

TRASVASE DE LA CARTOGRAFÍA DE LA COMUNIDAD VALENCIANA A ESCALA 1:10.000 A BASES DE DATOS GEOGRÁFICAS

Jesús Irigoyen Gaztelumendi

Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. E.T.S.I. Geodésica, Cartográfica y Topográfica
Universidad Politécnica de Valencia

José Carlos Martínez Llario

Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. E.T.S.I. Geodésica, Cartográfica y Topográfica
Universidad Politécnica de Valencia

Eloina Coll Aliaga

Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría. E.T.S.I. Geodésica, Cartográfica y Topográfica
Universidad Politécnica de Valencia

RESUMEN

La serie CV10 del Instituto Cartográfico Valenciano representa en la actualidad la cartografía a mayor escala que cubre todo el territorio de la Comunidad Valenciana. Está formada por 826 hojas a escala 1:10.000, a partir de vuelos fotogramétricos realizados entre 1991 y 1997; la edición se llevó a cabo de 1999 a 2000.

Este mapa topográfico se distribuye en formato papel o digital. En el soporte digital, formado por ficheros CAD (.dgn), los elementos se estructuran según los niveles y la simbología. El formato digital .shp, de ArcView se obtuvo a partir de los ficheros .dgn.

Las series cartográficas concebidas con este planteamiento cuentan con diversas limitaciones que les impide desarrollar sus posibles usos y cumplir con su objetivo fundamental, servir como base de datos cartográficos. El proceso actual está dirigido hacia la obtención de productos puramente cartográficos, mapas topográficos digitales o impresos de alta calidad, fragmentados en hojas, sin continuidad.

En los últimos años los organismos públicos encargados de la producción cartográfica han desarrollado bases cartográficas numéricas o SIG a partir de las series que constituyen la cartografía base del territorio.

A su vez, la evolución actual de las bases de datos, especialmente las espaciales, ha introducido cambios importantes en los Sistemas de Información Geográfica permitiendo el empleo de nuevos modelos de datos, como el orientado a objetos. Con lo cual las aplicaciones SIG generadas con el nuevo modelo, la geodatabase, contarán con una serie de ventajas.

En el presente artículo muestra el trabajo realizado por miembros del Departamento de Ingeniería Cartográfica de la Universidad Politécnica de Valencia en el trasvase de la cartografía de la serie CV10 a bases de datos geográficas para su mejor aprovechamiento posterior.

PALABRAS CLAVE

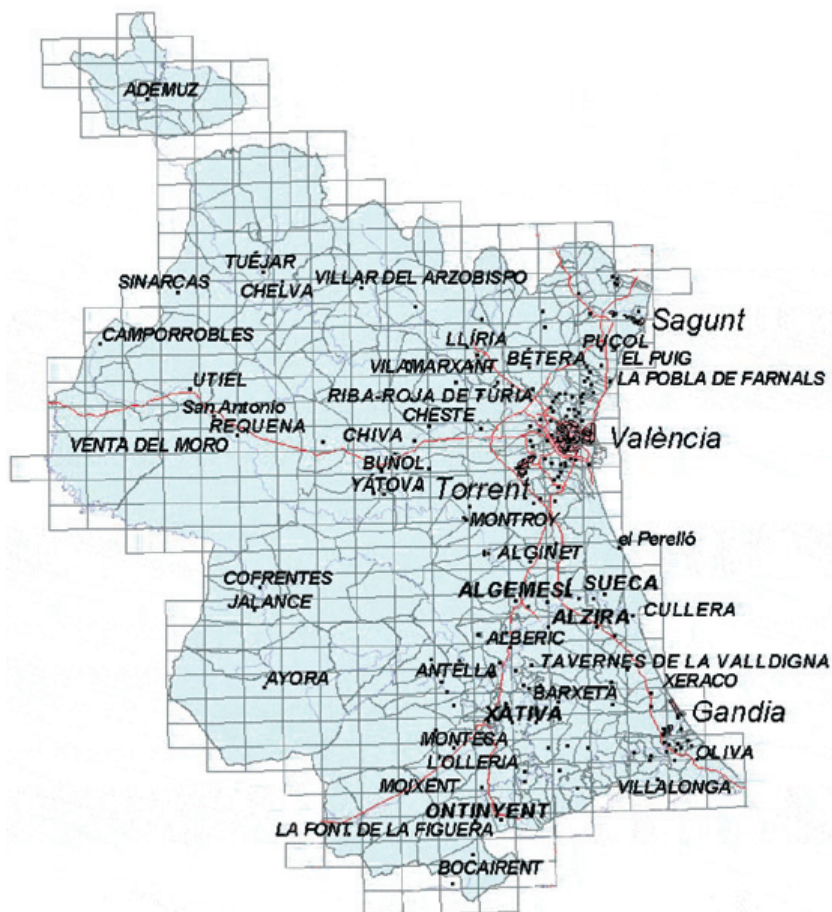
S.I.G., Bases de datos geográficas, geodatabases, CV10, series cartográficas.

INTRODUCCIÓN

Según los primeros artículos del primer capítulo de la ley 9/1997 de 9 de diciembre de la Generalitat Valenciana, el Instituto Cartográfico Valenciano (ICV) es la entidad de derecho público que impulsa, coordina y fomenta las tareas de desarrollo cartográfico, fotogramétrico, geodésico y topográfico así como de cualquier otra tecnología geográfica en el ámbito de las competencias de la Generalitat.

En este sentido, una de los primeros proyectos llevados a cabo por el ICV fue la edición y actualización de la serie topográfica vectorial a escala 1:10.000 de abarca todo el territorio de la comunidad, serie CV10.

La serie CV10 representa, hoy en día, la cartografía a mayor escala y en formato vectorial que abarca la totalidad del territorio. La serie consta de 826 hojas procedentes de la división en 16 partes iguales de las hojas de la serie 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional que comprenden el territorio valenciano. Esta serie fue emprendida por la Conselleria de Medioambiente mediante los correspondientes vuelos fotogramétricos efectuados entre los años 1991 y 1997. El ICV se hizo cargo de este proyecto editando las hojas entre los años 1999 y 2000.



Distribución de hojas de la serie CV10 en la provincia de Valencia. Autor: ICV

El propósito de esta serie es el de disponer de base topográfica común a todas las administraciones públicas dependientes de la Generalitat, en soporte papel y eventualmente en soporte digital. Por tanto, las hojas topográficas de la serie tienen un marcado carácter descriptivo y trataban de ser una representación gráfica lo más fiel posible de los fenómenos geográficos.

Dado que este proyecto fue heredado por el ICV, entre los años 1999 y 2000 se trató de finalizarlo obteniendo el conjunto total de hojas, manteniendo el propósito inicial de la serie y heredando también los constreñimientos que sobre la minuta cartográfica y sobre la metodología de trabajo se habían impuesto desde los primeros trabajos de restitución fotogramétrica. En los trabajos de edición posteriores sólo quedaba lugar a labores de remodificación de los elementos y a la automatización de procesos de modo que se redujera considerablemente el tiempo de edición de cada hoja y por ende el tiempo de finalización de la serie. Para ello, la edición de las hojas de la serie CV10 se realizó en el software MicroStation en su versión SE de la casa Bentley automatizando procesos mediante macros de Basic implementadas sobre el propio MicroStation.

Cada hoja de la serie CV10 consta de tres ficheros DGN: uno para los elementos de maquetación como los marcos exteriores, leyendas, créditos, mapas de situación, etc., un segundo fichero para los usos de suelos y el tercero que se trata de un fichero general para el resto de elementos. Las hojas en soporte papel se obtienen por impresión directa a plotter referenciando los ficheros de maquetación y usos de suelo al fichero general.

Dado que se ha utilizado un CAD para la edición de las hojas, la codificación empleada para los elementos es una codificación gráfica, es decir, los diversos elementos del dibujo se distinguen uno de otros por que poseen una combinación distinta entre Nivel, Color, Grosor y estilo de línea.

LV	CO	WT	ESTILO	CO (R)	OBSERVACIONES Tipo de elemento	DESCRIPCIÓN
2	9	0	00	-	1	MARCO DE LA HOJA
2	9	2	00	-	1	MARCO EXTERIOR GRUESO
2	-	-	-	-	-	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
2	189	0	00	-	-	GRADUACIÓN GEOGRÁFICA
3	-	-	-	-	-	TOPONIMIA
4	-	-	-	-	-	TOPONIMIA
5	240	0	00	-	1	MASCARAS CURVAS DE NIVEL
5	-	-	-	-	-	COTAS DE CURVAS DE NIVEL
6	159	0	00	-	1	DIQUE
7	164	0	12	-	2	VERTEDERO O ESCOMBRERA
7	44	1	10	-	2	CURVA DE NIVEL DEPRESIÓN DIRECTORA
7	15	0	10	-	2	CURVA DE NIVEL DEPRESIÓN
7	194	0	11	-	1	DESMONTE
7	224	0	12	-	1	TERRAPLEN
7	17	0	02	-	2	VAGUADA
8	44	1	00	-	2	CURVA DE NIVEL DIRECTORA
8	44	0	03	-	2	CURVA DE NIVEL AUXILIAR
8	44	0	05	-	1	LINEAS DE CORTE ALTIMETRIA
8	15	0	00	-	2	CURVA DE NIVEL

Fragmento de la codificación del fichero general

LIMITACIONES A SU USO

En los últimos años hemos asistido a una demanda creciente por parte de la sociedad así como de los organismos públicos de cartografía con la que realizar numerosos trabajos. Concretamente, con el desarrollo y popularización de herramientas como los ordenadores, navegadores GPS, visualizadores cartográficos, Internet y sobre todo los Sistemas de Información Geográfica, la demanda de cartografía en soporte digital ha aumentado considerablemente. Esto ha obligado a los organismos creadores de cartografía a desarrollar herramientas y procedimientos con los cuales obtener el producto más demandado, la cartografía digital.

Entre los diversos formatos posibles de cartografía digital, el más interesante es aquel que lo haga compatible con los Sistemas de Información Geográfica, es decir, hoy en día la cartografía debe crearse pensando en que posteriormente será utilizada dentro de este tipo de herramientas. En este sentido, el ICV convirtió las 826 hojas en formato .shp para ArcView, quizás el formato más demandado por los usuarios de los productos de la casa ESRI. Pese a ello, la información geográfica así creada tiene una serie de limitaciones importantes de uso. Entre ellos podemos citar los siguientes:

- Teniendo en cuenta que las hojas fueron creadas con el propósito final de su representación final en formato papel, nos podemos encontrar numerosos problemas en los ficheros digitales que dificultan su uso en un SIG como polígonos solapados, elementos repetidos, líneas fragmentadas, intersecciones no creadas, etc.. Hay que tener presente que la apariencia final de la hoja en papel es adecuada pero no así el formato digital con el que se ha obtenido.
- El formato .shp no tiene establecidas ningunas reglas topológicas entre elementos, es más, si hubiese algún error topológico entre elementos en los ficheros .dgn, se trasladarían esos mismos errores al formato .shp.
- Dada la distribución en hojas de los ficheros .shp, esto hace que la información geográfica generada no tenga continuidad espacial, es decir, siempre nos encontramos con limitaciones espaciales obligándonos a cambiar de fichero .shp al llegar a los extremos de los marcos.
- Muchos de los elementos proporcionados en los ficheros .shp están representados mediante primitivas gráficas que presentan problemas para su utilización en los SIG. Este es el caso, por ejemplo, de las carreteras que vienen representadas mediante polígonos en vez de mediante líneas. Del mismo modo, nos podemos encontrar que las isletas o huecos entre carreteras se han creado mediante células de MicroStation. En el caso de los ríos de doble margen que desembocan en el mar, los límites entre ellos no se realizan en la desembocadura del río sino debajo de algún puente o en el marco de la hoja tonel fin de que no se vean las fronteras entre ellos. Esto provoca la introducción de información no correcta dentro del SIG.

Pese a que para numerosos trabajos, los ficheros .shp así concebidos pueden ser útiles, en realidad resulta una solución insuficiente para su utilización general en los Sistemas de Información Geográfica. Es necesaria una nueva solución que trate de eliminar los problemas importantes que limitan el uso de esta información geográfica básica en los SIG.

BASES DE DATOS GEOGRÁFICOS

La evolución actual de las bases de datos y en especial las bases de datos espaciales, ha introducido importantes cambios en los Sistemas de Información Geográfica. En concreto, actualmente es frecuente el uso de modelos orientados a objetos y la integración de los datos gráficos y alfanuméricos en el mismo sistema gestor de bases de datos relacionales.

Las ventajas de este tipo de bases de datos geográficos son importantes y cuantiosas, pero podemos resumirlas en lo siguiente:

- El nuevo modelo de datos cuenta con todas las características de los modelos orientados a objetos. Los objetos se corresponden con los elementos geográficos, con lo cual el diseño del modelo es más intuitivo y se asemeja al mundo real.
- Toda la información geográfica está almacenada en una única base de datos, a la cual pueden acceder los diferentes usuarios a través de un gestor de base de datos. Estos pueden editar la base de datos simultáneamente ya que se dispone de un sistema de resolución de conflictos.
- En las bases de datos geográficos toda la información es continua, de forma que se omiten las complejas particiones de otros sistemas y se gana en coherencia de los datos contenidos.
- La estructura topológica asegura la correcta inserción de los elementos en su entorno y permite análisis complejos de la información espacial.
- El modelo de datos es sumamente flexible, se puede ampliar con relativa facilidad, a través de los objetos simples estandar o mediante la implementación de objetos complejos personalizados.
- Admiten diferentes formatos de información geográfica, con lo cual se amplían las posibilidades de análisis de la información.

En cuanto a la utilidad que representa el uso de un SIG frente al del software CAD para la gestión de la información geográfica, los argumentos son numerosos.

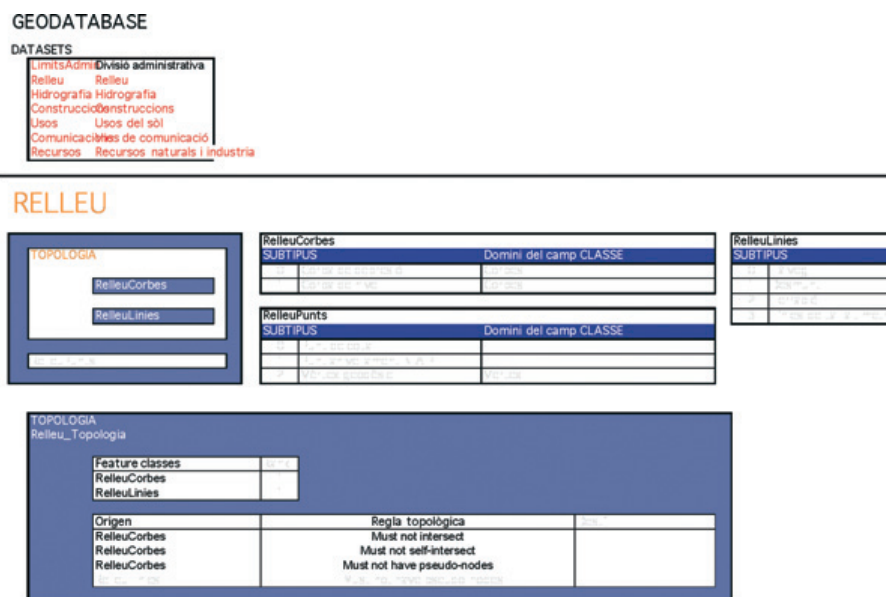
- Los SIG permiten la obtención directa del mapa topográfico impreso o digital como producto derivado, con la simbolización y la maquetación necesarios, mediante procesos automáticos o semiautomáticos. En cualquier caso, se puede exportar la información geográfica, de modo que sea tratada por algún otro software.
- La información contenida en el SIG, obtenida del mapa base, se empleará para la generación de otros productos cartográficos, como mapas temáticos o servidores de información geográfica en red. Se pueden realizar análisis espaciales, consultas, o servir de base para otros SIG temáticos específicos.
- A través de la base de datos se realiza una actualización de los datos rápida y de menor coste, lo que otorga mayor fiabilidad a la información almacenada. A su vez, a través de los metadatos se puede controlar las fuentes de datos, la precisión y otros aspectos fundamentales en la distribución de los datos.
- Una de las principales ventajas de una base de datos cartográficos a una escala grande reside en la obtención de otras series cartográficas de escala menor mediante la generalización cartográfica. El proceso puede ser parcialmente automatizado a través de programación y se dispone de algunas herramientas propias del software. Esta aplicación es fundamental a la hora de decidir el paso a una geodatabase, ya que ésta facilita en gran medida la creación de mapas de menor escala.

PROCESO SEGUIDO EN EL TRASVASE

El grupo de investigación Fotogrametría Digital, Sistemas de Información Geográfica y Producción Cartográfica de la Universidad Politécnica de Valencia esta desarrollando actualmente, entre otros, un proyecto de carga de datos de la serie CV10 de la Comunidad Valenciana.

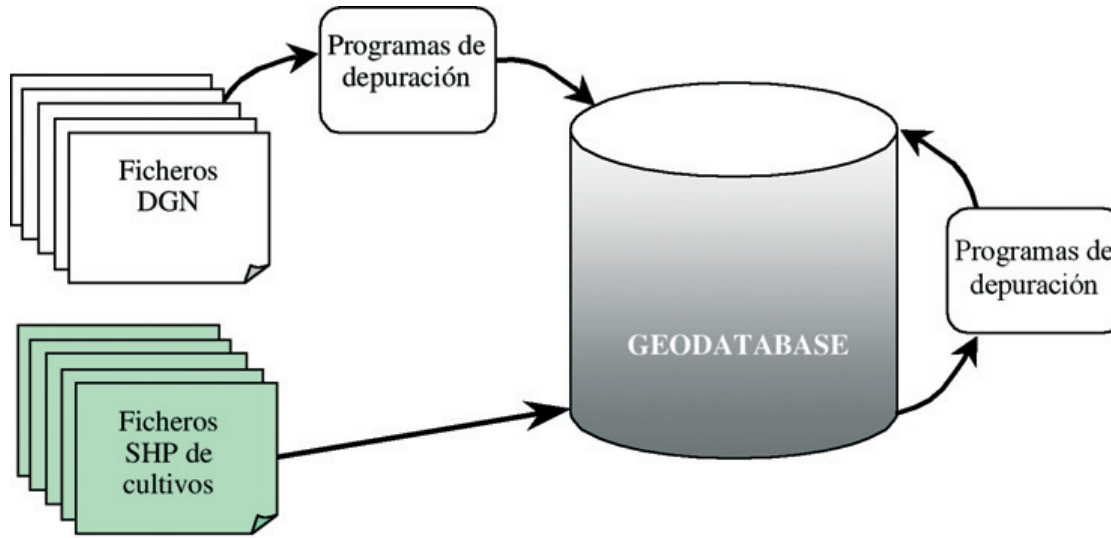
La base de datos geográficos elegida es la geodatabase de ESRI por ser los productos de esta casa los más utilizados en la Comunidad Valenciana. La geodatabase presenta dos modalidades, la personal y la multiusuario. La personal se desarrolla sobre MicroSoft Access mientras que con la multiusuario permite implementarse en una base de datos estándar con el ArcSDE. La modalidad elegida es la personal por ser más sencilla de implementar y más asequible por la gran mayoría de usuarios aunque presenta limitaciones respecto a su capacidad.

En primer lugar, se efectuó el diseño de la geodatabase, es decir, definir los diversos datasets, clases de elementos, clases de objetos y relaciones entre ellos. Para diseñar la geodatabase se partió de la premisa de buscar la máxima utilidad a la información disponible. Por ello, se ha tenido que reestructurar la información y realizar operaciones previas a la carga de datos en la geodatabase. Para las diversas clases de elementos se establecieron las reglas topológicas que deben cumplirse y que le dan un cierto comportamiento y funcionalidad a los datos geográficos. En la siguiente figura puede verse un ejemplo de las clases de elementos definidos así como de las reglas topológicas impuestas.



Ejemplo de datasets, clases y reglas topológicas

Una vez definida la estructura funcional de la geodatabase, sabemos qué tipos de elementos y atributos de los mismos debemos introducir. Evidentemente, en muchos de los casos los elementos de partida (archivos .dgn o .shp) no contienen esos elementos ni esos atributos tal y como los necesitamos. Es, por tanto, necesario hacer una serie de operaciones previas al trasvase de datos para adecuar los mismos. En la figura siguiente se representan el esquema seguido en el trasvase de la información.



Proceso seguido en el trasvase

Los ficheros .shp de cultivos pasarán directamente a la geodatabase ya que los cierres de los polígonos y la asignación de los cultivos están hechos. En cambio, los ficheros generales .dgn deben pasar por una serie de rutinas elaboradas en C# dentro del MicroStation con el propósito de adecuar esos elementos a la estructura de la geodatabase. Entre las tareas efectuadas por esas rutinas podemos citar las siguientes:

- Recodificación gráfica de los elementos ya que las herramientas de trasvase a la geodatabase únicamente pueden conservar el nivel y el color de los elementos originales. Ha sido, por tanto, necesario reorganizar los elementos para ser codificados únicamente con estos dos atributos de simbología.
- Eliminación de elementos que no van a ser cargados en la geodatabase.
- Comprobación de los ficheros iniciales para analizar la codificación inicial, detectando errores y realizando sumarios estadísticos.
- Automatización del proceso de trasvase para aquellos ficheros que han pasado por los programas de depuración.

Una vez tenemos los elementos dentro de la geodatabase, empleamos otras rutinas o programas de depuración implementadas dentro del propio SIG con lenguaje C#. Se han separados en dos las tareas de depuración ya que los propios SIG tienen implementadas herramientas útiles para la depuración y generalización de datos. De este modo nos ahorramos un tiempo y trabajo considerables. Entre las rutinas que se han implementado dentro del SIG podemos citar las siguientes:

- Rutinas de generalización cartográfica. Por ejemplo, las carreteras pasarán de ser polígonos a líneas.
- Rutinas de corrección topológica como generación de intersecciones, eliminación de pseudonodos, eliminación de polígonos slivers, etc.

- Rutinas para la transformación de la codificación gráfica en información alfanumérica asociada.
- Operaciones de conteo y realización de sumarios estadísticos para la comprobación del trasvase.

Una vez la información está correctamente organizada y almacenada en la geodatabase, está lista para ser utilizada. Con los datos cargados en la geodatabase es posible obtener un abanico de productos amplio y de un modo más cómodo, fiable y rápido que el modelo empleado hasta ahora. Es más sencillo obtener mapas de términos municipales, mapas de parajes protegidos, modelos digitales del terreno, mapas temáticos, datos geoestadísticos, etc.. Incluso la obtención del mapa topográfico impreso se efectúa de un modo más rápido y fiable.

CONCLUSIONES

Las bases de datos geográficos constituyen un almacén ideal para guardar para su posterior utilización, la cartografía digital de un territorio. La geodatabase proporciona la posibilidad de modelizar la realidad en una base de datos relacional utilizando una estructura orientada a objeto. Esta información es cada vez más demandada por los usuarios o las administraciones gracias a la proliferación de herramientas software como los SIG que resuelven las necesidades de los mismos.

La serie CV10 del ICV se creó con el propósito obtener sus resultados finales en soporte papel. Por tanto, el trasvase de esta información a una geodatabase no ha estado exento de dificultades y de decisiones que se han tenido que tomar con el propósito de almacenar esta información para que posteriormente sea lo más útil posible.

Pese a que el trasvase de datos es posible, realmente no es conveniente que el flujo de trabajo sea el actual. Hoy en día, las series cartográficas encuentran en los SIG las herramientas ideales para su almacenamiento, distribución y explotación. Es, por tanto, necesario que desde la misma concepción de la serie se realice pensando que esa información residirá en un SIG. Tanto los datos gráficos como los alfanuméricos deberán ser creados y editados para ser utilizados finalmente en el SIG.

Una vez tenemos los datos en las bases de datos geográficos, podemos obtener de un modo más sencillo y ordenado cualquiera de los productos cartográficos que se requieran, como los mismos mapas topográficos en soporte papel y distribuido en hojas, mapas temáticos de todo tipo, gráficos, modelos de elevaciones, etc.. Por tanto, la hoja cartográfica usual en papel debería pasar a ser un producto más de los SIG.

REFERENCIAS

- Arctur, D. and M. Zeiler (2003). Geodatabase Case Studies. ESRI.
- Instituto Cartográfico Valenciano (1998). Edición automatizada del CV10.
- MacDonald, A. (2001): Building a geodatabase. ESRI.
- Shaner, J. And J. Wrightsell (2000): Editing in ArcMap. ESRI.
- Zeiler, M. (1999): Modeling our world. ESRI.

