerías de Geomedia

Hay que citar también que se han desarrollado algunas herramientas con objetos de Geomedia que están integradas en el espacio de trabajo y sirven para la gestión del proyecto.

4. CONCLUSIONES

Se ha presentado un trabajo que se está realizando en el IGN como experiencia de producción cartográfica en un entorno de trabajo SIG y que va a servir no solo para editar una nueva versión de la serie cartográfica a escala 1:500.000 sino también para ir probando herramientas y consiguiendo una especialización en los diferentes procesos que más tarde serán puestos en práctica en series cartográficas a escalas mayores y por lo tanto de mayor dificultad técnica.

De la fase de actualización y mantenimiento no se ha comentado nada en este artículo ya que aún no se ha abordado nada de ese trabajo y además será una parte del proyecto que no se defina, ya que en las siguientes versiones del ME500 se utilizará una nueva fuente de datos BCN200 con un nuevo modelo que ya estará preparado para la generación de esta escala derivada y contará en su día con procesos de actualización y control sobre los datos que evitarán trabajos innecesarios de edición y permitirán un flujo de trabajo ya completo de formación, actualización y mantenimiento del sistema de información geográfica.

La parte negativa de la experiencia es que nos hemos encontrado con numerosos problemas que se han ido detectando y solucionando, en mayor parte debido al origen de los datos, ya que el modelo inicial junto con los datos cargados en la BCN200 con el que se contaba, presentaba muchas deficiencias a la hora de trabajar con él y esto ha



exigido un mayor trabajo de edición. Por ejemplo, elementos de tipo área mal cerrados que pasan como línea a la base de datos por lo que para activar una clase de entidad completamente había que recurrir a varias tablas. Otro caso muy extendido es que existe un error de redondeo en los procesos de importación entre ficheros CAD y la base de datos, que posteriormente hubo que editar para conseguir elementos lineales continuos que se pudieran cerrar pasando a formar entidades de tipo superficie. También está presente que esta primera versión de la base de datos BCN200 no ha estado preparada para generar esta escala derivada lo que ha generado mucho trabajo de clasificación teniendo que recurrir en ciertos casos a consultas de tipo espacial ya que no existían los atributos necesarios para la selección. La parte positiva de todo esto es que ya se cuenta con un nuevo modelo de datos para la BCN200 y en consecuencia para sus escalas derivadas, por lo tanto las sucesivas actualizaciones o versiones del ME500 serán mucho más sencillas y rápidas de formar.

El resultado de este trabajo que finalizará en 2008 será un sistema de información geográfica, a escala 1:500.000 orientado en principio a la generación de la serie impresa para el Atlas Nacional.

5. REFERENCIAS

- Burrough, P.A. (1998): Principles of Geographical Information Systems
Bucley, A., Frye C., and Battenfield, B. (ICA, Coruña 2005): And information model for maps: towards cartographic production from GIS databases.
D.G. del Instituto Geográfico Nacional (2006): Mapa de España 1:500.000, Normas Cartográficas. (Documento interno IGN)
Rodríguez Pascual, A. (2006): Modelo de datos BCN/MAPA v1.6. Especificaciones técnicas del Modelo de Datos. (Documento interno IGN)
R.D. 1071/2007, de 27 de Julio. Regulación del sistema geodésico de referencia oficial en España. BOE de 29 de Agosto de 2007.