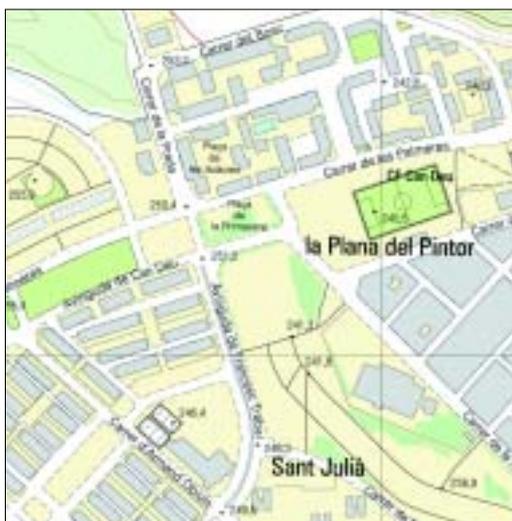


IV. Bases de datos cartográficos y cartografía topográfica a media y pequeña escala

Generalización cartográfica

Octubre 2004/Versión 2



**Imagen parcial del Mapa topogràfic
de Catalunya 1:10 000.
Hoja Sabadell.**

El objetivo de la generalización cartográfica es producir un mapa o una base cartográfica numérica claramente legible e interpretable a partir de una información que se considera demasiado abundante para la escala de representación. Normalmente se aplica para la obtención de un mapa o de una base a partir de otros mapas o bases de escalas más grandes.

El proceso de generalización es necesario porque al reducir la escala del mapa aumenta la densidad del contenido y no se pueden distinguir con claridad los elementos cartográficos representados. La escala determina los elementos a representar y su medida. La medida para la simbología de un mapa se establece en base al criterio de que las medidas mínimas deben ser superiores a los límites de percepción visual, ya que los objetos importantes han de ser obvios, no sólo perceptibles, y las diferencias entre los objetos deben de ser distinguibles.

Existen diversas operaciones de generalización, como la clasificación, la selección, la agregación, la tipificación, el colapso, la simplificación, la exageración o la caricatura. Algunas se pueden apoyar en procesos automáticos, como por ejemplo, la simplificación o la tipificación que, incluso, tienen varios algoritmos para obtener resultados ligeramente distintos. Otras operaciones, como la exageración o la caricatura, son muy difíciles de automatizar. De todos modos, casi ninguna operación se puede realizar de manera totalmente automática, y siempre se deben mejorar los resultados con edición manual.

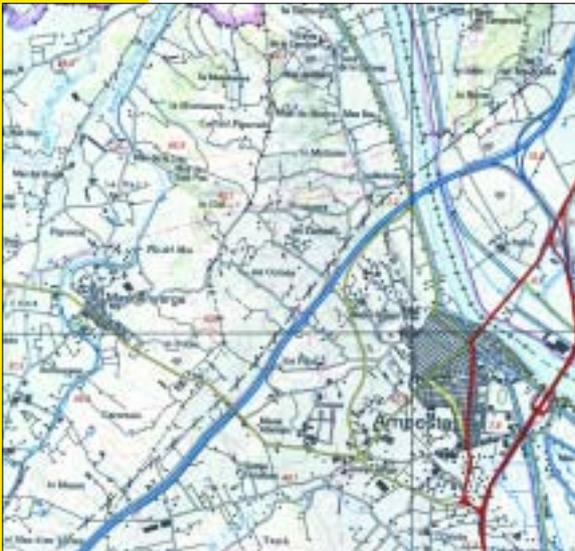
Algunos aspectos cartográficos como la suavización, la extensión de límites de áreas, la orientación y escalado de los símbolos y de los textos, la ortogonalización de edificaciones y la resolución de conflictos entre los objetos no son propiamente operaciones de generalización, pero en alguna literatura se las considera así porque se aplican conjuntamente.

Un aspecto importante para poder automatizar la generalización es la calidad de los datos originales. Los datos deben estar bien clasificados y deben ser topológicamente correctos. Otros aspectos como la nodificación o la segmentación también pueden influir en la automatización de algunas operaciones de generalización.

Hay diversos softwares comerciales de generalización, algunos de ellos han sido probados y utilizados en productos del ICC:

- La generación del *Mapa topogràfic de Catalunya 1:10 000* y de la Base topogràfica 1:25 000 a partir de los datos de la Base topogràfica 1:5 000 (software CHANGE).
- La generación de mapas topogràficos 1:100 000 a partir de datos del Mapa comarcal de Catalunya 1:50 000 con el software MicroStation GIS Map Generalizer (MGMG), que ya no se comercializa.

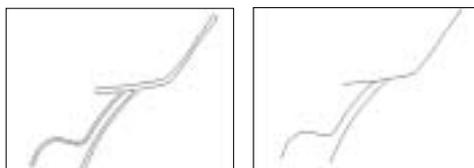
El ICC ha desarrollado algoritmos de generalización automática, y diversas herramientas de ayuda para la generalización manual. Los algoritmos permiten el colapso de líneas para la generación de ejes de viales o canales a partir de los márgenes, el colapso de áreas a símbolos puntuales manteniendo la orientación del área original, y la generalización de la toponimia. Las herramientas de ayuda a la generalización incluyen la alineación de edificaciones siguiendo una calle, la alineación de símbolos a lo largo de un vial, la ortogonalización de edificaciones, la detección de polígonos inferiores al área mínima y el tratamiento geométrico de elementos lineales como la creación de nodos, cadenas o polígonos. Para la obtención de la Base topogràfica de Cataluña 1:25 000 se han desarrollado diversas herramientas para mantener el carácter 3D de los datos originales.



Ejemplo de generalización del *Mapa topogràfic de Catalunya 1:5 000* (arriba) para obtener el *Mapa topogràfic de Catalunya 1:10 000* (abajo).



Ejemplo de generalización del *Mapa comarcal de Catalunya 1:50 000* (arriba) para obtener el *Mapa topogràfic de Catalunya 1:100 000* (abajo).



Ejemplo de colapso de líneas para la generación de ejes a partir de los márgenes.



Ejemplo de simplificación de edificaciones obtenida con el software CHANGE. En la izquierda se muestran los datos originales y en la derecha los datos generalizados.

V. Cartografía de imagen

Ortoimágenes de satélite

Octubre 2004/Versión 2



**Carta de imagen satelitaria
de la República Argentina 1:250 000.
Hoja Ciudad de Buenos Aires.**

El ICC tiene una larga experiencia en la elaboración de cartografía que tiene como base una imagen de satélite. Las imágenes originales son rectificadas geoméricamente y convertidas en ortoimágenes, es decir, imágenes donde se puede medir de la misma manera que se hace sobre un mapa topográfico.

El ICC ha trabajado con una gran variedad de sensores de observación de la Tierra: desde los satélites meteorológicos, que dan imágenes de grandes territorios de muy baja resolución, hasta los últimos satélites de alta resolución que permiten obtener imágenes de hasta 60 cm de píxel, pasando por los satélites más tradicionales tipo Landsat y SPOT con resoluciones intermedias. Casi todos estos satélites tienen una órbita polar que permite recubrir sistemáticamente toda la Tierra, de manera que está garantizada la múltiple captura de imágenes de un territorio que permita obviar la inevitable cobertura de nubes. La más o menos alta frecuencia de paso para una zona concreta de la Tierra permite también mantener una cierta homogeneidad en la radiometría de los productos cartográficos finales.

El proceso exige normalmente algunos puntos conocidos en Tierra y localizados en la imagen, así como un modelo de elevaciones del relieve. Todo junto debe de servir para corregir las distorsiones geométricas presentes en las imágenes.

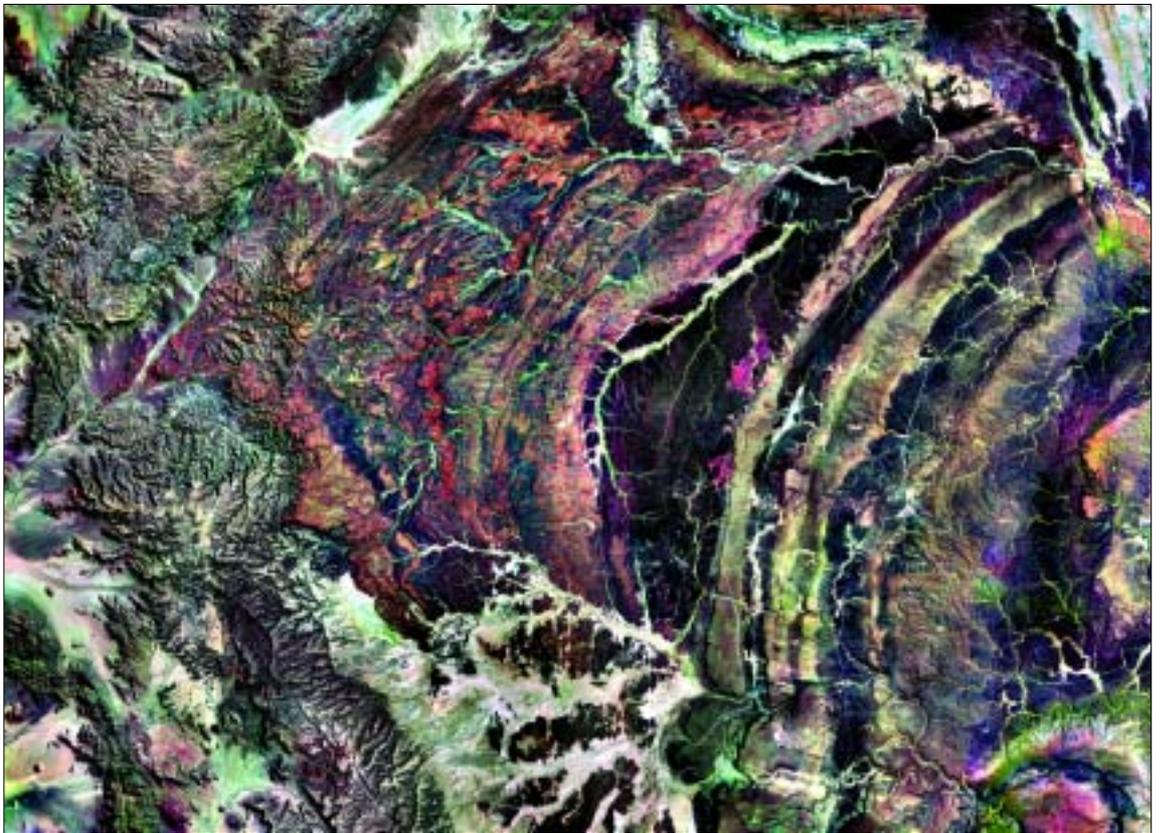
Dado que los sensores de observación de la Tierra cogen varias bandas espectrales en diferentes zonas del espectro, hay la libertad de seleccionar los canales a utilizar y su asignación a los colores rojo, verde y azul. Así, se puede facilitar las tareas de interpretación generando imágenes en color natural o en falso color que resalten alguna característica de interés del territorio.

Las escalas más usadas varían entre la 1:2 000 000 y la 1:10 000 y se encuentran disponibles en versión digital o impresa. En este último caso hay usualmente un proceso de formación de hojas, en el cual se incorporan a la imagen: una selección significativa de toponimia, el marco de referencia geográfico, el corte de la hoja, un gráfico de distribución de hojas, un nombre de la hoja, datos geodésicos de la zona y una breve descripción del proceso utilizado. A veces se añade, también, una leyenda para ayudar a la interpretación de las imágenes, especialmente si se ha escogido utilizar falso color.

Aplicaciones

Algunos de los productos de cartografía imagen elaborados a partir de las imágenes capturadas por distintos satélites son:

- Mapas de imagen de satélite de Cataluña 1:500 000, 1:250 000 y 1:100 000. Realizados en falso color a partir de las imágenes captadas por el sensor TM (Thematic Mapper) de los satélites Landsat-5 y Landsat-7. También hay una versión en relieve.
- Mapa de imagen de satélite de Argentina; 715 hojas a escalas 1:250 000, 1:100 000 y 1:50 000 a partir de imágenes de los satélites Landsat-5 y SPOT.
- Mapa de imagen de satélite de Namibia a escalas 1:2 000 000, 1:500 000 y 1:250 000, a partir de imágenes del sensor TM (Thematic Mapper) de los satélites Landsat-5 y Landsat-7.
- Ortofotomapa de Cataluña 1:50 000. Serie formada por 85 hojas, elaborada a partir de las imágenes del satélite SPOT.
- Cobertura con cartografía de imagen 1:50 000 de la República Dominicana, utilizando imágenes SPOT.
- Ortoimagen de Barcelona 1:10 000 a partir de imágenes del satélite Ikonos.

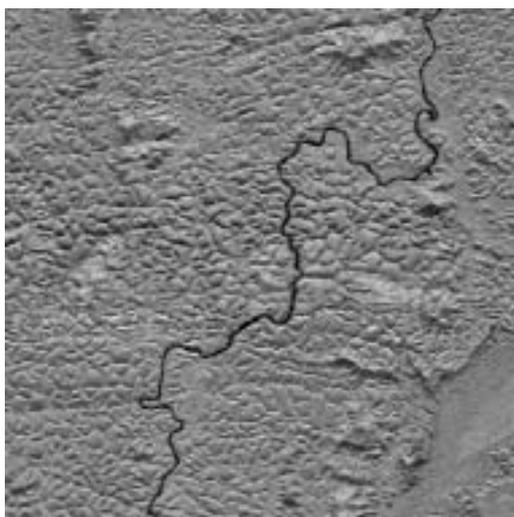


Mapa de imagen de satélite de Namibia 1:2 000 000.

V. Cartografía de imagen

Cartografía a partir de imágenes de radar

Octubre 2004/Versión 2



**Ejemplo de un MET derivado
y de una imagen resultante del sur
de Venezuela.**

La teledetección por radar se basa, casi exclusivamente, en el SAR (Radar de Abertura Sintética). Estos son sensores activos, es decir, utilizan su propia fuente de iluminación del terreno y no dependen de si es de día o de noche y, al poder atravesar sin ninguna dificultad las nubes, tampoco se ven demasiado influenciados por la meteorología, excepto en el caso de lluvia muy

intensa. Estas propiedades los hacen muy apropiados para utilizarlos en aplicaciones cartográficas en zonas con una iluminación pobre (caso de las latitudes altas en invierno) o con una cobertura de nubes muy importante (caso de las zonas tropicales).

La tecnología SAR permite construir imágenes del terreno de muy alta resolución utilizando una antena de dimensiones razonablemente pequeñas. Básicamente lanza un pulso electromagnético, dentro de la región de las microondas, y analiza el retorno, a partir del cual construye la imagen. Esta imagen presenta, en principio, dos valores, uno de intensidad, que mide el porcentaje del retorno de la señal, y otro de fase, relacionado con la distancia recorrida desde el objeto iluminado. Si el sensor es multifrecuencia obtendremos este par de valores para cada una de las frecuencias y si, además, puede trabajar con múltiples polarizaciones conseguiremos un par de valores para cada una de las disponibles.

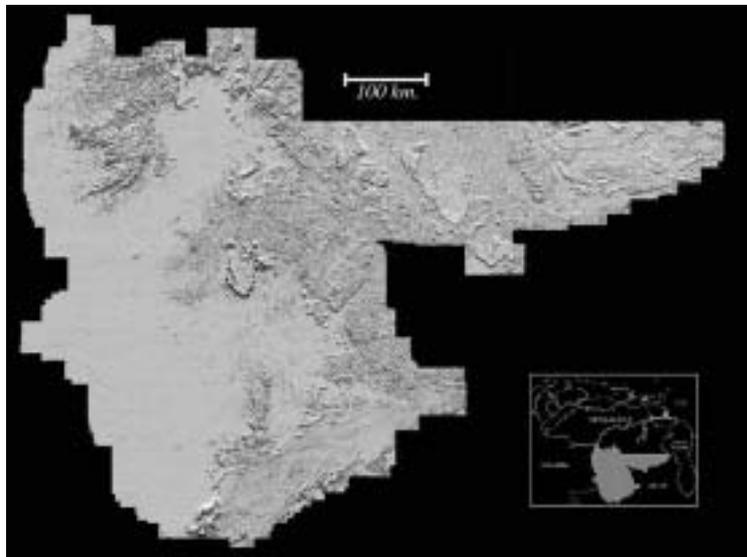
Aplicaciones

Por el hecho de ser una imagen, el sensor SAR nos permite hacer cartografía de imagen del territorio, de la misma manera que nos lo permite hacer un sensor que trabaje en la parte visible o en el infrarrojo cercano del espectro electromagnético. Como ejemplo de este tipo de cartografía tenemos el mapa de imagen a escala 1:250 000 de Cataluña realizado con imágenes ERS-1/2. También se pueden combinar imágenes de diferentes frecuencias o de diferentes polarizaciones para conseguir una imagen en falso color, cosa que podríamos hacer con las imágenes del sensor ASAR del satélite ENVISAT.

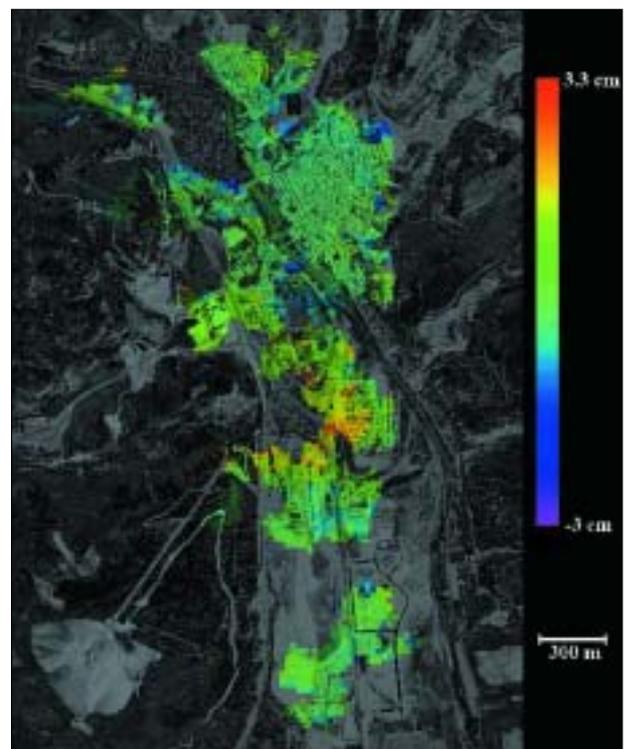
El hecho de que el sensor SAR proporcione una señal de fase que contiene información de la distancia al objeto permite derivar modelos de elevación del terreno. Para esta aplicación interferométrica se trabaja con pares de imágenes de la misma zona, que se diferencian en una pequeña separación de la antena SAR al captar cada una de las imágenes. Con pares de imágenes SAR ERS-1/2 interferométricas, el ICC ha generado un modelo de elevaciones de la Tierra del Fuego (Argentina) con un error RMS menor de 15 m.

Cuando se trabaja con tecnología SAR interferométrica aerotransportada se puede conseguir una mejor calidad del modelo de elevaciones del terreno (MET) derivado, así como una mejor resolución de la imagen resultante. Como ejemplo de un proyecto que ha utilizado esta tecnología tenemos el caso de CARTOSUR, la cobertura de 250 000 km² del sur de Venezuela con imagen y curva de nivel.

Una aplicación un poco diferente de la tecnología interferométrica permite analizar los cambios de alturas que se producen en el territorio entre sucesivas pasadas de las imágenes SAR. Estos cambios, que pueden ser tan pequeños como algunos centímetros, posibilitan hacer el seguimiento de cambios sutiles del terreno, como son los casos de subsidencia producidos por vulcanismo o por otras razones. En concreto el ICC ha estudiado el proceso de subsidencia en ciertas partes del Bages debido a disolución de terrenos salinos a partir de series multitemporales de imágenes ERS-1/2, con coincidencias muy altas con el trabajo geodésico tradicional.



Cobertura del proyecto CARTOSUR.



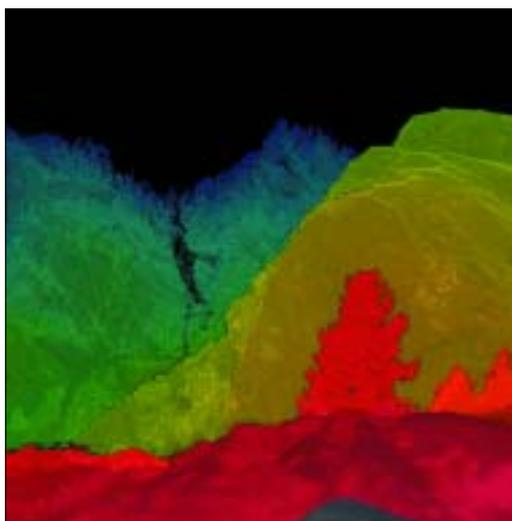
Estudio del proceso de subsidencia en el Bages.

VI. Fotogrametría y sistemas de representación cartográficos

Fotogrametría terrestre.

Láser terrestre

Octubre 2004/Versión 2



Modelo de las gargantas de Núria.

Los sistemas láser terrestre se basan en el cálculo de puntos 3D a partir del tiempo que tarda un pulso láser en rebotar en un elemento y volver al sensor de captura. Los sistemas láser terrestre (como los sistemas aerotransportados) permiten la captura masiva de puntos con gran precisión y productividad, pudiendo sustituir otras técnicas basadas en la fotogrametría terrestre. Además, a diferencia de los sistemas aerotransportados, el equipo láser terrestre se puede instalar muy cerca del elemento a cartografiar, lo que permite una mejor precisión en la captura.

El ICC dispone de un sistema láser terrestre Riegl Z-210. Este sistema barre la escena a medir mediante un sistema láser que proporciona medidas de distancia y reflectancia del objeto (imágenes 1, 2), además proporciona información de la textura del elemento ya que tiene la capacidad de observar los canales RGB (imagen 3).

Muchas veces para cubrir una área determinada es necesario combinar diversas escenas que recojan una parte del área, esta combinación se puede hacer mediante la identificación de puntos comunes o bien calculando los parámetros de orientación de cada una de las escenas. A su vez la orientación de las escenas se puede realizar mediante la identificación de puntos con coordenadas conocidas en las imágenes o mediante la transferencia directa de los parámetros de orientación de un sistema GPS/INS. La combinación de diversas salidas de escáner permite generar modelos 3D de edificios y otros elementos de interés (imagen 4).

Aplicaciones

Modelaje de ciudades. El uso de los sistemas láser terrestre facilita la realización de maquetas de edificios o ciudades así como la creación de modelos de realidad virtual 3D precisos y con textura fotográfica gracias al canal RGB de que dispone.

Topografía de minas/vertederos. Los sistemas láser terrestre son muy adecuados para la elaboración de trabajos en minas o vertederos, ya que realizan las medidas sin necesidad de un acceso directo a los puntos. Se usan principalmente para los cálculos de volúmenes, levantamientos de zonas inaccesibles y en los cálculos de asentamientos.

Levantamientos de túneles. El levantamiento de túneles mediante un láser terrestre es altamente aconsejable dada su alta productividad, ya que minimiza el tiempo de medida y, por lo tanto, de inactividad del túnel.

Ingeniería inversa. La generación de modelos constructivos es uno de los campos de mayor aceptación de las medidas láser. Además, la comparación de la nube de puntos con el proyecto de obra facilitan el control de calidad de las obras.

Medidas de fachadas/edificios. La medida, mediante técnicas de láser terrestre, de edificios singulares permite la generación de modelos de fachadas/edificios con una textura fotográfica realista.



Imagen 1: Reflectancia del objeto en los pulsos láser (intensidad del pulso devuelto).

Imagen 2: Distancia del objeto en codificación color (rojo: cerca, verde-azul: lejos).

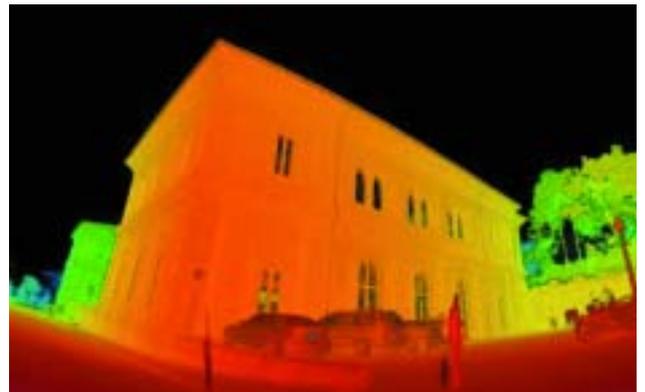


Imagen 3: Canales RGB del objeto.

Imagen 4: Modelo 3D del edificio del ICC.



VI. Fotogrametría y sistemas de representación cartográficos

Sistemas de representación cartográfica en 3D

Octubre 2004/Versión 2



Ortoimagen 1:25 000 en 3D del GeoShow. Área de Organyà.

Los sistemas de representación cartográfica han experimentado una seria transformación desde el advenimiento de los sistemas de visualización electrónica informatizada, no sólo por la facilidad y rapidez con la que se puede trabajar, sino también por la facilidad de operar e interrogar los datos cartográficos obteniendo mapas a la demanda, que a menudo son únicos.

La cartografía, en la constante carrera para acercarse a la realidad que pretende describir, yendo de la mano de potentes procesadores gráficos y de modelos de datos afinados, permite visualizar la representación del territorio en entornos tridimensionales, pudiendo variar la visión y los recorridos en todo momento, siendo ésta la base de la realidad cartográfica virtual.

Desde 1986 el ICC ha desarrollado programas para la realización de este tipo de visualizaciones, primero predefinidas y después completamente interactivas.

En esta última línea, el Instituto ha colaborado en el desarrollo del programa GeoShow 3D, que permite visualizar modelos digitales del terreno (MDT) superponiendo capas de información rasterizadas de manera interactiva, animada, en un entorno de simulador de vuelo.

Las funciones principales del sistema son:

- Gran capacidad de gestión. Representación de un ámbito territorial extenso en imágenes de alta resolución. Es decir, miles de hectáreas presentadas con textura fotográfica a escala 1:2 000-1:25 000 en color sobre un MDT de 15-30 m de malla o de superior detalle. La obtención de la tercera dimensión es posible a partir de la vinculación de la cartografía con el MDT.
- Multicapa. El MDT puede ser texturizado con distintas capas cartográficas ráster, activables a voluntad, por ejemplo ortofoto, mapa topográfico, mapas hipsométricos, cartografía temática, etc.
- Atributos. Una de las prestaciones más relevantes de GeoShow3D es su capacidad para gestionar diversa información asociada a elementos de interés distribuidos dentro del territorio representado. Estos atributos aparecen sobre el escenario territorial mediante unos pictogramas.
- Atributos-lugar (toponimia). Posibilidad de visualizar los nombres de lugar de cualquier elemento incluido en el territorio. También es posible la localización automática del observador sobre un lugar concreto (navegación automática) a partir de la selección de su topónimo en el panel de control. Las etiquetas de toponimia son debidamente categorizadas a partir de medidas, colores de fondo, color de letra y situadas a distintos niveles de visualización.

VII. Conocimiento aplicado

Cartografía de usos del suelo a partir de imágenes multiespectrales

Octubre 2004/Versión 2

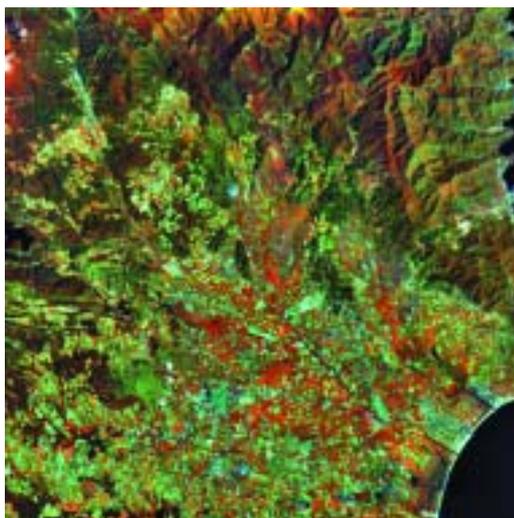


Imagen del satélite Landsat.

Desde hace más de 30 años las imágenes de los satélites Landsat se han utilizado para la extracción de cartografía temática. Uno de los métodos que se usa con más frecuencia para la obtención de mapas de usos del suelo es la clasificación supervisada de imágenes multiespectrales.

Desde el año 1982, y cada 5 años, el ICC ha llevado a cabo una clasificación de usos del suelo de Cataluña (hasta 21 clases) a partir de imágenes de satélite de la serie Landsat, con una esmerada determinación de errores. El mapa se ha utilizado para análisis territoriales que alcanzan la totalidad del territorio de Cataluña o de partes significativas del mismo. En el año 2003 se empezó la quinta versión de este mapa, utilizando como elementos de base un mínimo de 3 imágenes del sensor ETM del satélite Landsat-7.

Para esta clasificación del territorio se debe tener en cuenta el último mapa de usos del suelo, para minimizar los posibles errores a introducir en la presente actualización. Por esto, se trabaja con un clasificador contextual, que usa los píxeles de la imagen en parcelas o teselas naturales que se etiquetan en una clase en bloque.

También hay un proceso de control por expertos que conocen en profundidad el territorio, para detectar posibles incoherencias en el proceso automático, pero en cualquier caso se continúa trabajando con las teselas como entidades, reasignándolas a una nueva clase, si es necesario. Naturalmente, se dispone de las series ortofotográficas de Cataluña que elabora el ICC a distintas escalas, concretamente a escala 1:25 000 y 1:5 000, en color o infrarrojo color. Para las clases más urbanas se hace un tratamiento especial, dado que la resolución de las imágenes Landsat se considera poco apropiada para estas entradas de la leyenda. Al final se pretende obtener un mapa de usos del suelo con un acierto superior al 85% de todas las entradas de la leyenda, cuando se trabaja con la totalidad de los datos (con toda Cataluña). Este grado de confianza en los datos se reduce drásticamente cuando se trabaja con unidades más pequeñas, como es el caso de una comarca o de un municipio. Para poder asegurar estos niveles de confianza, en el año 2003 aumentó el grado de supervisión para mantener el nivel de acierto para todas las clases también a nivel comarcal.

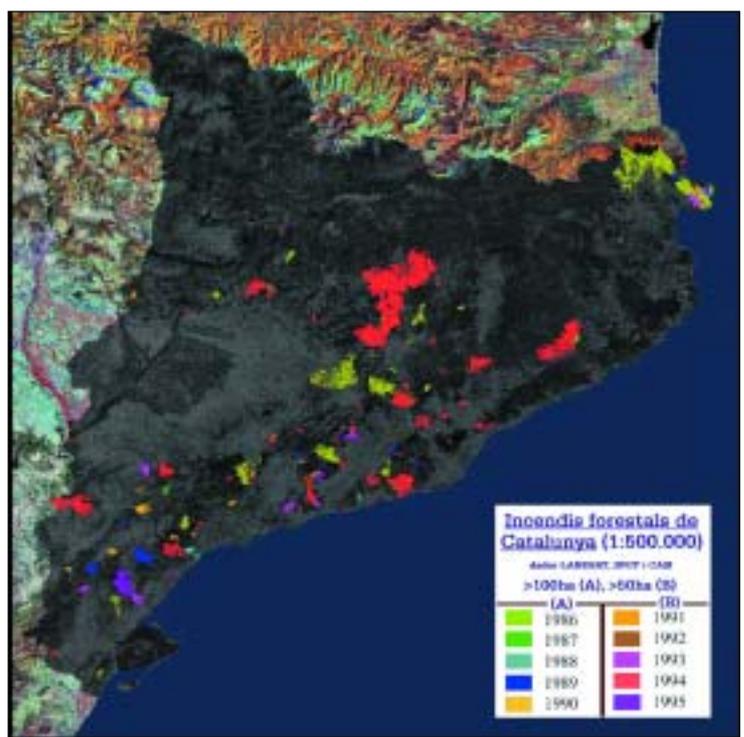
Aplicaciones

Una aplicación paralela del mapa de usos del suelo es la determinación anual que hace el ICC desde 1986 de las zonas afectadas por incendios forestales de más de 50 ha (de más de 20 ha a partir del 2002). En este caso se elabora una clasificación multispectral con imágenes de antes y después del incendio, de manera que se determina el área afectada. Realizando la intersección con el último mapa de usos del suelo se puede conseguir la determinación de los usos afectados por el incendio, y con los mapas sucesivos se puede hacer el seguimiento de la evolución de las áreas afectadas por incendios forestales.

Las principales aplicaciones que usan estos datos son las orientadas a la ordenación del territorio, la planificación territorial o el análisis y seguimiento del medio ambiente.



La información temática del mapa está definida por 21 clases de usos del suelo.

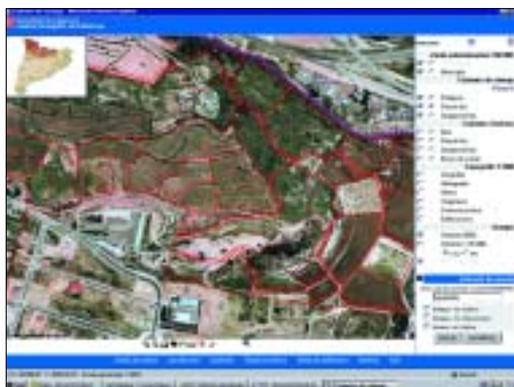


Mapa de zonas afectadas por incendios forestales.

VII. Conocimiento aplicado

Catastro de rústica

Octubre 2004/Versión 2



Parcelación sobre ortofoto.

El catastro de rústica es un inventario organizado de los objetos territoriales relacionados con la propiedad inmobiliaria. Está constituido por un conjunto de datos y descripciones de los bienes inmuebles con expresión de superficies, situaciones, límites, cultivos o aprovechamientos, calidades, valores y otras circunstancias físicas, económicas y jurídicas que dan a conocer la propiedad territorial y la definen en sus distintos aspectos y aplicaciones.

Renovación del catastro de rústica

Trabajos preparatorios. En primer lugar se volcará en el ortofotomapa 1:5 000 (3a versión) la documentación parcelaria existente. Según el grado de parcelación del territorio se podrán usar ampliaciones.

Trabajos de campo. Parcelación y subparcelación del terreno, delimitación del diseminado urbano y toma de datos de las construcciones agrarias. Cuando una parcela catastral no presente características homogéneas respecto al cultivo o aprovechamiento, se subdividirá en subparcelas que sí ofrezcan una uniformidad de cultivo o aprovechamiento. Se procederá a la calificación y clasificación.

Investigación y titularidad. La investigación de la titularidad de los bienes inmuebles es uno de los objetivos principales de la renovación del catastro de rústica. Por lo tanto, la identificación de los titulares debe ser lo más completa posible, así como los datos correspondientes a su domicilio fiscal y NIF.

Grabación y digitalización de los datos. Se digitalizará toda la información catastral. También se recogerá la información geográfica que debe configurar las características morfológicas generales del territorio: divisiones administrativas, hidrografía, vías de comunicación, infraestructura rústica. Se grabarán todos los datos recogidos durante la realización de los trabajos.

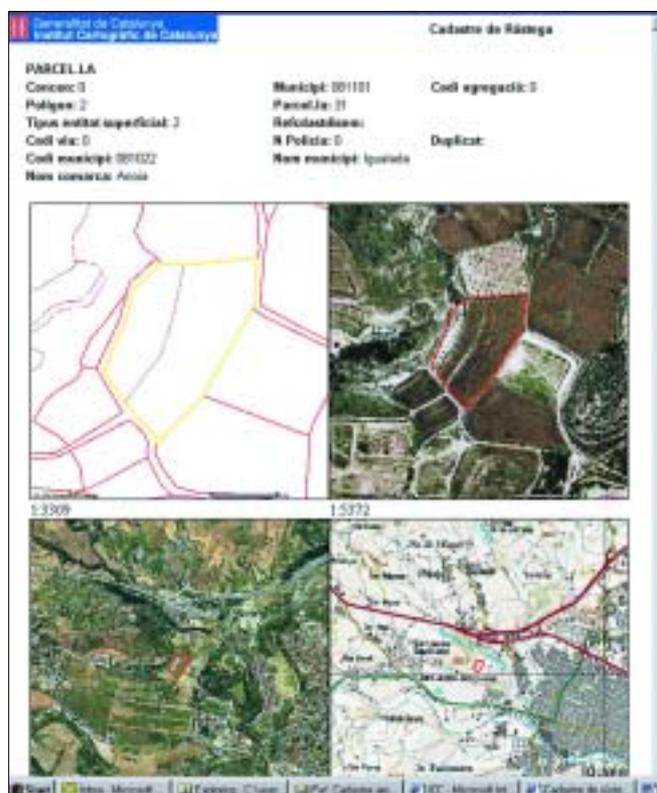
Exposición al público, recogida de reclamaciones y corrección de errores. La documentación resultante se expondrá, como mínimo, 15 días hábiles en las oficinas municipales, para garantizar a los interesados la posibilidad de verificar la exactitud de los datos reflejados en el nuevo catastro.

Edición de documentación. Una vez incorporadas las modificaciones resultantes de la exposición pública, se emitirá la documentación definitiva; literal y gráfica, en soportes de papel y digital.

Servidor de datos catastrales

Sus objetivos son:

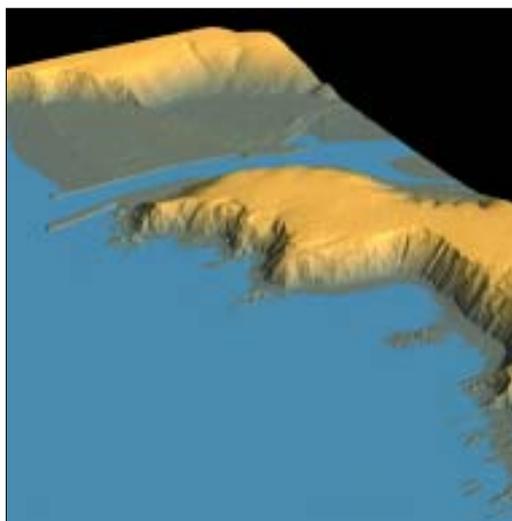
- Integrar la información gráfica y alfanumérica del catastro de rústica, de manera que permita una explotación eficaz.
- Visualizar la información gráfica del catastro de rústica y consultar la información alfanumérica asociada.
- Posibilitar la consulta del Ortofotomapa de Catalunya en continuo a escalas 1:25 000 color, 1:25 000 IRC, 1:5 000 blanco y negro, y 1:5 000 color, con la base toponímica incorporada, para que sirvan de referencia territorial de la cartografía catastral.
- Crear una interficie amigable para la consulta: zoom, búsqueda y ajuste del mapa por entidad seleccionada (parcela, subparcela, propietario, entre otros), elaboración e impresión del documento cédula catastral.



Ficha con la información del catastro sobre cartografía.

VII. Conocimiento aplicado

Seguimiento del litoral Octubre 2004/Versión 2



Vista perspectiva de la ría de Pravia y cabo Espíritu Santo (Asturias). Colaboración ICC-INDUROT.

El cartografiado de costas es una de las principales aplicaciones del altímetro láser aerotransportado (LIDAR). En nuestro país estos estudios tienen mucho interés. Los rompeolas construidos para proteger muchas de nuestras playas no pueden evitar la erosión en caso de tormentas muy fuertes y constituyen una barrera que impide su regeneración natural. Por este motivo, hay que regenerar las playas artificialmente después de los episodios más fuertes de tormenta.

Aplicación

Con el LIDAR aerotransportado se pueden medir los volúmenes de arena desplazada y analizar como varía la línea de costa. Se ha realizado una prueba piloto en la playa del Bogatell, de Barcelona, para mostrar las posibilidades de esta técnica.

Durante los primeros meses de 2002 hubo fuertes tormentas que afectaron seriamente las playas del municipio de Barcelona y las administraciones implicadas llevaron a cabo un proyecto de regeneración artificial de la playa del Bogatell.

Los días 17 de abril y 23 de julio de 2002 se realizaron dos vuelos sobre la playa de Barcelona, entre el puerto y la desembocadura del Besòs. El día 17 de abril se analizaron los cambios de la playa del Bogatell, que estaba muy afectada, dadas las fuertes tormentas que tuvieron lugar poco antes. El día 23 de julio la playa ya estaba regenerada. Los dos vuelos se hicieron a 2 300 m de altitud. El día 17 se realizaron tres pasadas y el día 23 dos.

Resultados obtenidos

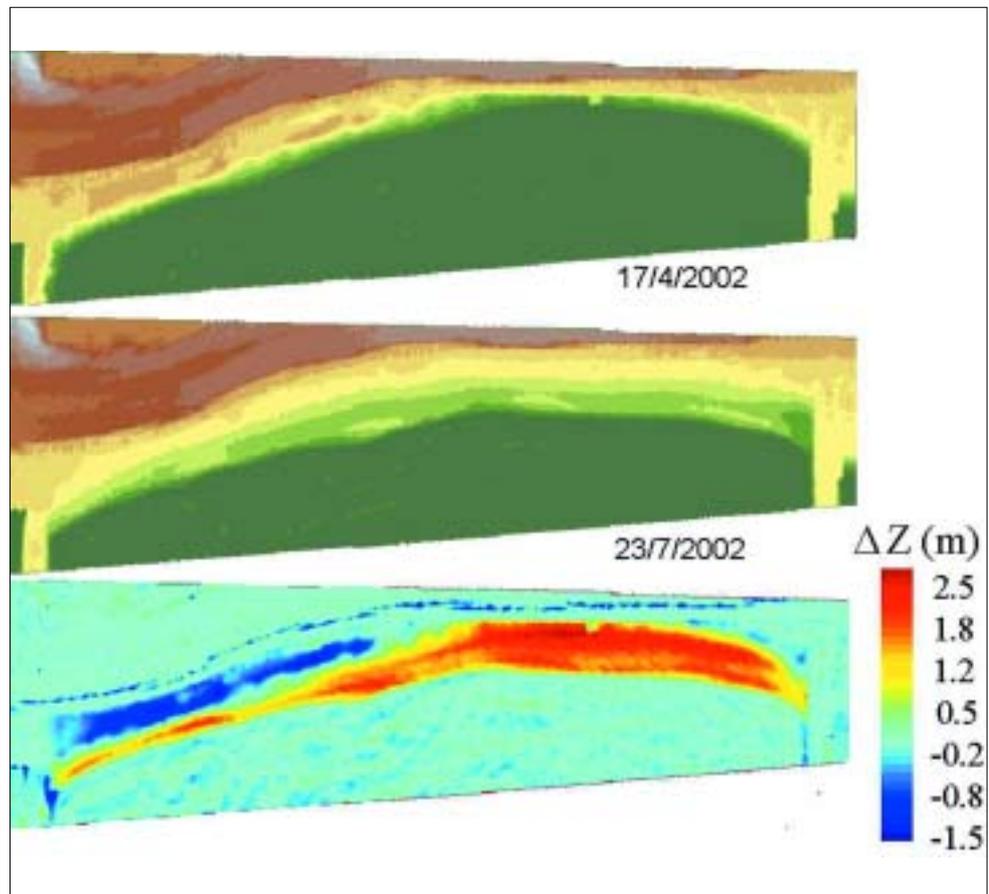
Las figuras 1 y 2 son representaciones en tintas hipsométricas de los modelos digitales del terreno obtenidos correspondientes a los días 17 de abril y 23 de julio de 2002. El paso de malla del modelo del terreno generado es de 1 m.

La figura 3 es una representación del modelo de diferencias. En la parte superior se puede apreciar una línea azul que corresponde a la balastrada del paseo marítimo. Es un artefacto introducido por el error en planimetría del sistema (cerca de un metro). La medida altimétrica tiene una precisión RMS de 20 cm.

En estos cálculos no se ha tenido en cuenta la arena añadida o retirada debajo del agua, dado que el sensor no puede tener medida batimétrica, y sólo se han contado los cambios fuera del agua. Se puede constatar que casi en toda la longitud de la playa ha habido un incremento de superficie. En cambio, al lado del rompeolas sur ha habido una pequeña disminución.

Diferencias en volumen y superficie de arena

Diferencia de volumen positiva	23 884 m ³	Aportación de la regeneración realizada
Diferencia de volumen negativa	4 320 m ³	Pérdida de volumen (arena reutilizada)
Diferencia de superficie positiva	12 082 m ²	Superficie regenerada
Diferencia de superficie negativa	239 m ²	Superficie perdida



Figuras 1 i 2: La primera figura muestra la playa del Bogatell el 17 de abril de 2002. La segunda el día 23 de julio del mismo año.

Figura 3: Diferencia de modelos.

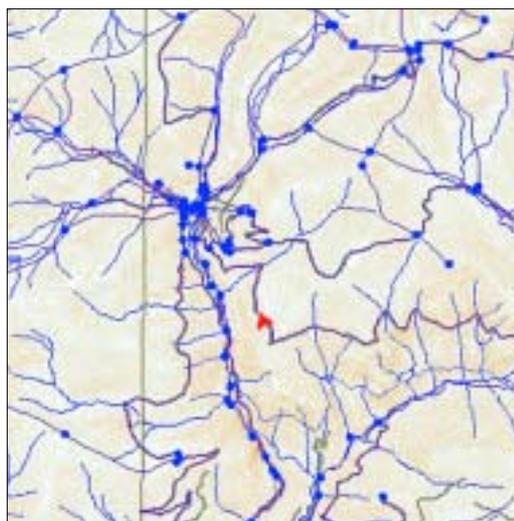


INSTITUT CARTOGRÀFIC
DE CATALUNYA

VII. Conocimiento aplicado

Sistemas basados en la localización

Octubre 2004/Versión 2



**Detalle de la posición (flecha roja)
y de los puntos de interés y rutas
generadas por la aplicación
PARAMOUNT.**

Uno de los ámbitos más atractivos de aplicación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), sobretodo gracias a los espectaculares avances vividos en el ámbito de las telecomunicaciones y de los sistemas de posicionamiento globales (GPS), es el de los sistemas basados en la localización (SBL).

La logística de estos sistemas se basa en la existencia de un núcleo central en el cual se reciben los datos, especialmente de ubicación, de un número ilimitado de usuarios conectados con

distintos tipos de dispositivos móviles (teléfono móvil, PDA, tabletPC). Estos, a parte de encontrarse perfectamente localizados dentro del ámbito geográfico, pueden realizar peticiones de información a la central y recibir estos datos o las órdenes pertinentes.

La importancia de disponer de información en tiempo real de la ubicación de los distintos usuarios, especialmente en el ámbito profesional, o de los distintos tipos de recursos móviles de una organización, es un aspecto crucial a la hora de gestionarlos, permitiendo:

- Realizar planificaciones de las operaciones con un conocimiento detallado de la situación actual y minimizando los costes de explotación en función de diversas variables.
- Asignar recursos a necesidades y emergencias concretas que surgen durante la ejecución de acciones planificadas.

El Institut Cartogràfic de Catalunya, como entidad de referencia en el ámbito de la cartografía, dispone de los conocimientos y tecnologías necesarios para llevar a cabo estos proyectos, integrando soluciones a medida basadas en entornos informáticos cliente-servidor.

En referencia a la parte servidora, se desarrollan aplicaciones que permiten, desde las salas de control, la monitorización de todos estos recursos, así como la comunicación con cada uno de ellos utilizando distintas tecnologías (GSM, GPRS, trunking).

En la vertiente de los clientes (usuarios del sistema), las aplicaciones desarrolladas también disponen de un amplio abanico de funciones que facilitan su tarea sobre el terreno.

Aplicaciones

Seguidamente se resumen algunos escenarios donde la utilización de los SBL ofrecen grandes ventajas:

Servicios de localización y rescate en alta montaña. Un buen ejemplo es el proyecto PARAMOUNT, que ha desarrollado el ICC en colaboración con otros organismos y empresas europeas.

Gestión de los recursos móviles disponibles dentro de una organización. Consiste en conocer la posición de cada uno de los recursos móviles y en la planificación de las posibles actuaciones.

Integración y actualización de datos tomados en el campo usando dispositivos móviles. Para acortar muy significativamente el tiempo necesario para poner estos datos a disposición de los usuarios del sistema.

Servicios de información al ciudadano. Permiten, dada su posición, calcular que recursos hay disponibles, por ejemplo, dentro de una distancia determinada (hospitales, gasolineras, puntos de información turística, hoteles, restaurantes, entre otros).



Detalle del trazado GPS (puntos rojos) de un vehículo en la zona de Franciac, N-II.

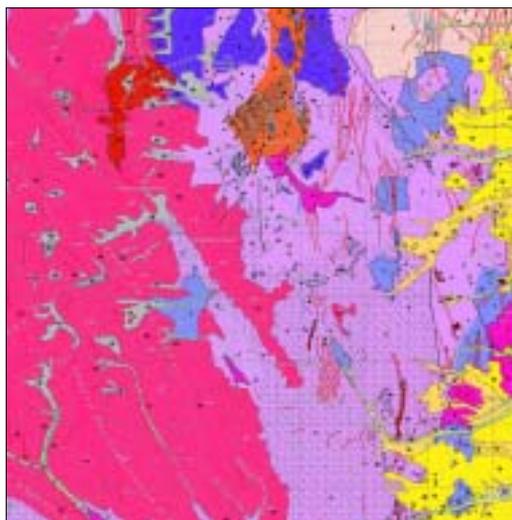


INSTITUT CARTOGRÀFIC
DE CATALUNYA

VII. Conocimiento aplicado

Geología

Octubre 2004/Versión 1



Carta geológica de la República Argentina 1:100 000.
Hoja Paraje Castaño Nuevo.

composición litológica de los materiales, el contenido fosilífero, muestras de laboratorio y, en general, todos los parámetros geológicos.

Todos los mapas geológicos que se elaboran en el ICC llevan asociadas bases de datos digitales que conllevan la adecuación y la sistematización de los datos de la constitución geológica del territorio y la generación de un soporte geológico de base, homogéneo y continuo para todo el territorio.

Los productos elaborados para Cataluña son los mapas geológicos a escalas 1:250 000-10 000 que se distribuyen en formato papel y/o digital. De los productos elaborados para otros países, hay que citar el Mapa geológico Paraje Castaño Nuevo 1:100 000 (Argentina). Además de estos productos, se trabaja en el reconocimiento geológico y en estudios geológicos específicos para la obra pública y en el análisis medioambiental.

Hidrogeología

El ICC trabaja en el estudio hidrogeológico de infraestructuras lineales determinando las principales afecciones que se pueden originar en las aguas subterráneas del entorno y evalúa las implicaciones que estas aguas producirán en la infraestructura, tanto en la fase constructiva como en la de explotación. Otros proyectos comprenden la cuantificación de las reservas de agua disponibles y el estudio de la propagación de contaminantes.

Las tareas principales en el campo de la hidrogeología engloban el inventario de pozos de agua y el análisis de piezometrias, la recogida de datos del subsuelo con la instalación e instrumentación de sondeos, la realización de los sondeos y de los ensayos hidrogeológicos, la elaboración de columnas de sondeos, las campañas de toma de muestras de agua, la determinación del grado de vulnerabilidad de los acuíferos y la definición del comportamiento de los distintos litotipos.

Dentro de esta área de trabajo se incluye la cartografía geológica, la hidrogeología, y la geotécnica e ingeniería geológica.

Cartografía geológica

El objetivo de la línea de trabajo de la cartografía geológica del ICC es la realización, publicación y difusión de series geológicas del territorio de Cataluña, en primer lugar, y del resto del mundo, en segunda instancia.

La elaboración de estas series conlleva trabajo de gabinete y de campo con la recopilación de información geológica de superficie y de subsuelo, analizada y complementada con un reconocimiento fotogeológico soportado por la interpretación de las ortoimágenes, la interpretación de la estructura de los materiales, que incluye secciones o cortes geológicos, el reconocimiento de los afloramientos, el análisis macroscópico de la

Los ensayos hidrogeológicos, los análisis de las piezometrías y los análisis químicos permiten identificar y caracterizar los parámetros hidráulicos, el régimen de funcionamiento y las características hidroquímicas de los acuíferos. El seguimiento de la actividad de los acuíferos permite elaborar modelos matemáticos de funcionamiento hidrogeológico con simulaciones de flujos.

Se instalan redes de piezómetros para el estudio del comportamiento de las unidades litológicas afectadas por infraestructuras lineales, para el estudio del impacto hidrogeológico con la simulación y variación de la permeabilidad y para el estudio de la transmisividad posterior a la construcción de la infraestructura con las posibles oscilaciones del nivel freático.

Otras tareas hidrogeológicas, como la delimitación de los perímetros de protección de aguas que permiten establecer la vulnerabilidad de los acuíferos, los ensayos de bombeo que permiten seguir la evolución del nivel freático y la modelización de contaminantes, se basan en las prospecciones geofísicas.

De los proyectos internacionales elaborados en este campo, hay que citar el proyecto de intercambio de materia y circulación del agua en el medio cárstico en once sistemas hidrogeológicos, los estudios integrados de cuencas sedimentarias europeas y la aproximación global multidisciplinaria a la circulación de aguas subterráneas en áreas cársticas y sus consecuencias en los recursos hídricos y estudios medioambientales.

Geotecnia e ingeniería geológica

La ingeniería geológica incluye todos los trabajos relacionados con la exploración y la caracterización geológica, hidrogeológica y geotécnica para la edificación, el urbanismo, la obra pública o los riesgos de origen geológico. Estas actuaciones combinan diversas técnicas, como la geofísica, la geodesia, la teledetección y la ingeniería.

Las obras públicas de edificaciones, túneles, carreteras, viaductos, etc. requieren estudios geológicos, geotécnicos e hidrogeológicos específicos. Estos estudios tienen, entre otros, los objetivos siguientes: la caracterización geológica y geotécnica del terreno para la obra civil y la edificación; la realización de sondeos y ensayos in situ, definición de las tipologías de los cimientos de las obras de fábrica, cimentaciones y cargas de terraplenes de tierras y muros; definición de la aptitud para la obra, incluyendo el análisis de factibilidad de la reutilización de las tierras de desmonte y la aptitud de la plataforma (identificación, evaluación y cubicaje de vertederos, materiales de préstamo y canteras); modelización numérica del comportamiento previsible del terreno, estabilidad de taludes con el diseño de terraplenes; análisis del peligro y del riesgo de caídas de rocas, modelización de trayectorias y establecimiento de medidas correctoras, y estudios, proyectos, dirección de obras y evaluación económica de alternativas.

Aplicaciones

Para un adecuado uso del territorio es fundamental disponer de información precisa sobre sus características para que permita el desarrollo de cualquier obra pública o edificación. La cartografía geológica, la hidrogeología, y la geotecnia e ingeniería geológica son una herramienta básica de partida en la cual se apoyará la planificación territorial garantizando la seguridad, la estabilidad y la durabilidad de una infraestructura.

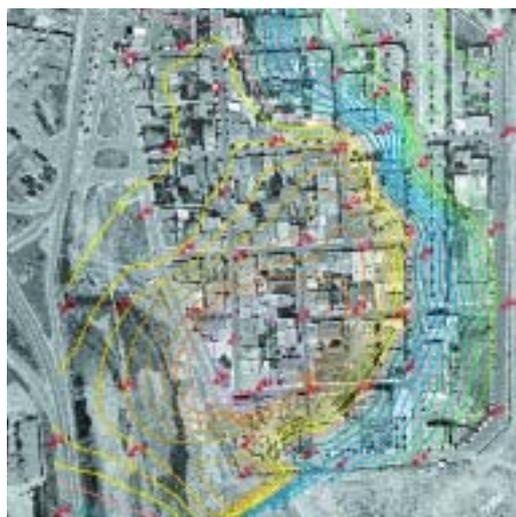


Estudio de la circulación de aguas subterráneas en áreas cársticas.

VII. Conocimiento aplicado

Riesgos geológicos

Octubre 2004/Versión 1



Subsidiencias y hundimientos súbitos (colapsos).

A pesar de las mejoras realizadas en el conocimiento, en la predicción, en las medidas mitigadoras y en los sistemas de alerta de los riesgos naturales, las pérdidas económicas y los accidentes provocan impacto en las comunidades a lo largo del territorio, lo que comporta la degradación ambiental. El incremento de población y la mayor complejidad de nuestra sociedad conlleva una mayor extensión de las áreas precursoras de los riesgos naturales haciendo que cada vez más se ocupen áreas susceptibles de riesgos.

El ICC asume trabajos técnicos sobre riesgos naturales mediante estudios para la identificación, la delimitación y la cuantificación de áreas específicas de riesgo, dando, así, apoyo a la planificación territorial. Estos trabajos comprenden la evaluación de la peligrosidad y del riesgo

geológico, la instrumentación, la auscultación, los ensayos in situ, la modelización de los riesgos geológicos y la propuesta de medidas preventivas y correctoras.

Hundimientos súbitos y subsidiencias. Se evalúa su extensión y su posible evolución, aportando la información necesaria para adoptar las medidas preventivas y correctoras más adecuadas en la correcta planificación y ordenación de las actividades que tienen lugar en los terrenos. La caracterización geológica del subsuelo es fundamental para el estudio de los hundimientos en el entorno de antiguas ciudades mineras. Estos trabajos de geología dedican una especial atención a detectar las unidades explotadas y las formaciones o discontinuidades que puedan constituir vías de agua y puedan provocar el colapso de las unidades supraadyacentes. La detección se basa en la prospección eléctrica, que define los materiales superficiales y las morfologías de los contactos entre las formaciones involucradas (tomografía eléctrica), y en la prospección sísmica, que caracteriza la estructura y las características litológicas (sísmica de reflexión).

Estabilidad de vertientes (desprendimientos y caídas de bloques). Se analizan y se modelan las trayectorias de los bloques con los parámetros de velocidad, energía y alturas de rebotes, lo que permite la priorización de las actuaciones. Diseño de los sistemas de protección y alerta, y seguimiento periódico de las vertientes. Estudios y proyectos de estabilización mediante medidas de seguridad tanto activas como pasivas.

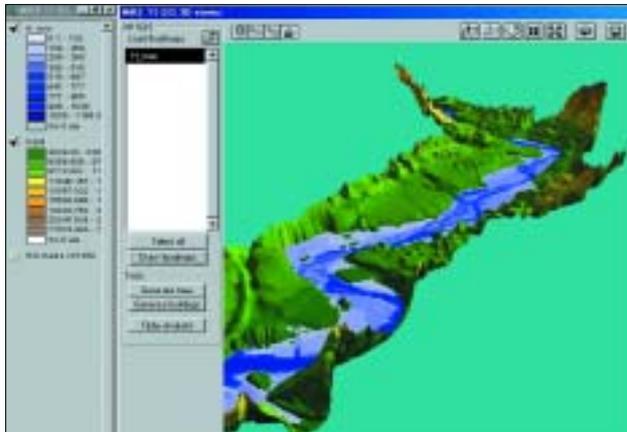
Terremotos. El control de la actividad sísmica se hace con la monitorización de redes de registro (sísmico y acelerométrico) con diferentes sistemas de transmisión de datos (tecnología espacial VSAT, telefonía móvil GSM, radio, etc.), que permiten disparar en tiempos real las alertas sísmicas.

Otros trabajos dentro de los estudios de terremotos comprenden el riesgo sísmico de emplazamientos, con la caracterización de la peligrosidad sísmica, los estudios de microzonación sísmica y la simulación de escenarios de daños.

Integración de los espacios inundables en la planificación. El ICC trabaja en la modelización de las avenidas de ríos en la cartografía y en la ingeniería hidráulica para delimitar las zonas inundables del dominio público hidráulico para proponer las medidas preventivas y correctoras, y sugerir las actuaciones más adecuadas de defensa, protección del ecosistema y el sistema geomorfológico.

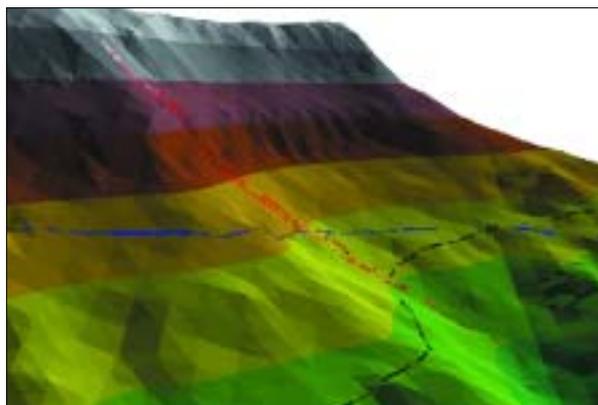
Con la implementación de la tecnología de altimetría láser aerotransportada (LIDAR), se obtiene un modelo digital del terreno muy preciso que mejora considerablemente la calidad de los estudios de inundabilidad y permite generar modelos hidrológicos y hidráulicos más fiables de las áreas inundables. En los modelos hidráulicos obtenidos se pueden dibujar los límites de áreas inundables en cada tramo del curso del río y, por lo tanto, delimitar las zonas más conflictivas en caso de avenidas. Se pueden hacer simulaciones de escenarios de daños y mapas de riesgos. Además, se contemplan los estudios hidráulicos de los barrancos de gran pendiente, donde los flujos obtienen concentraciones elevadas de carga sólida, lo que comporta riesgos hidrogeomorfológicos más allá del riesgo de inundación convencional.

La evaluación de las inundaciones requiere tanto de la gestión de los datos hidrológicos como de los modelos matemáticos y de herramientas de análisis estadístico para la integración de todo el conjunto de datos en sistemas de información geográfica, que permiten la simulación de posibles escenarios de daños.



Modelización hidráulica efectuada a partir de datos topográficos obtenidos con LIDAR.

Afección de una carretera por un hundimiento.



Modelización de bloques.

VII. Conocimiento aplicado

Geofísica y sismología Octubre 2004/Versión 1



Potencialidad sísmica de los Pirineos orientales.

la presencia de diferentes tipos de suelos. Estos estudios son la base para los trabajos de microzonación sísmica en zonas urbanas. En el caso de estudios regionales, se realiza una clasificación geotécnica de las tipologías de suelos, cada una de las cuales da una respuesta particular frente al fenómeno sísmico.

La evaluación de la peligrosidad sísmica se basa en el conocimiento de las deformaciones tectónicas actuales a partir de estudios a medio y largo plazo sobre paleosismicidad, cuantificación de las deformaciones actuales de redes de control geodinámico GPS, de datos de nivelación de alta precisión, del catálogo macrosísmico y de la zonificación sismotectónica. Toda esta información de base permite trabajar en el desarrollo y la validación de métodos para la evaluación de la vulnerabilidad sísmica de edificaciones y líneas vitales, y en la realización de escenarios de daños con las estimaciones de pérdidas económicas.

De los proyectos internacionales en los que ha participado el ICC, hay que citar el proyecto de zonificación transfronteriza y unificada de los Pirineos para obtener informaciones preventivas y operacionales de los riesgos sísmicos; la potencialidad sísmica de los Pirineos orientales; el desarrollo de una metodología de escenarios de daños sísmicos en ciudades europeas, y de otra en España.

Geofísica aplicada

El ICC aplica diversas técnicas de prospección geofísica que permiten conocer la disposición y las características físicas de los materiales del subsuelo. Los campos de actuación comprenden la prospección sísmica (reflexión y refracción), la prospección eléctrica (sondeos eléctricos verticales y tomografía eléctrica) y la testificación de sondeos (diagráfias). Estos datos se complementan, además, con otros de soporte, como el georradar, la gravimetría, el magnetismo, la resonancia protónica, etc.

Sismología e ingeniería sísmica

El conocimiento, el estudio y la divulgación de la sismicidad y del riesgo sísmico son necesarios para la planificación territorial. El despliegue de redes sísmicas es el elemento de referencia para obtener estos conocimientos en las áreas de actividad sísmica moderada y fuerte conocida. Así, la red se compone de estaciones que disponen de sistemas de adquisición de datos analógicos o digitales, de sistemas de comunicación de datos vía teléfono, satélite o por correo postal, y de un centro de recepción de datos sísmicos.

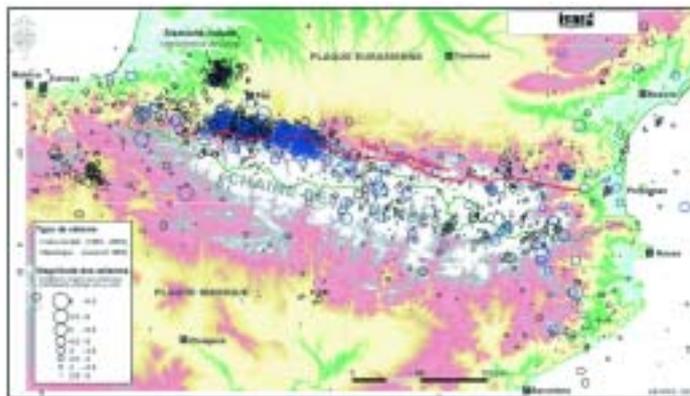
El ICC hace estudios de caracterización del movimiento sísmico del suelo a escala regional y de amplificación del movimiento sísmico debido a

Los métodos eléctricos caracterizan las litologías, la saturación de los materiales y las anomalías del terreno hasta resoluciones decimétricas. Estos métodos se aplican en la búsqueda de agua en los subministros antrópicos, en la detección de restos arqueológicos cercanos a la superficie, en el estudio de los espesores de recubrimiento de viales, en el seguimiento de la intrusión de la cuña marina en las zonas costeras, etc.

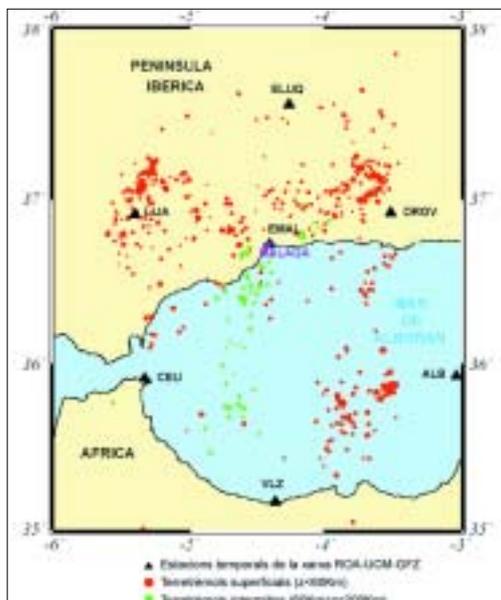
Los métodos sísmicos permiten obtener información de la disposición de las diferentes capas del subsuelo, su grado de compactación y de excavabilidad hasta resoluciones centimétricas. Estos métodos se aplican también en la detección de cavidades en profundidad dentro del campo de los riesgos naturales y/o inducidos por la minería del subsuelo.

Las actividades están dirigidas a los ámbitos de la geología, la ingeniería civil, la hidrogeología, la arqueología, la minería, el medio ambiente y la geotecnia hasta los primeros 300 metros de profundidad. Otros ámbitos de actuación a menudo comprenden trabajos de más profundidad, normalmente de índole sísmica, como soporte a estudios más regionales, caracterización de aparatos volcánicos, estratigrafía y geología estructural, etc. Además, se están llevando a cabo trabajos de investigación tanto a nivel experimental (implantación de nuevas técnicas, modelización, programación, etc.) como a nivel instrumental (con el diseño de prototipos).

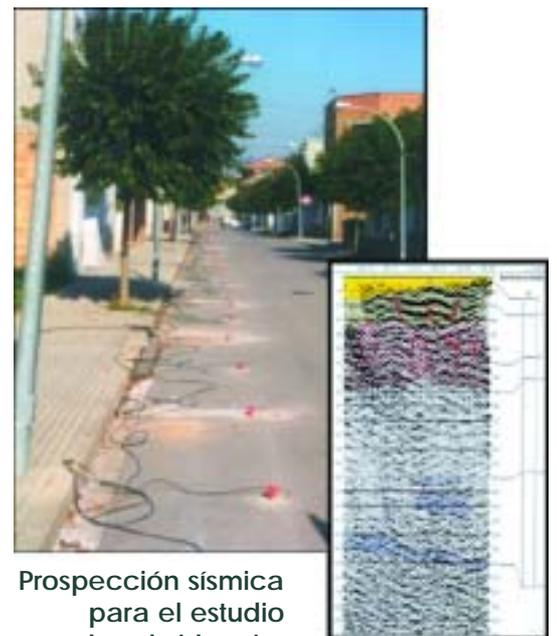
De los proyectos internacionales en los que ha participado el ICC, hay que citar el proyecto de evaluación de la peligrosidad sísmica, efectos del suelo e interacción suelo-estructura en una cuenca instrumentada en el valle de Volvi, Tesalonica.



Sismicidad de la zona pirenaica.



Estudio de riesgo sísmico en el sur de España (proyecto ERSE).

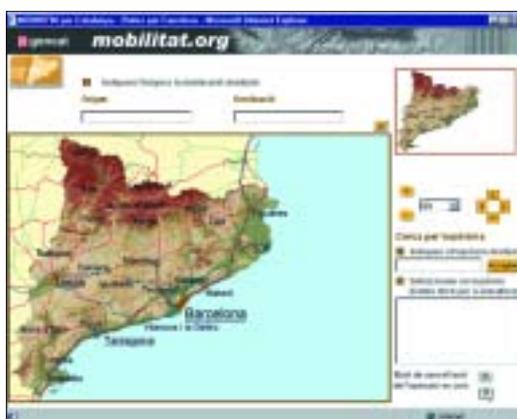


Prospección sísmica para el estudio de subsidencia.

VIII. Sistemas llaves en mano

Sistemas de información geográfica

Octubre 2004/Versión 2



Control de flotas de vehículos.

En el mundo actual resulta cada vez más evidente la necesidad de migrar las fuentes cartográficas desde soportes de carácter analógico hacia los digitales. Todo esto está abriendo nuevas puertas a la hora de automatizar procesos de análisis espacial que, sin la aparición de los sistemas informáticos, eran extremadamente costosos.

La solución a estas necesidades planteadas se materializaron en un tipo de entorno informático de gestión de datos georreferenciables que se llama Sistema de Información Geográfica (SIG). Estos sistemas permiten la vinculación directa de los elementos gráficos que se encuentran en los diferentes documentos cartográficos (mapas, planos) del territorio analizado con sus datos alfanuméricos, tradicionalmente almacenados dentro de gestores de bases de datos, de manera que se gestiona conjuntamente toda la información disponible dentro de una organización. Además, esta vinculación permite realizar análisis muy complejos que engloban múltiples variables y que facilitan la toma de decisiones en los distintos ámbitos económicos y administrativos.

Por esto, el ICC optó por la implantación de estos sistemas informáticos en el ámbito de la producción cartográfica, inicialmente para automatizar los flujos de trabajo internos y, dados los extraordinarios resultados, también apostando por el desarrollo de aplicaciones SIG para nuestros clientes de datos cartográficos, de manera que se pueda dar una solución completa a medida para cualquier entorno susceptible de utilizar datos geográficos.

Dada la evolución que han experimentado los SIG y el mundo de las tecnologías en general, en el ICC se han explorado y desarrollado herramientas para múltiples entornos que dejan a un lado el concepto de datos y aplicaciones residentes localmente. La fuerte implantación de las redes informáticas y, más recientemente, de Internet ha permitido globalizar el uso de los SIG, llegando a usuarios con perfiles no informáticos, pero que necesitan de herramientas sencillas y rápidas que les permitan realizar sus tareas cotidianas. Siguiendo esta línea, el ICC desarrolla e integra soluciones basadas en servidores de datos integrados en entornos cliente-servidor, dando soporte a un gran abanico de perfiles de usuario, desde los usuarios que disponen de amplios conocimientos de las estructuras de datos subyacentes y, por lo tanto, capaces de utilizar herramientas muy potentes y complejas, hasta los que no necesitan conocer esta complejidad y usan herramientas simplificadas (por ejemplo, aplicaciones accesibles con los navegadores de Internet).

Aplicaciones

El ámbito de aplicación de los SIG es enorme. A continuación se da una pequeña relación de los distintos ámbitos de uso:

Gestión y análisis de datos catastrales. Herramientas que permiten acceder a toda la información disponible de una determinada parcela y, por ejemplo, a la representación temática de los distintos valores catastrales de un núcleo urbano.

Evaluación del impacto ambiental. Evaluación del impacto ambiental de las distintas infraestructuras que se desee llevar a cabo en el territorio.

Control de flotas de vehículos. Mediante el uso del GPS y sistemas de telecomunicaciones, se dispone de herramientas para la generación de itinerarios óptimos.

Gestión de los recursos disponibles en caso de emergencias. Determinar las zonas de riesgo y evaluar el impacto en función de las distintas variables que intervienen.

Gestión de redes de infraestructuras. Minimizar los costes de explotación con la detección de funcionamientos anómalos y proveer soluciones.



Detalle de la aplicación del sistema de información geográfico corporativo con acceso por Internet.



Detalle de la aplicación del servicio de emergencia.

VIII. Sistemas llaves en mano

Cadenas de producción fotogramétrica y cartográfica

Octubre 2004/Versión 2



Ortoimagen en color de Barcelona.

Cadena de producción fotogramétrica

El primer paso en la cadena de producción fotogramétrica consiste en la adquisición de datos. Esta adquisición se puede hacer con sensores aerotransportados instalados en aviones fotogramétricos o bien con imágenes tomadas desde satélites de observación de la Tierra.

Actualmente, los sensores de adquisición de imágenes de los que el ICC dispone son:

- Cámaras fotogramétricas (sensores ópticos: analógicos y digitales).
- Compact Airborne Spectrographic Imager CASI (sensor multiespectral). Capta el espectro visible y el infrarrojo cercano.
- LIDAR (sensor láser). Altimetro láser de gran precisión.

Asimismo, se han realizado proyectos con otros tipos de sensores como el radar aerotransportado y, actualmente, se está desarrollando, con tecnología propia, cámaras fotogramétricas digitales.

La captura de información con estos sensores se hace de manera sincronizada con receptores GPS y sistemas inerciales.

La información procedente de los sensores ópticos (cámaras fotogramétricas) se debe revelar y, posteriormente, escanearla. Estos pasos no se hacen si se dispone de información digital.

La orientación de los sensores usa software propio combinando distintos tipos de observaciones: fotogramétricas, apoyo terrestre (datos GPS terrestre), soporte aéreo cinemático (datos GPS embarcado en el avión), datos de actitud que proporciona el sistema inercial y toda información necesaria para garantizar la consistencia de los resultados.

Las imágenes orientadas pueden servir de base para dos procesos:

- Generar modelos digitales del terreno a partir del uso de programas de correlación automática (para posteriormente hacer ortoimágenes).
- Restituir y editar mediante estaciones de trabajo digitales. El resultado de la restitución puede ser o bien la generación de bases de datos topográficos (de las que se extraen mapas topográficos a distintas escalas) o bien el modelo digital del terreno (MDT) obtenido a partir de elementos procedentes de la restitución, como por ejemplo: perfiles, cotas, líneas de rompimiento del pendiente y curvas de nivel.

En el caso de volar con el sensor CASI, el resultado del vuelo es información espectral digital a partir de la cual, una vez orientada y aplicado el modelo digital del terreno de la zona, se puede ortorrectificar.

La información procedente del altímetro láser, una vez orientada y después de un proceso específico, permite generar tanto el modelo digital de superficie, como el del terreno, con un error de unos 15 centímetros en Z.

Al final de estos procesos se debe "formar el mapa" mediante la generación de la carátula y la incorporación, al menos, de la toponimia.

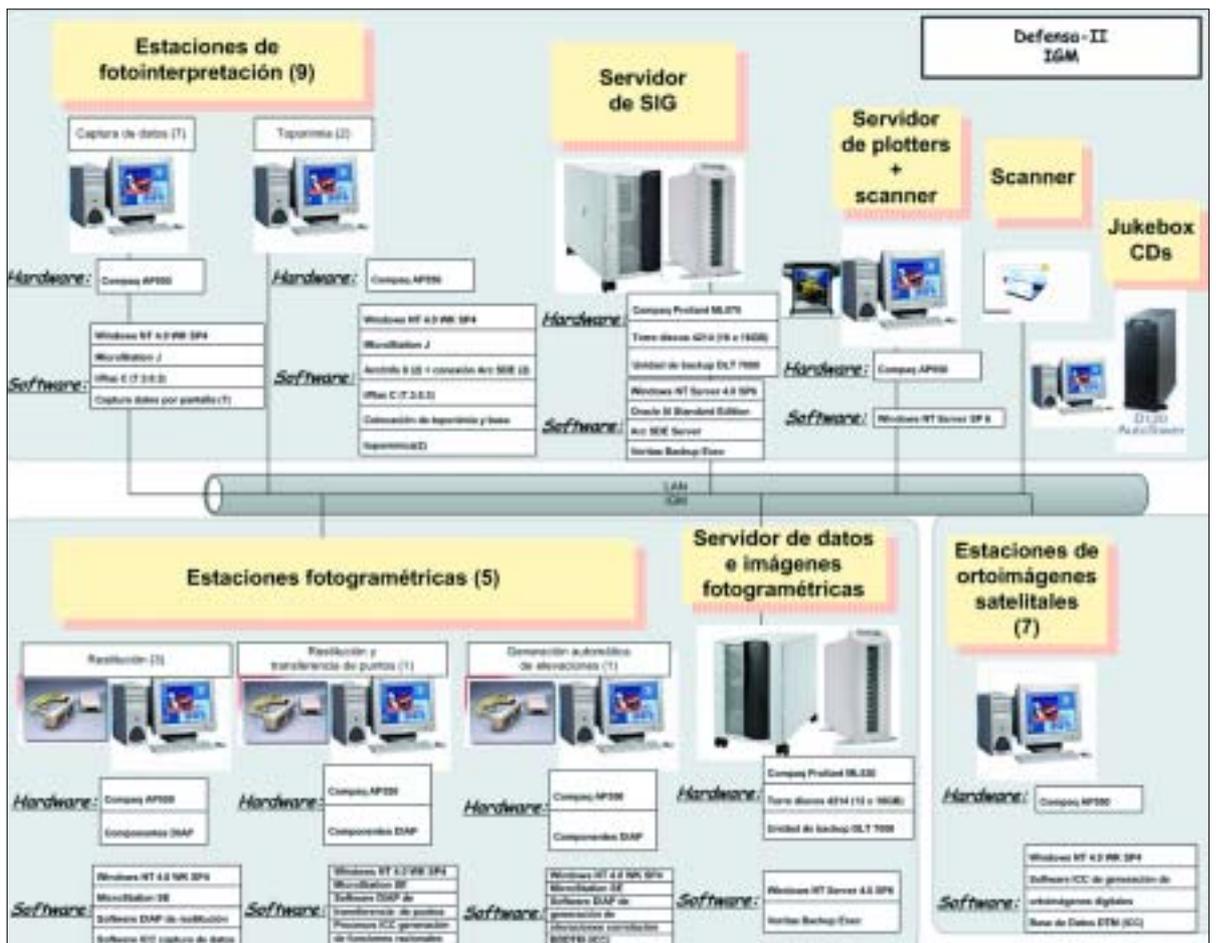
Cadena de producción cartográfica

Inicialmente, se debe definir el documento que pretendemos elaborar (mapa topográfico, temático o derivado), la escala, la información a incorporar y el área a representar. También es necesario conocer el formato de salida (digital o impreso).

Aplicando los estándares de normativa cartográfica y toponímica propios y de instituciones internacionales, se acaba de diseñar el documento. Se jerarquiza y se da prioridad a la información con el objetivo de tener el máximo de datos fácilmente interpretables.

La formación de cartografía se elabora a partir de datos primarios procedentes de diversos sensores y de datos obtenidos con procesos posteriores (rectificación, restitución, edición, etc.), enriquecidos con fotografía aérea vertical, mapas topográficos, temáticos y ortoimágenes ya existentes. Estas tareas se documentan a partir de trabajo de campo, bases alfanuméricas (estadísticas, listados, etc.), bibliografía diversa y datos procedentes de organismos oficiales (información temática diversa).

Una vez el documento está listo, se deben hacer las tareas preparatorias del formato de salida, ya sea en papel, ya sea digital. En el formato digital la información se puede enriquecer con información adicional del tipo multimedia y herramientas de visualización.



Esquema de la instalación del hardware para el proyecto de cartografía topográfica 1:100 000 para la República Argentina.

VIII. Sistemas llaves en mano

Formación

Octubre 2004/Versión 2



I Curso de formación teórico-práctico sobre técnicas cartográficas avanzadas: "Fotogrametría digital".

Los más de veinte años de experiencia en cartografía digital hacen del Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) una institución consolidada que ha realizado transferencia de tecnología en otros organismos. En la mayoría de proyectos "llaves en mano", en los cuales el ICC ha participado, siempre ha reservado un capítulo importante a la formación y capacitación de los técnicos que han de usar los resultados del proyecto. Un correcto uso de las herramientas que actualmente se tienen al alcance permite un

aprovechamiento más grande de los datos cartográficos. Es importante resaltar los siguientes cursos ligados a proyectos de más envergadura que han sido realizados por el ICC, ya sea en nuestras instalaciones o bien en el extranjero:

- Defensa I. Argentina. Curso sobre técnicas de cartografía de imagen de satélite.
- Proyecto PITSA I. Venezuela. Curso sobre técnicas de cartografía digital, SIG y catastro.
- Proyecto PITSA II. Venezuela. Curso sobre técnicas de cartografía digital, SIG y catastro.
- Cartosur. Venezuela. Curso sobre técnicas de cartografía de radar.
- Training in GIS. Namibia. Curso sobre sistemas de información geográfica enfocados a datos censales.

Como se puede ver, el ICC, además de realizar ambiciosos proyectos, ha tenido la voluntad de transferir su tecnología formando decenas de técnicos de todo el mundo en los diversos campos de la geomática.

La formación siempre ha sido un elemento muy importante en las actividades del ICC, que se iniciaron con la de los propios trabajadores en áreas como operadores de fotogrametría y fotointérpretes. Estas especialidades requieren formación dado que ni la docencia ni el mercado de trabajo en Cataluña preparaban a técnicos con estos conocimientos.

El alto nivel de especialización de los técnicos del ICC y sus desarrollos específicos en el campo de la cartografía, fotogrametría y tratamiento de imágenes ha sido trasladado a los ámbitos universitarios. Cabe destacar, en este sentido, cursos en escuelas de verano, la dirección de un número elevado de proyectos de final de carrera y la docencia en maestrías dedicadas parcialmente o totalmente a las ciencias de la Tierra.

El ICC, juntamente con el Departamento de Geografía de la Universitat Autònoma de Barcelona, organizó un ciclo de conferencias sobre historia de la cartografía dentro del programa de tercer ciclo de Geografía Humana de esta Universidad. En total fueron once cursos, mayoritariamente documentados con libros centrados en la historia de la cartografía europea e iberoamericana.

Otra colaboración importante con las universidades catalanas es la formación de estudiantes de ciencias relacionadas con la geomática que han sido becados por el ICC.

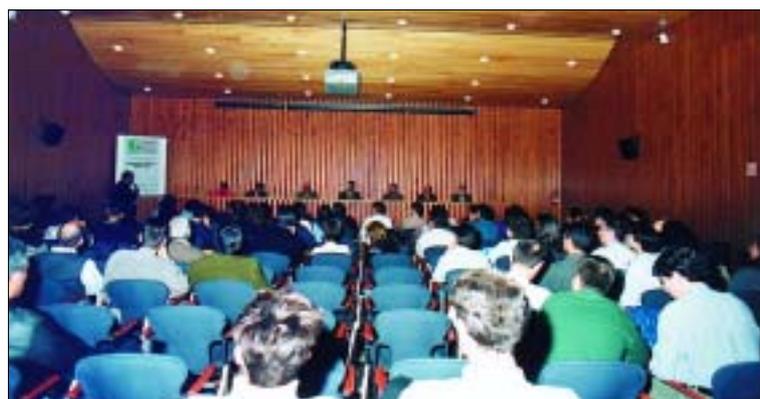
Por otro lado, con el ánimo de difundir al máximo las ciencias de la Tierra en Cataluña, se han organizado diversos congresos, conferencias y cursos como, por ejemplo, la 17a Conferencia de la Asociación Cartográfica Internacional (1995) o el 6º Curso Europeo sobre Cartografía Asistida por Ordenador (1986). Asimismo, es importante citar las cinco ediciones de la Semana Geomática de Barcelona, en la cual el ICC no sólo participa activamente sino que, además, convoca el premio "Jordi Viñas" dirigido a jóvenes investigadores en el área de la geomática.

La relación del ICC con los Institutos Geográficos Nacionales de América del Sur, España y Portugal (asistencia anual a las reuniones DIGSA) ha cristalizado en la formación de técnicos de estos países en técnicas cartográficas. Los cursos tienen carácter anual y se hacen en colaboración con el Centro Geográfico del Ejército, el Instituto Geográfico Nacional y el Área de Cooperació Internacional de la Generalitat de Catalunya. Cada curso cuenta con 60 horas totales de formación distribuidas en sesiones teóricas y prácticas. Hasta la fecha se han convocado las ediciones siguientes:

- Fotogrametría digital (2002). Contó con 15 técnicos de 9 países (Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Paraguay, Portugal, Uruguay y Venezuela).
- Fotogrametría espacial (2003). Contó con 25 técnicos de 7 países (Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, España, Portugal y Venezuela).
- Publicación de cartografía con técnicas digitales (2004). Contó con 22 técnicos de 9 países (Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Panamá, Portugal, Venezuela y Chile).



17a Conferencia Cartográfica Internacional de la ICA.



3a Semana Geomática de Barcelona.



**Geoportal de la Infraestructura
de Datos Espaciales de Cataluña
(IDEC).**

¿Qué es una infraestructura de datos espaciales?

Es un conjunto de componentes (humanos, organizacionales, físicos y lógicos) que permiten interoperar y compartir geodatos y servicios ubicados en distintos entornos de hardware y software, de manera transparente para el usuario, que interactúa como si toda la información estuviera en un único lugar, con la simple utilización de su navegador de Internet.

Una infraestructura de datos espaciales (IDE) permite conocer la información que hay, sus características, y también como acceder y obtener esta información a través de Internet.

El geoportal

Es un conjunto de componentes que da acceso a distintos recursos (información geográfica, noticias, artículos, herramientas de edición de metadatos, servicios de geoprocésos y enlaces) disponibles.

Desde este punto se accede al catálogo de metadatos y al gestor de datos distribuidos (servidor de mapas).

Además, a través del Market Place y de las Páginas Amarillas, aporta una plataforma de contacto entre productores y usuarios de cartografía y datos geoespaciales.

El catálogo de metadatos. Es un punto de acceso a un servidor Web, el cual se puede consultar a través de Internet, y almacenar las descripciones de la información geográfica. El catálogo ayuda a los usuarios a encontrar y, en algunos casos, a recuperar los datos existentes en otros servidores, mediante la información que aportan los metadatos. Las consultas se pueden hacer a través de varios campos (por título, por palabra clave, por nombre de la organización, por coordenadas, entre otros).

Gestor de datos distribuidos. Aplicación cliente que permite consultar la cartografía procedente de distintos servidores de mapas independientemente de su arquitectura (siempre que estos servidores tengan implementado algún conector estándar WFS o WMS de OpenGis), combinar distintas capas de diferentes servidores y crear mapas útiles para el usuario.

Servicios que facilita

- Soporte a terceros para la generación de metadatos.
- Distribución gratuita, mantenimiento y soporte técnico del software para la generación y captura de metadatos (MetaD).
- Hostelaje de los registros de metadatos en el servidor del catálogo Web.
- Consulta en el catálogo de metadatos, por parte de cualquier usuario.
- Acceso (consulta) a geoinformación básica de referencia (mapas topográficos, ortofotos, medio ambiente, centros de interés, etc.).
- Asesoramiento a las administraciones públicas, instituciones, empresas y profesionales, sobre los estándares aplicables en el ámbito de la información geoespacial y su interoperatividad en el entorno Internet.
- Asesoramiento a las administraciones públicas, instituciones, empresas y profesionales, sobre la implantación de una IDE.
- Soporte a instituciones para la creación de IDE sectoriales.
- Hostelaje de datos de las administraciones en servidores de mapas propios.
- Intermediación (broker) entre proveedores y demandantes de información.
- Joint-Venture con otras organizaciones.
- Participación, como partner, en proyectos nacionales y europeos.

Diferentes tipos y capas de cartografía.

Ejes

Catastro



Topográfico 1:5 000

Ortofotomapa 1:5 000



Integración de datos topográficos, ortofotos, medioambientales y planeamiento urbano procedentes de tres servidores distintos.