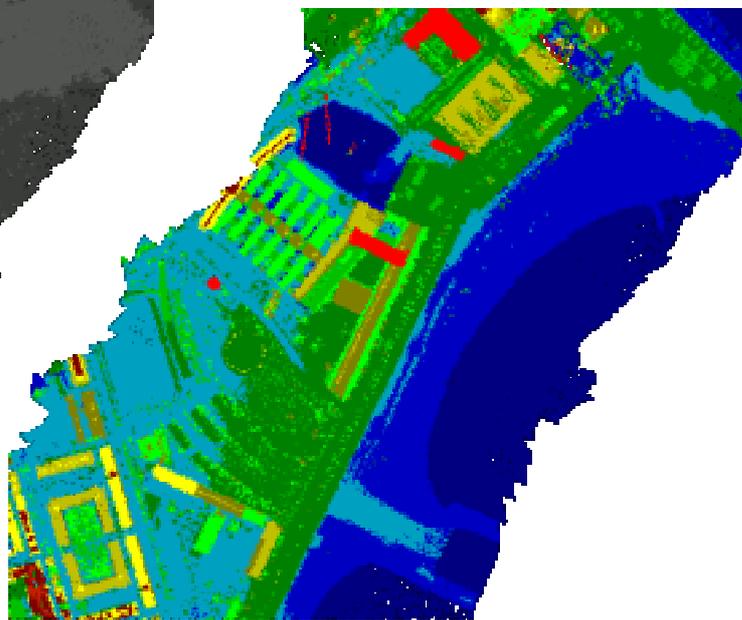
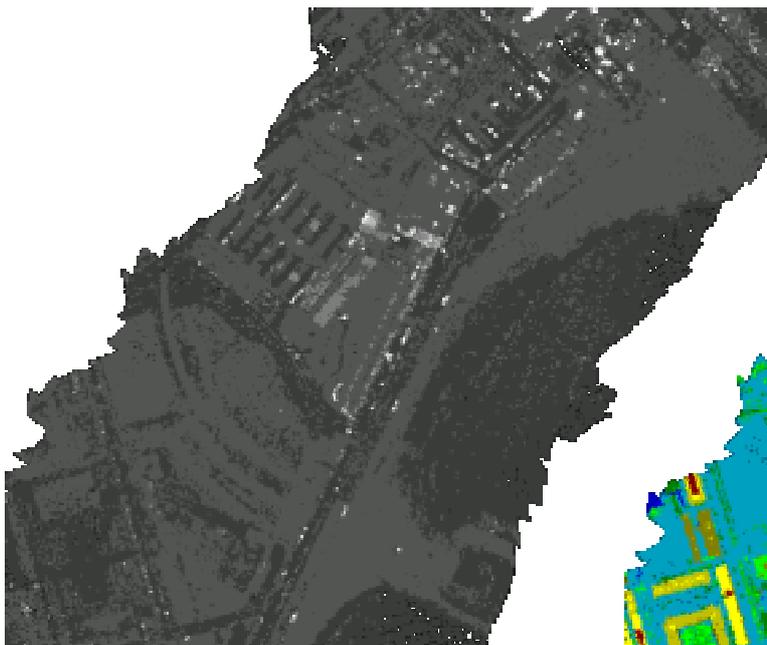


**PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN,  
DESARROLLO E INNOVACIÓN  
TECNOLÓGICA  
INSTITUT CARTOGRÀFIC  
DE CATALUNYA  
2001-2002**



Generalitat de Catalunya  
**Institut Cartogràfic de Catalunya**

## Introducción

El Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC) tiene como finalidad llevar a cabo las tareas técnicas de desarrollo de la información cartográfica y geológica en Cataluña. Esto supone, en el ámbito de la investigación, tareas como: la elaboración, reproducción y difusión de trabajos cartográficos de base; la densificación y conservación de la red geodésica de orden inferior y su integración en el Sistema de Posicionamiento Geodésico Integrado de Cataluña; la ejecución de programas de desarrollo de la cartografía temática (geológica, aludes, geodesia, usos del suelo, transportes y comunicaciones, etc.), y la destinada a la evaluación de recursos (estado de la vegetación, áreas afectadas por incendios, cubiertas de nieve, subsidencias, etc.) mediante técnicas de teledetección; la creación, estructuración y organización de la Cartoteca de Catalunya, que coordina la recogida y el estudio de la documentación geográfica y cartográfica existente; la formación de una base de datos cartográficos con la finalidad de usar sistemas automáticos en el trazado de la cartografía, que permite no solo la obtención de cartografía de base, sino también la explotación inmediata para servicios como son las obras públicas, el catastro, etc.; el despliegue y perfeccionamiento de la red sísmica de Cataluña, interconectada con las redes españolas, europeas y mundiales; el despliegue de la red de estaciones nivoclimatológicas que permiten realizar la predicción del peligro de aludes; y la publicación y difusión de los trabajos que se consideren de interés público o científico realizados por el Institut Cartogràfic de Catalunya.

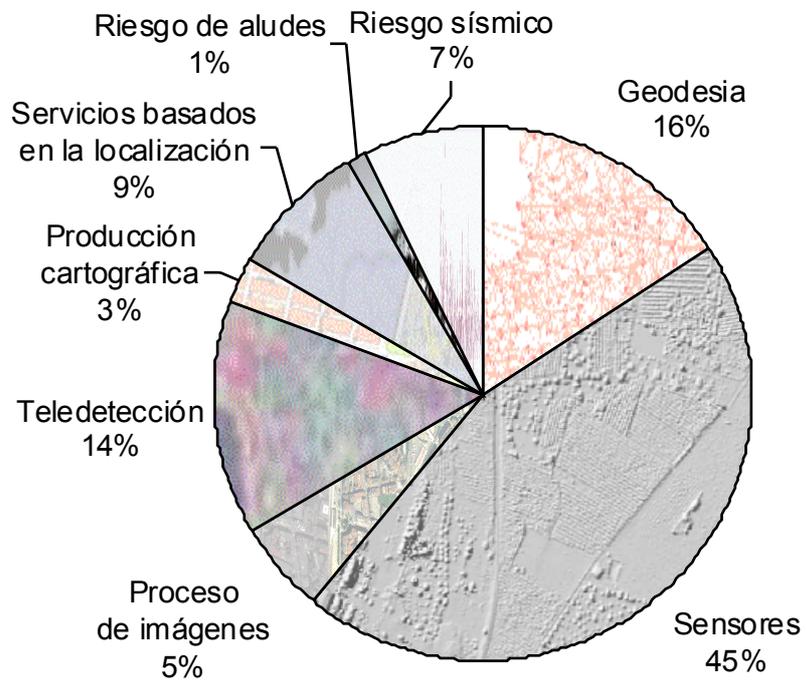
Desde su creación, el ICC ha puesto el acento en la necesidad de una simbiosis entre producción cartográfica y desarrollo de instrumentos realizados con medios propios a partir de la investigación, el desarrollo y la innovación tecnológica. Esto le permite obtener capacidad, versatilidad y eficiencia en sus estándares productivos, y también la capacidad de competir tecnológicamente a nivel internacional.

De este modo, se trabaja en el desarrollo de sistemas propios de software en materias como la geodesia y la fotogrametría digital para poder contar con una instalación de producción totalmente digital; sistemas de captura de datos y proceso cartográfico asistidos por ordenador; sistemas de información geográfica y sus aplicaciones; fusión de datos entre teledetección espacial, sistemas de información y fotogrametría aérea, y también experimentación con sensores tanto pasivos como activos con criterios fotogramétricos y cartográficos.

Este documento es una recopilación de los proyectos de desarrollo e innovación tecnológica que se han llevado a cabo durante los años 2001-2002 dentro de los distintos ámbitos tecnológicos.

Para más información: [www.icc.es](http://www.icc.es)

Mayo 2003



**Distribución del presupuesto de los proyectos de desarrollo según los ámbitos tecnológicos**

## **GEODESIA**

1. GEOTEX. CÁLCULOS GEODÉSICOS
2. NOSA. NAVEGACIÓN Y ORIENTACIÓN DE SENSORES AEROTRANSPORTADOS
3. SPGIC. SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GEODÉSICO INTEGRADO DE CATALUÑA
4. DESARROLLO DEL SOFTWARE GAST

## **SENSORES**

5. CÁMARAS DIGITALES
6. SISTEMA GEOVAN
7. SENSORES MULTIESPECTRALES: CASI
8. SERIES EXPERIMENTALES: TELEDETECCIÓN

## **PROCESO DE IMÁGENES**

9. EXTRACCIÓN AUTOMÁTICA DE OBJETOS
10. PROCESO DE IMÁGENES: ALGORITMOS
11. CORREA. CORRECCIÓN RADIOMÉTRICA DE EFECTOS ATMOSFÉRICOS
12. TRUEORTO. PRODUCCIÓN DE ORTOFOTOS ESTRICTAS

## **TELEDETECCIÓN**

13. APLICACIONES TEMÁTICAS DE TELEDETECCIÓN
14. DINSAR. ANÁLISIS DE PROCESOS DE SUBSIDENCIA
15. DECIL. DETECCIÓN DE CAMBIOS CON IMÁGENES LANDSAT 7
16. DESARROLLO DE NUEVAS APLICACIONES DEL ALTM
17. INTERFEROMETRÍA SAR

## **PRODUCCIÓN CARTOGRÁFICA**

18. GENERALIZACIÓN CARTOGRÁFICA

## **SERVICIOS BASADOS EN LA LOCALIZACIÓN**

19. PARAMOUNT

## **RIESGO DE ALUDES**

20. ALUDEX. CARACTERIZACIÓN DE ALUDES CATASTRÓFICOS MEDIANTE UN ESTUDIO DENDROCLIMÁTICO Y NIVOCIMÁTICO

## **RIESGO SÍSMICO**

21. POTSIS. POTENCIALIDAD SÍSMICA DE LOS PIRINEOS ORIENTALES
22. RISKUE. ESCENARIOS DE RIESGOS SÍSMICOS EN CIUDADES EUROPEAS
23. EUROSEISRISK
24. NUEVA RED SÍSMICA

# GEOTEX. Cálculos geodésicos

## Ámbito temático:

Geodesia

## Liderazgo del estudio:

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

## Fecha de finalización:

Actividad continuada

## Descripción:

GeoTeX (geodesia, teledetección y redes) es un sistema general de ajuste para la geodesia, la fotogrametría y la teledetección, apto tanto para la producción como para la investigación, con el cual es posible ajustar cualquier tipo de modelo funcional.

GeoTeX tiene las siguientes características:

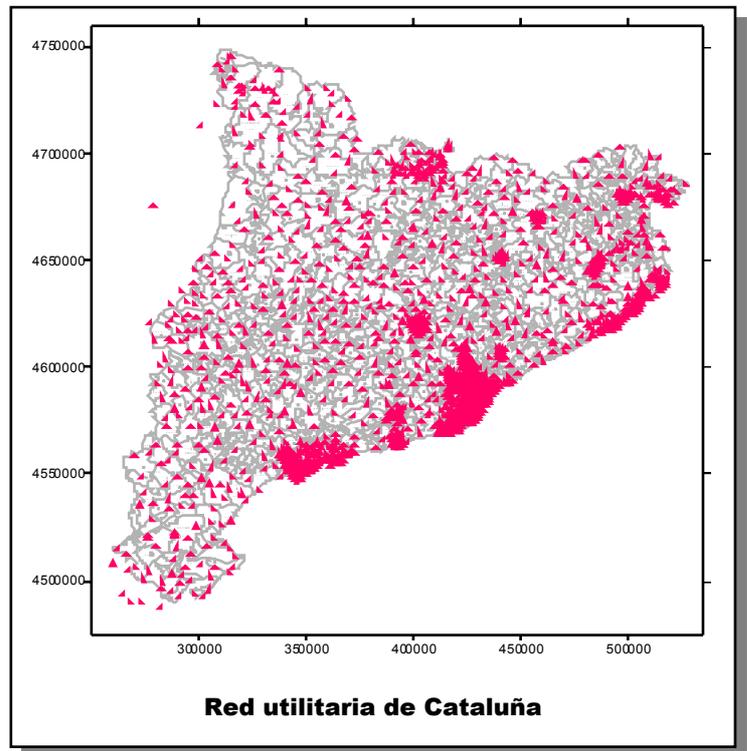
- Universal, usado tanto en geodesia como en fotogrametría.
- Llevable a distintos sistemas operativos manteniendo una interficie sencilla con el usuario.
- Flexible tanto en lo referente a la implantación de nuevos modelos geométricos como a los distintos modelos de trabajo.

El sistema GeoTeX está formado por:

- ACX (software de ajuste combinado de redes). Es el núcleo del sistema; calcula y ajusta por el método de mínimos cuadrados cualquier tipo de red (observaciones geodésicas, fotogramétricas, GPS, etc.).
- Utilidades. Son herramientas misceláneas para el tratamiento de datos (conversión de formatos, transformación de coordenadas, etc.).
- Calculadoras. Son herramientas destinadas a procesos puntuales. Normalmente son versiones interactivas punto a punto de las utilidades.

## Aportación:

Este sistema de cálculo facilita la integración de nuevos modelos matemáticos para la orientación de sensores y proceso de datos geodésicos.



# NOSA. Navegación y orientación de sensores aerotransportados

**Ámbito temático:**  
Geodesia

**Liderazgo del estudio:**  
Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

**Fecha de finalización:**  
Actividad continuada

**Descripción:**  
El objetivo del programa de actuación es la georeferenciación directa de los datos que miden sensores aerotransportados activos (radar, lidar) y pasivos (multiespectrales y ópticos, incluyendo las cámaras fotogramétricas). La georeferenciación directa determina la orientación integrando las observaciones del GPS (Global Positioning System) y las de los sistemas inerciales con los datos capturados por los sensores. Los objetivos concretos son:

- La integración de datos GPS/INS para el posicionamiento y la orientación de sensores.
- Establecer flujos de trabajo necesarios para la orientación a partir de datos GPS/INS.
- Integrar el proceso de adquisición de datos con el de georeferenciación.

El primer sistema operacional ha sido el SISA, que se usa para orientar el sensor multiespectral CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager) y que se basa en el sistema inercial Litton LTN 101, un receptor GPS de doble frecuencia y los dispositivos de sincronización con el sensor. El segundo sistema puesto en producción ha sido un sistema comercial para una de las cámaras fotogramétricas del ICC y, el tercero, el sistema de posicionamiento directo para la GeoVan (véase ficha proyecto GeoVan).

## **Aportación:**

Orientación directa y en tiempo casi real de los datos obtenidos por sensores móviles (aerotransportados y terrestres).

## **Publicaciones técnicas:**

Alamús, R., Baron, A. y Talaya, J.: "Integrated sensor orientation at ICC, mathematical models and experiences", en *Proceedings of the OEEPE Workshop: Integrated Sensor Orientation*. Hannover, 2001.

Colombo, O. L., Hernández-Pajares, M., Juan, J. M., Sanz, J. y Talaya, J.: "Resolución de ambigüedades en tiempo real a escala regional con ayuda de tomografía ionosférica", en *2ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. Portugal, 8-12 de febrero de 2000.

Alamús, R. y Talaya, J.: "Airborne sensor integration and direct orientation of the CASI system", en *ISPRS*, vol. XXXIII. Amsterdam, 2000.

Colombo, O. L., Hernández-Pajares, M., Juan, J. M., Sanz, J. y Talaya, J.: "Resolving Carrier Phase Ambiguities On The Fly, At More Than 100 km From Nearest Reference Site, With The Help Of Ionospheric Tomography", en *ION GPS'99*. Nashville, Tennessee, EUA, 14-17 de diciembre de 1999.

Alamús, R., Talaya, J. y Colomina, I.: "The SISA/0: ICC experiences in airborne sensor integration", en *Joint Workshop of ISPRS WG V/1, V/3 and V/4: Sensors and Mapping from Space 1999*. Hannover, 27-30 de septiembre de 1999.



# SPGIC. Sistema de Posicionamiento Geodésico Integrado de Cataluña

**Ámbito temático:**  
Geodesia

**Liderazgo del estudio:**  
Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

**Fecha de finalización:**  
Actividad continuada

## Descripción:

El Sistema de Posicionamiento Geodésico Integrado de Cataluña (SPGIC) es un conjunto de estaciones geodésicas permanentes, redes, procedimientos y datos que permiten la determinación de coordenadas sobre el territorio de Cataluña.

El concepto de SPGIC es el resultado de la evolución del concepto clásico de la red de geodesia hacia uno más moderno basado en redes geodésicas, en el geoide y en el sistema GPS (Global Positioning System). El término "integrado" quiere destacar el hecho que gracias a un conocimiento suficientemente preciso del geoide de Cataluña y al hecho de que el grosor de las observaciones son 3D, el sistema de posicionamiento es en 3 dimensiones, integra los sistemas de referencia horizontal y vertical, y la información del campo gravimétrico contenida en el geoide.

El sistema SPGIC consiste en:

1. Red permanente (CATNET). Establecimiento de estaciones permanentes GPS para la georeferenciación.
  - 1.1. Distribución de observaciones de CATNET. Sistema de distribución de las observaciones de estaciones permanentes GPS (servicio Geofons).
  - 1.2. Difusión de observaciones de CATNET. Difusión de las correcciones de posicionamiento de los satélites obtenidas de las estaciones fiduciales para la navegación en tiempo real de vehículos. Incluye los servicios RASANT de 1 a 3 m de precisión, RTK (Real Time Kinematic) con precisión de 0,02 a 0,1m, el servicio RASNET (posicionamiento RASANT utilizando CATNET) con precisión de 0,3 a 1 m, y el servicio CATPOS (posicionamiento utilizando CATNET) con precisión de 0,02 a 0,2 m.
2. Red utilitaria. Densificación de unos 4 000 puntos geodésicos cerca de los núcleos de población para el acceso fácil a puntos de coordenadas conocidas y para obtener precisiones centimétricas para la cartografía.
3. Geoide de Cataluña. Para reducir la densidad de la red de nivelación a sólo unos 2 000 km de nivelación contando con la red del Instituto Geográfico Nacional (IGN).
4. Programas de transformación. Conjunto de parámetros y/o programas de transformación del sistema WGS84 al sistema de referencia ED50 oficial del estado Español.

## Aportación:

Constante mejora del servicio público de posicionamiento para trabajos topográficos o estudios que requieren la máxima exactitud en la localización.

## Publicaciones técnicas:

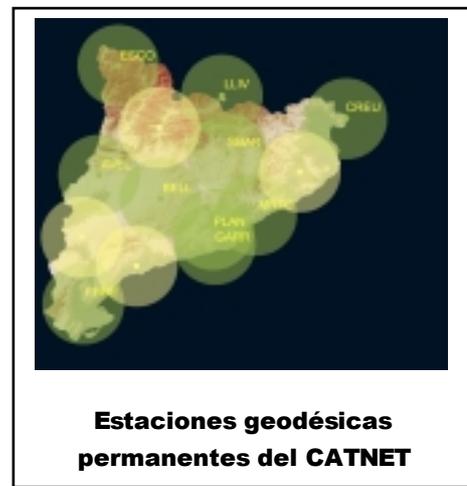
Parareda, C., Bosch, E., Térmens, A., Ortiz, M. À. y Talaya, J.: "CATNET: Servicios de posicionamiento de alta precisión y su integración en las nuevas tecnologías de la información", en *Proceedings de la 5a Setmana Geomàtica de Barcelona*. Barcelona, febrero de 2003.

Bosch, E.: "Nuevas tecnologías para el establecimiento de servicios de correcciones diferenciales GPS", en *Proceedings de la 4a Setmana Geomàtica de Barcelona*. Sitges, 3-6 de abril de 2000. Premio "Jordi Viñas".

Talaya, J., Bosch, E., Ortiz, M. À. y Parareda, C.: "CATNET: una red de estaciones permanentes GPS con capacidades de tiempo real", en *Proceedings de la 4a Setmana Geomàtica de Barcelona*. Sitges, 3-6 de abril de 2000.

Talaya, J.: "Robust GPS kinematic positioning for direct georeferencing", en *ISPRS*, vol. XXXIII. Amsterdam, 2000.

Talaya, J. y Bosch, E.: "CATNET: A permanent GPS network with real time capabilities", en *IONGPS'99*. Nashville, Tennessee, EUA, 14-17 de diciembre de 1999.



**Estaciones geodésicas permanentes del CATNET**

# GAST: Gravimetría aerotransportada

## Ámbito temático:

Geodesia

## Liderazgo del estudio:

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

## Otros participantes:

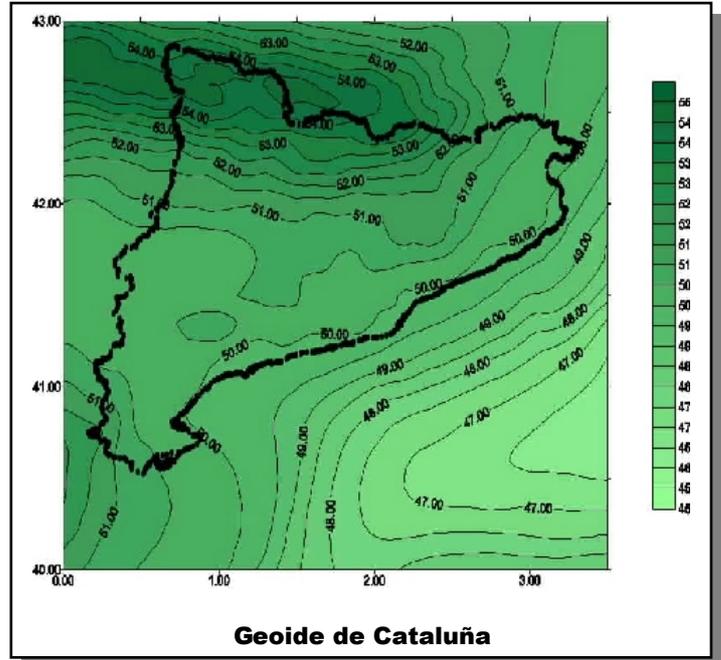
Institut de Geomàtica

## Fecha de finalización:

2003 (primera fase GAST-01)

## Descripción:

El conocimiento de las variaciones del campo gravitatorio es muy importante para la geodesia, la geofísica y la navegación, en especial desde la implantación de sistemas de posicionamiento basados en satélites. El modelaje eficiente y preciso de estas variaciones, en concreto la determinación del geoide, es una de las principales actividades de la investigación geodésica actual.



El campo gravitatorio puede ser determinado por diferentes tipos de medidas: gravimetría y gradiometría satélite/terrestre, combinación de alturas GPS con nivelación, gravimetría aerotransportada, altimetría satélite, deflexiones astronómicas de la vertical, etc. La gravimetría aerotransportada se basa en las diferencias entre las aceleraciones inerciales y las GPS para obtener anomalías de la gravedad: los sensores inerciales permiten determinar la suma de la aceleración debida a la gravedad y la debida a la dinámica del avión, mientras que el receptor GPS proporciona sólo la aceleración debida a la dinámica del avión. Las precisiones que se pueden obtener con este método son de unos 2-3 mGal y son suficientes para la determinación de un geoide de precisión.

La primera fase del proyecto (GAST-01) consiste en desarrollar el software de determinación inercial de trayectorias (posiciones, velocidades y actitudes) a partir de observaciones de sistemas inerciales asistidas con observaciones de posición y velocidad obtenidas a partir del GPS.

## Aportación:

La gravimetría aerotransportada es superior, dado un cierto nivel de precisión, en economía y eficiencia a los métodos terrestres, sobretodo en áreas remotas y de difícil acceso.

## Publicaciones técnicas:

Creixell, F., Colomina, I. y Baron, A.: "GAST-1: Determinación precisa de trayectorias con sistemas inerciales y GNSS", en *Proceedings de la 5a Setmana Geomàtica de Barcelona*. Barcelona, febrero de 2003.

# Cámaras digitales

## Ámbito temático:

Sensores

## Liderazgo del estudio:

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

## Otros participantes:

NTE

## Fecha de finalización:

2005

## Descripción:

El objetivo es el diseño de una cámara aérea digital de gran formato con finalidades cartográficas. El uso de cámaras digitales en los vuelos fotográficos implica aumentar la calidad y reducir los gastos al poder ahorrar completamente los procesos manuales de laboratorio y de escaneo de los fotogramas, evitando las distorsiones geométricas, degradaciones radiométricas e imperfecciones debidas a los procesos mencionados. Un beneficio adicional es poder tomar imágenes con menos luz y, por lo tanto, extender la ventana diaria de vuelo así como alargarla temporada de vuelos.

En el diseño de sistemas de gran formato, el principal problema viene por el hecho de que las matrices CCD (Charge Coupled Devices) son pequeñas comparadas con la fotografía aérea tradicional de 23 x 23 cm, lo que implica desventajas en su uso práctico en misiones de toma de imágenes aéreas debido al aumento del número de pasadas de vuelo.

La solución al problema se ha atacado de diferentes maneras: barras lineales CCD que "barran" el terreno línea a línea con el avance del avión, montajes de 4 cámaras, cada una con una matriz CCD relativamente grande (por ejemplo 7 000 x 4 000 píxeles) u otras soluciones más o menos ingeniosas.

Los diseños que se estudian en el programa de trabajo del ICC son dos: un *kit* de digitalización para su acoplamiento en cámaras fotogramétricas de película mediante el uso de técnicas ópticas para concentrar la imagen sobre las matrices CCD, y un diseño completo de cámara incluyendo la parte óptica. Los proyectos incluyen la validación del concepto, determinación de los puntos críticos, el diseño de las herramientas de calibración, el desarrollo de software y la validación de un prototipo.

## Aportación:

Énfasis en el formato grande para sustituir las cámaras métricas analógicas actuales.



**CCD de una cámara digital**

# GEOVAN. Sistema de recogida y orientación de información primaria desde un vehículo

**Ámbito temático:**  
Sensores terrestres

**Fecha de finalización:**  
2003

## Descripción:

Sistema de toma continua de imágenes desde un vehículo terrestre en movimiento. El sistema incluye un sistema de orientación directa (véase el proyecto NOSA) y el software necesario para la georeferenciación de las imágenes y posterior interpretación y captura de información. Al estar basado en imágenes desde un vehículo en movimiento, la captura en el campo es muy rápida. Adicionalmente, cabe decir que las mismas imágenes se pueden hacer servir para capturar diferentes objetos según el tipo de aplicación sin tener que volver al campo.

En una furgoneta se integran los sistemas necesarios para la captura de pares de imágenes digitales juntamente con los elementos necesarios para la orientación directa de las imágenes. La orientación directa se basa en la integración de observaciones GPS (Global Positioning System) y de un IMU (Inertial Measurement Unit).

El sistema incluye la metodología necesaria para la calibración de las diferentes partes del sistema así como el sistema de explotación de las imágenes, que tiene las funcionalidades de selección y visualización de las imágenes capturadas, determinación de las coordenadas de posición del objeto seleccionado, y selección y dibujo de los objetos identificados para almacenarlos en un sistema de información geográfico. El sistema de explotación se puede personalizar en función del tipo y aplicación particular. El sistema da una precisión por debajo de 1 metro en la determinación de coordenadas, precisión que es compatible con la cartografía a escala 1:5 000.



**Vista general de la  
GeoVan del ICC**



**Ejemplo de un proceso de trabajo de campo**

## Aportación:

Nuevo desarrollo en el Estado Español que facilita las tareas de recogida de datos de campo para aplicaciones y ámbitos múltiples: mobiliario urbano, mobiliario de carreteras, arquitectura, etc.

## Publicaciones técnicas:

Bosch, E., Alamús, R., Serra, A., Baron, A. y Talaya, J.: "GEOVAN: El sistema de cartografía terrestre móvil del ICC", en *Proceedings de la 5a Setmana Geomàtica de Barcelona*. Barcelona, febrero de 2003.

Serra, A.: "Subsistema de adquisición de datos del sistema Geovan", en *Proceedings de la 5a Setmana Geomàtica de Barcelona*. Barcelona, febrero de 2003.

# Sensores multispectrales: CASI

**Ámbito temático:**  
Sensores

**Liderazgo del estudio:**  
Institut Cartogràfic de Catalunya  
(ICC)

**Fecha de finalización:**  
Actividad continuada

**Descripción:**  
Programa de trabajo para el desarrollo y la explotación de sensores multispectrales aerotransportados, especialmente el sensor CASI (Compact Airborne Spectrographic Imager) en operación en el ICC.

El CASI es un sensor multispectral que captura imágenes en 288

canales espectrales seleccionables dentro del espectro visible y el infrarrojo cercano y que se pueden aplicar a un amplio abanico de aplicaciones temáticas relacionadas con la cubierta y los usos del suelo. El precedente de estas aplicaciones son los sensores embarcados en satélite y, muy especialmente, los de la familia de satélites Landsat TM que empieza en el 1972 y que es la génesis del concepto de satélites de observación global de la Tierra. Tanto la mejor resolución espacial como la espectral del CASI lo hacen muy apto para aplicaciones muy específicas: agricultura de precisión, calidad de aguas, enfermedades de bosques, etc.

El sensor CASI barre el terreno línea a línea y cada una de ellas está afectada por el movimiento del avión. La corrección geométrica y georeferenciación se realiza mediante el sistema SISA desarrollado en el ICC en el marco del programa NOSA de orientación y navegación.

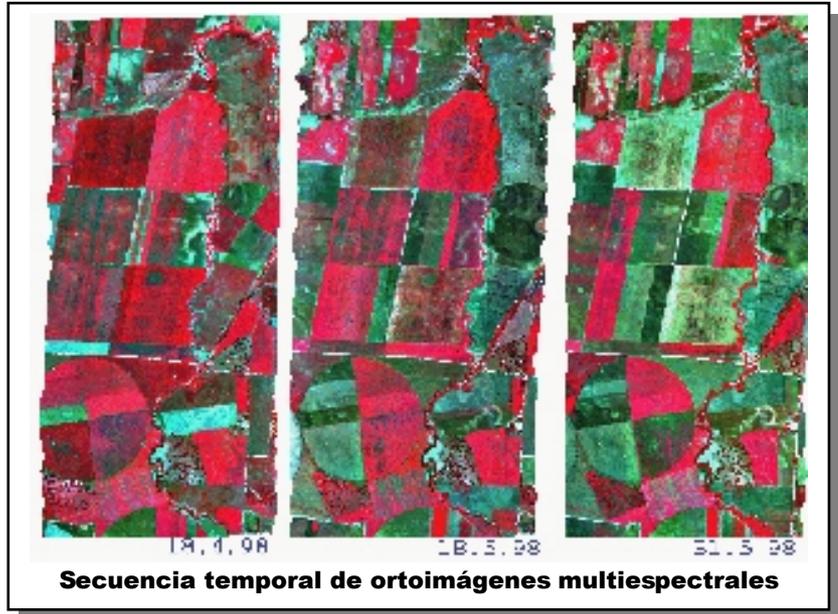
Desde el punto de vista de la información multispectral, se ha evaluado un nuevo sensor que permite cubrir más terreno con más bandas espectrales y más finas. También se prevé realizar experiencias de control de bosques juntamente con datos de altimetría láser.

**Aportación:**

El CASI es el único sensor multispectral de bajo coste disponible en el Estado Español y se ha usado en numerosas aplicaciones temáticas, de las cuales cabe mencionar las de análisis de calidad de aguas litorales y continentales, y en agricultura de precisión para dar a los agricultores valores cuantitativos de los fertilizantes que hay que aplicar a los campos de cultivo.

**Publicaciones técnicas:**

Palà, V., Alamús, R., Pérez, F., Arbiol, R. y Talaya, J.: "El sistema CASI-ICC: un sensor multispectral aerotransportado con capacidades cartográficas", en *Revista de Teledetección*, núm. 12, pág. 89-92. Asociación Española de Teledetección. Diciembre de 1999.



## Series experimentales: Teledetección

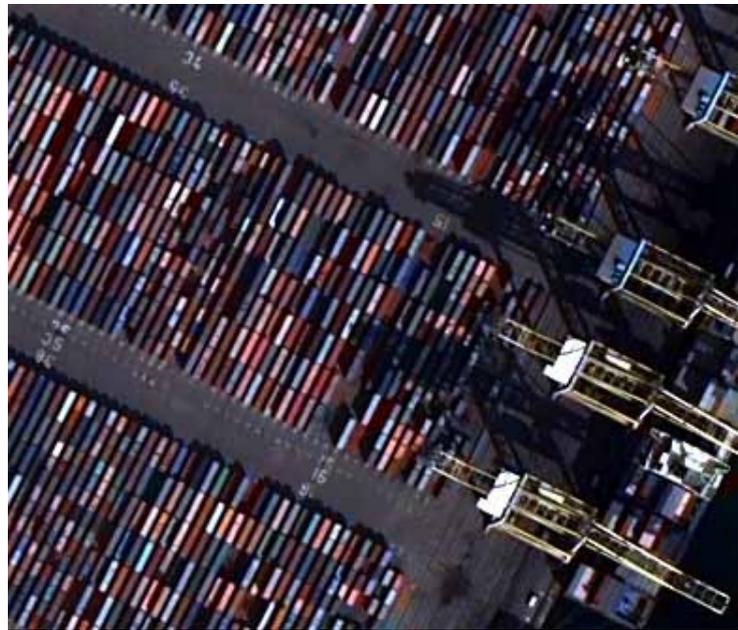
**Ámbito temático:**  
Sensores

**Liderazgo del estudio:**  
Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

**Fecha de finalización:**  
Actividad continuada

**Descripción:**

El programa tiene como objetivo conocer a fondo las posibilidades cartográficas de los nuevos sensores de aplicación en la cartografía –especialmente los estereoscópicos embarcados en satélites– así como preparar y adaptar los sistemas de producción propios y comerciales tanto para la línea de producción de mapas de imagen como para la de cartografía topográfica.



**Imagen QuickBird del puerto de Barcelona**

Una parte importante de estas tareas implica el estudio del modelo geométrico del sensor que define la geometría del proceso de formación de la imagen. Este modelo tiene una serie de parámetros libres que se ajustan mediante un conjunto de puntos de control de posición conocida en tierra y pares de puntos homólogos entre imágenes. El ajuste y la determinación de las orientaciones de las imágenes se realiza con el sistema de aerotriangulación GeoView/Ajumult del ICC. Posteriormente se deriva una transformación genérica que usan los sistemas comerciales de fotogrametría digital para la restitución. En el caso de las ortoimágenes, el modelo del sensor se implementa en el software de rectificación.

En este caso, las incertidumbres están ligadas básicamente a la órbita del satélite y a su actitud. En estos momentos se conocen los modelos de los sensores RadarSat y ERS (radar), Landsat, SPOT, MOMS y Ikonos (ópticos), y están en estudio Envisat (radar) y Quickbird, Eros 1A y otros ópticos similares.

**Aportación:**

Tecnología propia para usar imágenes de satélite en proyectos cartográficos, especialmente las estereoscópicas. Este hito se obtuvo en el 1999 y ha representado poder restituir con cualquier tipo de sensor estereoscópico tanto óptico como radar.

**Publicaciones técnicas:**

Palà, V., Calvet, J., García Sellés, D. y Ximenis, L.: "Fotogrametría terrestre en el Glaciar Johnsons, Isla Livingston, Antártida", en *Acta Geologica Hispanica*, vol. 34, núm. 4, pág. 427-445. Barcelona, 1999.

## Extracción automática de objetos

### Ámbito temático:

Proceso de imágenes

### Liderazgo del estudio:

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

### Otros participantes:

Centre de Visió per Computador de la Universitat Autònoma de Barcelona (CVC/UAB)  
Departament de Matemàtica Aplicada II de la Universitat Politècnica de Catalunya (MA2/UPC)

### Fecha de finalización:

2004



Proceso de extracción automática de carreteras

### Descripción:

De manera general, el objetivo de la extracción semiautomática de objetos es capturar (delinear) semiautomáticamente algunos de los objetos presentes en una imagen digital. La disciplina científica se basa en algoritmos de seguimiento automático de líneas, detección de contornos, modelado geométrico, inteligencia artificial y creación y explotación de bases de conocimiento de los objetos y de sus relaciones. Aplicado a la cartografía, el objetivo es automatizar tareas en la captura de información cartográfica a partir de imágenes aéreas. También se han aplicado para detectar y reparar algunos elementos que pueden causar problemas en la apariencia de ortofotos (elementos espurios, rayas ...).



Extracción automática de parcelas

En la fase actual se ha desarrollado un algoritmo y un entorno para la captura semiautomática de parcelas que combina aspectos de morfología matemática y modelos de contornos adaptables, y que sabe delinear el contorno del elemento identificado como parcela. Los algoritmos se han implementado de manera que pueden ser fácilmente incorporados en cualquier entorno de captura de datos; en particular, está en fase de integración en un producto comercial de extracción automática de edificaciones y carreteras.

También ha finalizado el desarrollo de una herramienta de captura semiautomática de elementos lineales de radiometría homogénea con la adaptación del algoritmo de modelos deformables y competición de regiones que se ha presentado como proyecto de final de carrera. El proyecto se ha desarrollado en colaboración con el Departament de Matemàtica II de la UPC.

### Aportación:

La extracción semiautomática de elementos en las imágenes aéreas digitales es un tema que puede reportar reducción de interacción y, por lo tanto, aumentar la fiabilidad del producto final y reducir el tiempo destinado a la captura manual.

### Publicaciones técnicas:

Torre, M. y Radeva, P.: "Agricultural field extraction from aerial images using a region competition algorithm", en *ISPRS*, vol. XXXIII. Amsterdam, 2000.

Torre, M. y Radeva, P.: "Agricultural-field extraction on aerial images by region competition algorithm", en *Computer Vision and Image Analysis*, vol. 1, pág. 313-316. International Conference on Pattern Recognition. IEEE Computer Society. Barcelona, septiembre de 2000.

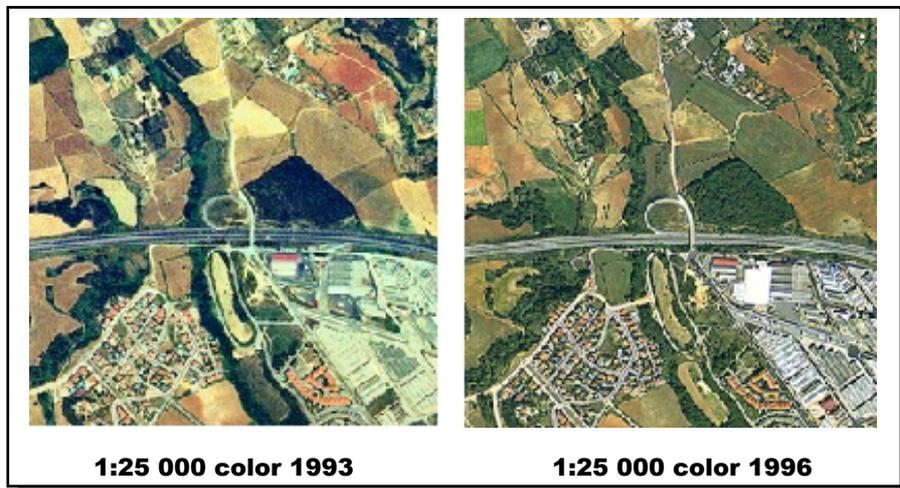
## Proceso de imágenes: Algoritmos

**Ámbito temático:**  
Proceso de imágenes

**Liderazgo del estudio:**  
Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

**Otros participantes:**  
Departament d'Astronomia de la Universitat de Barcelona

**Fecha de finalización:**  
Actividad continuada



**Descripción:**

Muchos de los proyectos del ICC están basados en el proceso de imágenes digitales y utilizan software propio. El ICC desarrolla continuamente herramientas de tratamiento de imagen para mejorar las imágenes y explotar la información contenida en las imágenes digitales.

El objetivo de este proyecto es el desarrollo de nuevos algoritmos y herramientas de proceso de imágenes y adaptar las herramientas existentes a necesidades de los proyectos productivos de teledetección.

**Aportación:**

Soporte necesario para obtener productos digitales de calidad óptima.

# CORREA. Corrección radiométrica de efectos atmosféricos

**Ámbito temático:**  
Proceso de imágenes

**Liderazgo del estudio:**  
Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

**Fecha de finalización:**  
2004

**Descripción:**

Análisis, diseño e implantación de un sistema de corrección atmosférica para sensores de teledetección pasiva –sensores ópticos– embarcados en satélite y aerotransportados. El objetivo es reducir el impacto de la absorción gaseosa, la dispersión de Rayleigh y la dispersión de Mie que la atmósfera provoca en la radiometría de las imágenes.

El método se basa en el cálculo de parámetros de la ecuación de transferencia radiativa y datos de radiación en un conjunto de puntos con simulaciones del código 6S, teniendo en cuenta los factores siguientes: ángulo de iluminación solar (fecha y hora de la imagen), ángulo de observación (FOV), perfiles atmosféricos (estándares o datos del SMC) y ozono (datos TOMS), tipos y cantidad de aerosoles (estándares o método DDV).

Estos datos permiten calcular la reflectancia corregida atmosféricamente por interpolación de los píxeles situados entre los puntos de cálculo. El método incluye la posibilidad de recuperar el contraste perdido por dispersión del sistema sensor-atmósfera, el efecto de la topografía y calcular reflectancias aparentes.

**Aportación:**

Este proyecto aporta una mejora en los procesos de análisis y tratamiento de los datos en los distintos proyectos de teledetección, tanto temáticos como cartográficos.

**Publicaciones técnicas:**

Martínez, L., Palà, V. y Arbiol, R.: "Sistema de corrección atmosférica en espectro solar por métodos físico-estadísticos", en *Proceedings de la 5a Setmana Geomàtica de Barcelona*. Barcelona, febrero de 2003.



**Fecha: 30 diciembre 1999**

**Fecha: 23 julio 1999**

**Elevación solar: 22° sobre el horizonte**

**Elevación solar: 61° sobre el horizonte**

**Efecto de las condiciones geométricas y atmosféricas en la medida radiométrica de espectro solar en teledetección de satélite**

# TRUEORTO. Producción de ortofotos estrictas

## Ámbito temático:

Proceso de imágenes

## Liderazgo del estudio:

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

## Fecha de finalización:

Actividad continuada

## Descripción:

La ortoimagen digital es un producto cartográfico ampliamente usado, ya sea como elemento complementario de la cartografía tradicional, o como para permitir extraer información diferente a la que usualmente se encuentra en un mapa topográfico.

Habitualmente, los procedimientos estándar de generación de ortoimágenes realizan ciertas simplificaciones que se deben tener en cuenta cuando se trabaja con imágenes de alta resolución sobre áreas urbanas o sobre estructuras de creación humana. En primer lugar, los modelos digitales del terreno (MDT) que se utilizan normalmente derivan de la cartografía existente, que representa el terreno a nivel del suelo sin mostrar las estructuras existentes sobre él (árboles, edificios). En segundo lugar, los edificios producirán normalmente zonas ocultas, es decir, áreas que deberían estar presentes en la proyección ortogonal del terreno, pero que se encuentran cubiertas por un edificio en la fotografía a corregir.

El proyecto TRUEORTO se basa en un sistema para la generación de ortoimágenes que resuelve el problema de las zonas no visibles a causa de las ocultaciones del relieve (por ejemplo, edificios muy altos). El programa requiere un modelo de elevaciones de triángulos y vuelos fotogramétricos con mucho recubrimiento.

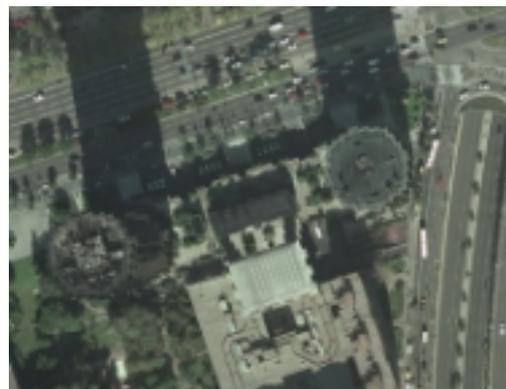
El objetivo del proyecto es desarrollar el software y la metodología para la producción de ortofotos de gran escala en zonas urbanas y la realización de proyectos de prueba.

**Aportación:** Mejora del proceso de la producción de ortofotos y de la calidad de los productos realizados

## Publicaciones técnicas:

Palà, V. y Arbiol, R.: "True orthoimage generation in urban areas", en *Proceedings del 3rd International Symposium Remote Sensing of Urban Areas*, volum 1, pág. 309-314. Estambul, 2002.

Palà, V. y Arbiol, R.: "True Orthoimagery of Urban Areas", en *GIM International*, vol. 16, núm. 12, pág. 50-51. Lemmer, 2002.



1. Fotografía aérea original



2. Ortoimagen con eliminación de partes ocultas



3. TRUEORTO realizada a partir de diversas ortoimágenes obtenidas desde diferentes posiciones de la cámara

## Proceso de producción de la TRUEORTO

# Aplicaciones temáticas de teledetección

## Ámbito temático:

Teledetección

## Liderazgo del estudio:

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

## Fecha de finalización:

Actividad continuada

## Descripción:

Una de las principales actividades del ICC es la ejecución de programas para el desarrollo y la elaboración de cartografía temática, destinada a la evaluación de los recursos disponibles y de problemas medioambientales, mediante el uso de técnicas de teledetección (incendios, usos del suelo, etc.) o mediante otras técnicas (geología, evaluación de riesgos naturales, etc.).

Dentro del área de la teledetección se trabaja en la producción de cartografía temática a partir de trabajos de fotointerpretación y clasificación de las imágenes obtenidas por teledetección, con la finalidad de obtener cartografía de usos y cubiertas del suelo.



**Mapa de usos del suelo realizado con imágenes Landsat 5**

El objetivo del proyecto de series experimentales es realizar pruebas iniciales con nuevos sensores de cara a su aprovechamiento para aplicaciones de cartografía temática (usos del suelo, vegetación), así como analizar herramientas de mercado para la mejora de los procesos de clasificación de imágenes multiespectrales o para la clasificación textural de imágenes de alta resolución.

## Aportación:

Este proyecto responde a la necesidad de disponer de herramientas y sistemas que permitan controlar y gestionar la evolución del territorio y el medio ambiente. Un ejemplo de esta necesidad es el programa GMES (Global Monitoring for Environment and Security) de la Unión Europea.

## Publicaciones técnicas:

Otazu, X. y Arbiol, R.: "Land use map production by fusion of multispectral classification of LANDSAT images and texture analysis of high resolution images", en *ISPRS*, vol. XXXIII. Amsterdam, 2000.

# DINSAR. Análisis de procesos de subsidencia

## Ámbito temático de PTOP:

Territorio e información

## Liderazgo del estudio:

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

## Fecha de finalización:

2006

## Descripción:

Las subsidencias son hundimientos lentos del terreno debidos a diferentes causas. La tecnología clásica para registrarlos es la topografía. Pero, últimamente, se han realizado experimentos basados en técnicas de interferometría diferencial radar, la cual permite seguir este tipo de fenómeno a partir de satélite.

Concretamente, el ICC ha desarrollado un sistema para determinar los cambios altimétricos entre dos datos a partir de imágenes del Radar de Apertura Sintética (SAR) de los satélites ERS de la ESA usando interferometría diferencial, técnica que permite obtener precisiones centimétricas desde el espacio.

El radar proporciona dos tipos de información: la intensidad del retorno de la señal y una fase, relacionada con la distancia entre el sensor y el objeto observado. Esta fase es la información que la interferometría utiliza para derivar las elevaciones del terreno a partir de dos imágenes tomadas desde posiciones ligeramente distintas. Cuando estas posiciones son prácticamente las mismas, pero en dos momentos separados en el tiempo, se pueden medir las diferencias que se han producido en el terreno debido a desprendimientos, terremotos o subsidencias.

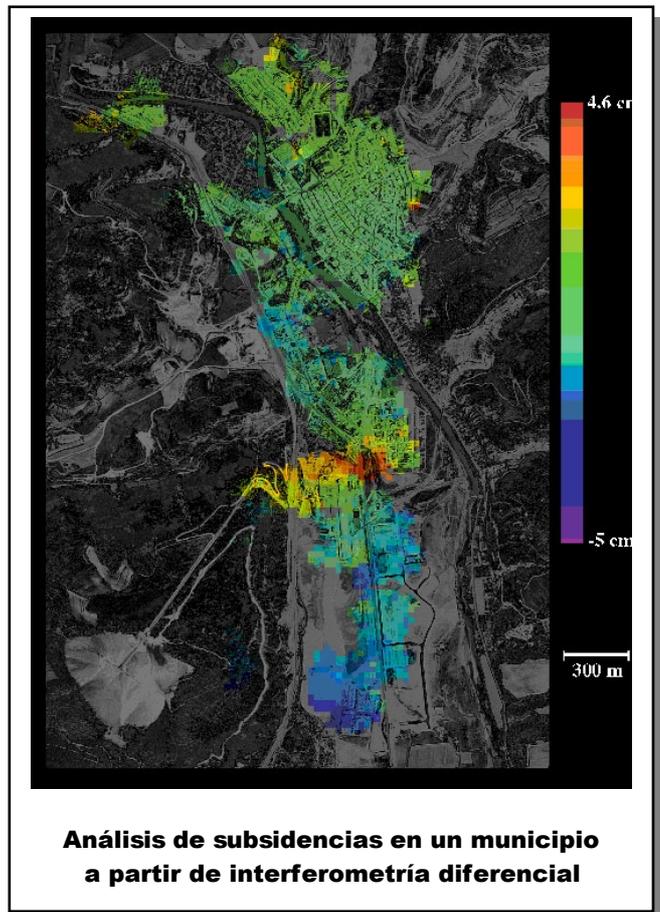
En el proyecto se han estudiado casos reales de subsidencia comparando los resultados obtenidos mediante interferometría diferencial con las medidas de nivelación de precisión realizadas en el campo. Los resultados han sido suficientemente buenos como para poder combinar esta técnica con las medidas puntuales de gran precisión proporcionadas por la topografía y la geodesia y extrapolar resultados al control permanente de un territorio mucho más extenso a un coste reducido.

## Aportación:

Sistema operacional de alta precisión para el control permanente de los fenómenos de subsidencia.

## Publicaciones técnicas:

Arbiol, R., Palà, V., Pérez, F., Castillo, M. y Crosetto, M.: "Aplicaciones de la tecnología InSar en la cartografía", en *Proceedings del IX Congreso Nacional de Teledetección*, pág. 653-657. Lérida, 2001.



# DECIL. Detección de cambios con imágenes Landsat 7

**Ámbito temático:**  
Teledetección

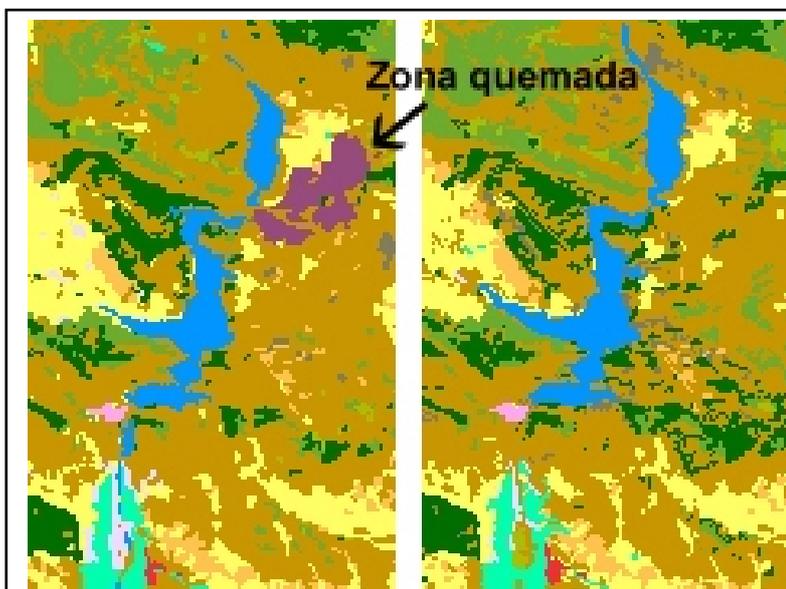
**Liderazgo del estudio:**  
Institut Cartogràfic de Catalunya  
(ICC)

**Fecha de finalización:**  
2004

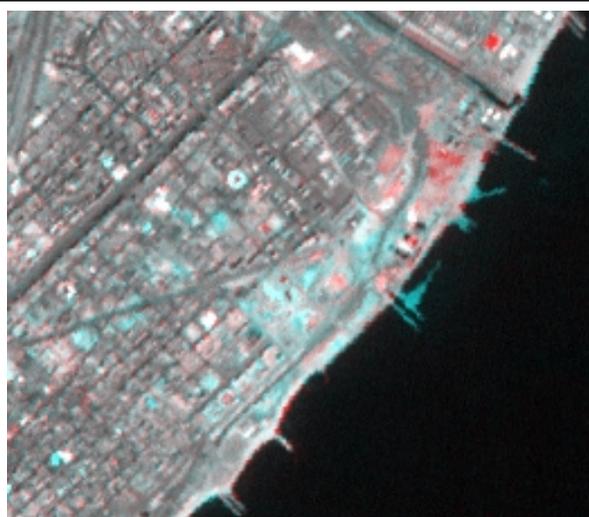
**Descripción:**

El objetivo del proyecto es utilizar las imágenes del sensor Landsat 7 para detectar semiautomáticamente cambios territoriales significativos para la planificación de los programas de actualización rápida de la cartografía topográfica del ICC.

El proyecto ha empezado determinando áreas de ensayo para identificar la potencia y los resultados de los diferentes métodos de detección de cambios que se desean probar y que se basan en técnicas cuantitativas.



**Imágenes Landsat captadas en diferentes momentos temporales que nos permiten detectar el cambio experimentado por un incendio**



**Imagen Landsat 7 pancromática. Composición multitemporal (1999-2001) en falso color**

Previamente se aplican correcciones atmosféricas en las imágenes con los métodos desarrollados en el proyecto CORREA, descrito anteriormente. La detección de cambios se realiza en base a series temporales de imágenes del sensor Landsat 7.

**Aportación:**

Desarrollo para el seguimiento de cambios territoriales para aplicaciones de planificación cartográfica. Cabe notar que esta tecnología tiene el potencial para empezar programas de seguimiento y control territorial asequibles económicamente.

**Publicaciones técnicas:**

Martínez, L., Palà, V. y Arbiol, R.: "Discriminación de nubes, agua e innivación en series de imágenes corregidas y compensadas físico-estadísticamente", en *Proceedings de la 5a Setmana Geomàtica de Barcelona*. Barcelona, febrero de 2003.

## Desarrollo de nuevas aplicaciones del ALTM

### Ámbito temático:

Teledetección

### Liderazgo del estudio:

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

### Otros participantes:

Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC)

### Fecha de finalización:

2005

### Descripción:

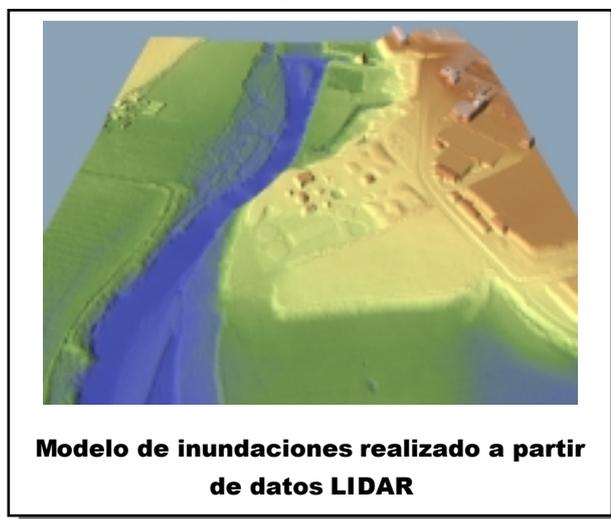
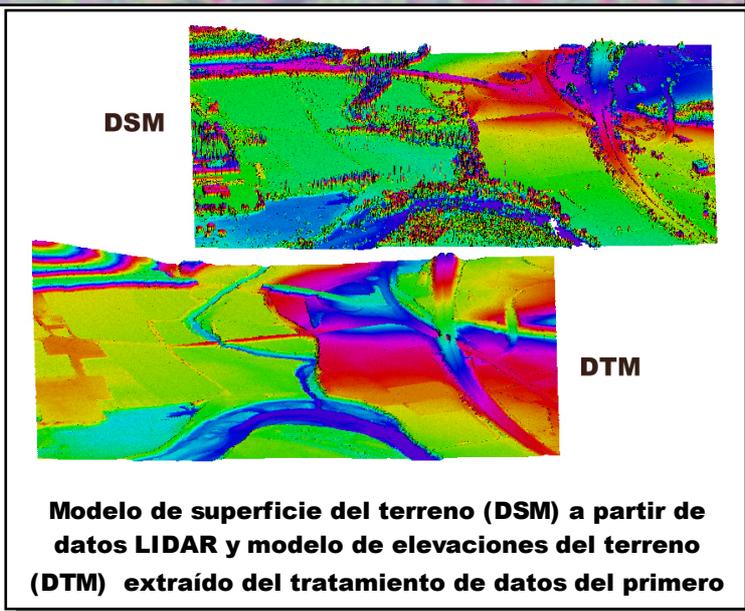
El altímetro láser (LIDAR) es un sensor activo que emite pulsos láser y obtiene las 3 coordenadas de puntos midiendo el tiempo de retorno de la señal emitida. Se puede diferenciar el primero y el último pulso del rebote, cosa que permite discriminar el retorno de arriba de los árboles del retorno a tierra y, por diferencia, obtener una aproximación de la altura de la vegetación.

Con las técnicas actuales es posible medir la distancia recorrida por el láser con un centímetro de exactitud, aunque los errores de los sistemas GPS e inercial reduzcan esta precisión a 15 cm en condiciones operacionales normales.

El sistema del ICC es capaz de medir 25 000 puntos por segundo y opera entre 175 y 3 000 metros sobre el terreno, tanto de día como de noche. La elevada densidad de puntos—hasta uno por metro cuadrado—hace que esta tecnología sea una alternativa a la fotogrametría para la obtención masiva de elevaciones del terreno. Si bien el sistema se ha usado principalmente hasta ahora para la generación de modelos del terreno de alta precisión, sobretodo en el proyecto PEFCAT para la determinación de riesgo de inundaciones, esta tecnología puede servir para otras aplicaciones, como por ejemplo:

- Monitorización de la línea de costa.
- Cartografía de líneas eléctricas.
- Modelos tridimensionales de ciudades para aplicaciones de emplazamiento de antenas de telefonía.
- Cuantificación del volumen de nieve para estimar el volumen de agua de deshielo.
- Análisis de la cubierta vegetal para estudios forestales.

Esta última aplicación se desarrollará con el Centre Tecnològic Forestal de Catalunya para determinar las características de la cubierta vegetal de bosques.



**Aportación:** Desarrollo de nuevas aplicaciones del LIDAR.

### Publicaciones técnicas:

Ruiz, A. y Kornus, W.: "Experiencias y aplicaciones del LIDAR", en *Proceedings de la 5a Setmana Geomàtica de Barcelona*. Barcelona, febrero de 2003.

Ruiz, A., González, X., Herms, I. y Bastianelli, L.: "Flood Risk Mapping Based on Airborne Laser Scanner Data: Case of the Llobregat River", en *Proceedings of the International Conference on Flood Estimation*. Bema, 2002.

# Interferometría SAR

## Ámbito temático:

Producción MET

## Liderazgo del estudio:

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

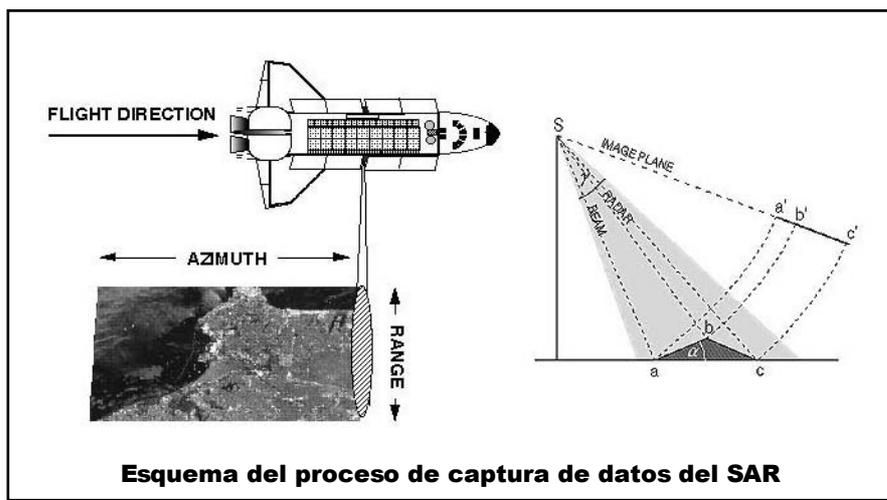
## Fecha de finalización:

Actividad continuada

## Descripción:

Los Radars de Apertura Sintética (SAR) proporcionan dos tipos de información: la intensidad del retorno de la señal y una fase, relacionada

con la distancia entre el sensor y el objeto observado. Esta fase es la información que se utiliza para determinar elevaciones del terreno a partir del interferograma de dos imágenes que se captan desde posiciones ligeramente distintas la una de la otra.



El objetivo del programa de trabajo es el desarrollo y la implantación de técnicas de interferometría radar para la determinación de elevaciones. En concreto, se han desarrollado las herramientas adecuadas para derivar información altimétrica de conjuntos de pares interferométricos de imágenes ERS, así como desarrollar herramientas específicas para la visualización de estos datos y edición interactiva de casos complejos.

El ICC ha desarrollado una línea de producción propia y ha aplicado estas técnicas en diferentes proyectos de desarrollo y de producción en zonas boreales con cobertura casi permanente

de nubes a partir de imágenes de los satélites europeos ERS 1 y 2. La técnica de interferometría diferencial para el análisis de subsidencias se describe más adelante. En un futuro inmediato se aplicará en imágenes ENVISAT.

## Aportación:

Obtener la única tecnología viable para la determinación de elevaciones del terreno en zonas tropicales y boreales cubiertas de nubes casi permanentemente.

## Publicaciones técnicas:

Arbiol, R. y González, G.: "Map production in Venezuela using airborne InSAR", en *ISPRS*, vol. XXXIII. Amsterdam, 2000.

# Generalización automática

**Ámbito temático:**  
Producción cartográfica

**Liderazgo del estudio:**  
Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

**Fecha de finalización:**  
Actividad continuada

## Descripción:

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 y con demasiado detalle 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.

Desde 1993 el ICC ha evaluado sistemas de mercado para analizar funcionalidades, cuantificar el ahorro que supone usar esta técnica y delimitar las condiciones en que puede ser aplicado. Actualmente se usa el software Change y software propio en la producción del Mapa topográfico 1:10 000 y de la Base topográfica 1:25 000, ambos derivados de la Base topográfica 1:5 000.

El ICC ha desarrollado también algoritmos y herramientas de ayuda para la generalización manual: Los algoritmos permiten, por ejemplo, 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 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 Base 1:25 000 se han desarrollado herramientas para mantener la tercera dimensión de los datos originales.

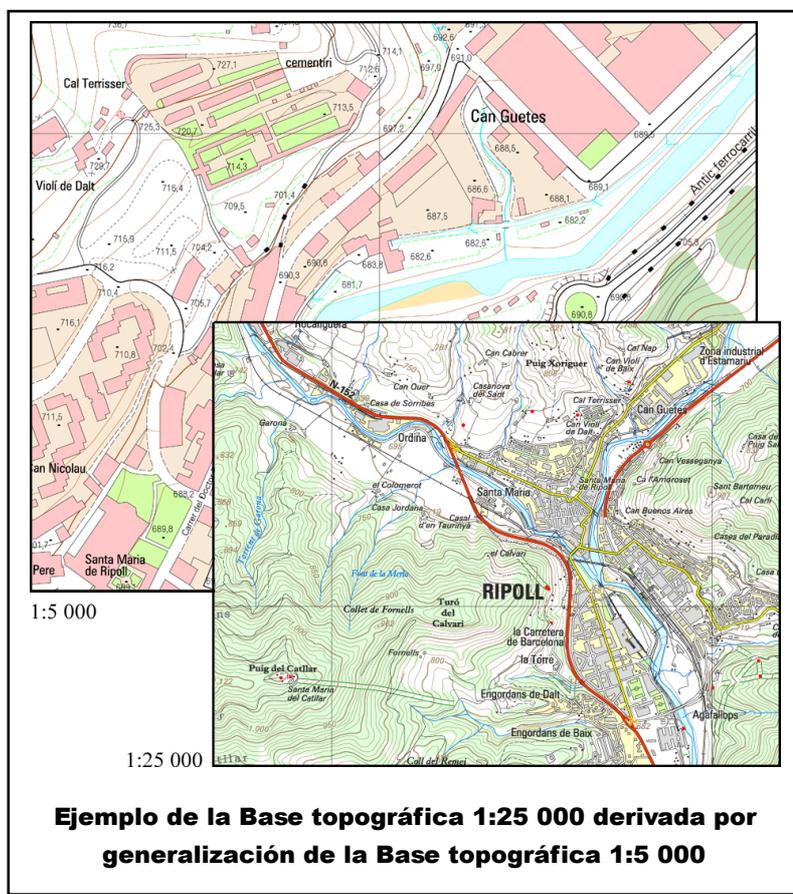
A pesar del éxito, todavía hay problemas abiertos: las herramientas actuales aportan soluciones a la parte geométrica y topológica de la generalización, pero todavía faltan las herramientas para solucionar el problema de la actualización de las bases de datos obtenidas por generalización, que han de estar basadas en la posibilidad de establecer vínculos entre la base de datos original y la generalizada.

**Aportación:** Primeras experiencias prácticas en la producción de cartografía mediante generalización.

## Publicaciones técnicas:

Baella, B. y Pla, M.: "Some generalization practices on relief representation derived from the Topographic database of Catalonia at scale 1:5 000", en *Proceedings of the Second Symposium of the Commission on Mountain Cartography of the International Cartographic Association*, pág. 7-16. Dresden, 2000.

Baella, B. y Pla, M.: "Map generalization to obtain the Topographic Map of Catalonia 1:10.000", en *Workshop on Progress in Automated Map Generalization*. ICA. Ottawa, agosto de 1999.



# PARAMOUNT. Aplicaciones y servicios para la seguridad pública y la infomovilidad comercial en la montaña

## Ámbito temático:

Servicios basados en la localización

## Liderazgo del estudio:

IfEN Gesellschaft fuer Satellitennavigation mbH

## Otros participantes:

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), AGIS, University of the Bundeswehr, Munic, Bayerische Bergwacht (Servicio de rescate en montaña bávaro), Österreichischer Bergrettungsdienst (Servicio de rescate en montaña austriaco).

## Fecha de finalización:

2003

## Descripción:

El proyecto PARAMOUNT (Public safety & commercial infomobility Applications and services in the MOUNTAINS) es un proyecto piloto de un servicio de localización, información y navegación dirigido a los excursionistas y servicios de rescate en montaña financiado por el programa IST de la Unión Europea. Los componentes de este servicio son:

- Infotour. Provee al usuario de funcionalidades de navegación y de información local diversa (turística, meteorológica, del riesgo de aludes).
- Safetour. Provee información relacionada con la seguridad en montaña y permite el seguimiento de usuarios registrados en terrenos peligrosos, la alerta y la coordinación de los equipos de rescate en situaciones de emergencia.
- Datatour. Implica a los usuarios en la adquisición y el mantenimiento de la base de datos necesaria para implementar estos servicios.

La comunicación entre los servidores y los dispositivos móviles (PC de bolsillo con GPS, brújula electrónica y teléfono móvil) se hace con tecnología GPRS. Los datos se transfieren vía protocolo HTTP usando XML. Una de las principales aportaciones del ICC en el proyecto es el desarrollo de la "predicción cartográfica de aludes", mediante la combinación del boletín del peligro de aludes y el mapa de zonas de aludes.

**Aportación:** La combinación de la navegación por satélite y telecomunicaciones con sistemas de información geográfica son la base para el desarrollo de nuevas herramientas de infomovilidad de acceso sencillo por los usuarios de la montaña.

## Publicaciones técnicas:

Moner, I., Marturià, J., Martí, G., Roca, A., Loehnert, E., Reinhardt, W., Klever, N. y Barbisch, G.: "Desarrollo de un sistema de navegación e información en montaña. El proyecto PARAMOUNT", en *Proceedings de la 5a Setmana Geomàtica de Barcelona*. Barcelona, febrero de 2003.



**Los usuarios podrán acceder a la información mediante una PDA**

## **ALUDEX. Caracterización de aludes catastróficos mediante un estudio dendroclimático y nivoclimático**

### **Ámbito temático:**

Riesgo de aludes

### **Liderazgo del estudio:**

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

### **Otros participantes:**

Departament d'Ecologia de la Facultat de Biologia de la UB.

### **Fecha de finalización:**

2005

### **Descripción:**

Para determinar la peligrosidad de los aludes es necesario disponer de datos de su intensidad y también de su periodicidad. El proyecto trata de la determinación de la periodicidad de los aludes y está financiado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología y fondo FEDER.

Para la determinación, existen diferentes métodos con diferentes grados de precisión: encuesta a la población, seguimiento invernal, ubicación del fenómeno dentro de su marco nivometeorológico y datación a través del estudio dendrocronológico. Los primeros métodos han sido ya utilizados por el ICC para la elaboración de la serie Mapa de zonas de aludes de Cataluña 1:25 000, pero son poco precisos por la poca concreción del primero y por el corto período de observaciones del segundo.

Los dos últimos métodos han sido poco desarrollados en los Pirineos por lo que se refiere a los aludes de nieve. Su aplicación es de gran interés, dados los resultados obtenidos en campos afines. Para desarrollar los métodos se trabajará mayoritariamente con los aludes de la crisis de febrero de 1996. Ésta es, hasta la actualidad, la más importante conocida por lo que a la vertiente sur de los Pirineos se refiere. Durante este período se desencadenaron aludes de dimensiones extraordinarias que devastaron bosques e, incluso, zonas habitadas.

### **Aportación:**

El proyecto ALUDEX representa un avance en la determinación de la periodicidad de los aludes. La periodicidad, juntamente con los estudios de peligrosidad, permitirán una predicción del peligro de aludes más precisa. La elaboración y difusión de la predicción del peligro de aludes en los Pirineos es un servicio público que el ICC ofrece para la prevención de accidentes en alta montaña.

### **Publicaciones técnicas:**

Muntan, E., Andreu, L., Oller, P., Gutiérrez, E. y Martínez, P.: "Dendrochronological study of the avalanche path Canal del Roc Roig, first results of the ALUDEX project in the Pyrenees", en *Annals of Glaciology*, 38, Paper 38A75. Cambridge, 2003.



**Imagen de un alud en el Pirineo**

# POTSIS. Potencialidad sísmica de los Pirineos orientales

## Ámbito temático:

Riesgo sísmico

## Liderazgo del estudio:

Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

## Otros participantes:

Universitat de Barcelona, Observatoire Midi Pyrenées de Toulouse, Instituto de Investigación y Seguridad Nuclear (IRSN) de Paris y las sociedades GEOID y GEOTER de Montpellier.

## Fecha de finalización:

Actividad continuada

## Descripción:

Los Pirineos orientales presentan una sismicidad moderada con un período de actividad intensa conocido en la Edad Media (1427-1428).

Con la finalidad de hacer una estimación de los períodos de recurrencia de sismos destructores, se estudian, además de la sismicidad, las deformaciones tectónicas recientes a través de las huellas geológicas (paleosismicidad) y mediante las medidas geodésicas, sea con las estaciones permanentes del ICC o con la medida repetida de una red de 25 puntos de ambos lados de la frontera.

Esta red ya se ha medido en los años 1992, 1994 y 1999, con campañas de una semana, en colaboración con otros organismos catalanes y franceses. A medio plazo, la comparación de estas medidas permitirán una cuantificación de las deformaciones tectónicas horizontales, que son la causa de los terremotos.

## Aportación:

El conocimiento, el estudio y la divulgación de la sismicidad y del riesgo sísmico son necesarios para la planificación y la ordenación territorial.

## Publicaciones técnicas:

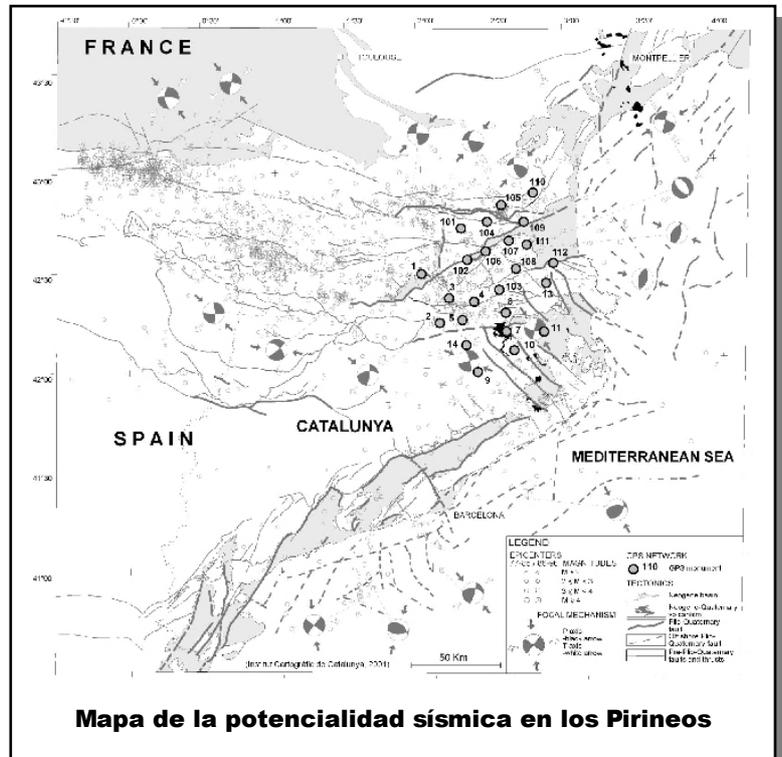
Goula, X., Fleta, J., Castellote, M. y Térmen, A.: "Present deformation and seismic potentiality in the Eastern Pyrenees", en *Workshop on the geodynamics of the western part of Eurasia-Africa plate boundary. Extended abstracts book*. San Fernando, 2001.

Térmen, A., Castellote, M., Soro, M., Fleta, J., Goula, X. y Talaya, J.: "PotSis'99, PotSis'94 and PotSis99 GPS campaigns to improve the knowledge of seismic potentiality in the Eastern Pyrenees", en *X General Assembly of the WEGENER Project (WEGENER 2000)*. Observatorio de San Fernando. 18-20 de septiembre de 2000.

Giménez, J., Suriñach, E. y Goula, X.: "Quantification of vertical movements in the eastern Betics (Spain) by comparing levelling data", en *Tectonophysics*, núm. 317, pág. 237-258. 2000.

Talaya, J., Feigl, K., Térmen, A. y Colomina, I.: "Practical lessons from analysis of a GPS network designed to detect movements of ~ 1 mm/year in the Eastern Pyrenees", en *Physical and Chemists of the Earth*, vol. 24, núm. 4, pág. 355-359. 1999.

Giménez, J., Goula, X. y Suriñach, E.: "Cuantificación de deformaciones recientes mediante datos de nivelación de precisión en el sudeste peninsular", en *1er Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*. Murcia, 12-16 de abril de 1999.



# RISKUE. Escenarios de riesgos sísmicos en ciudades europeas

**Ámbito temático:**  
Riesgo sísmico

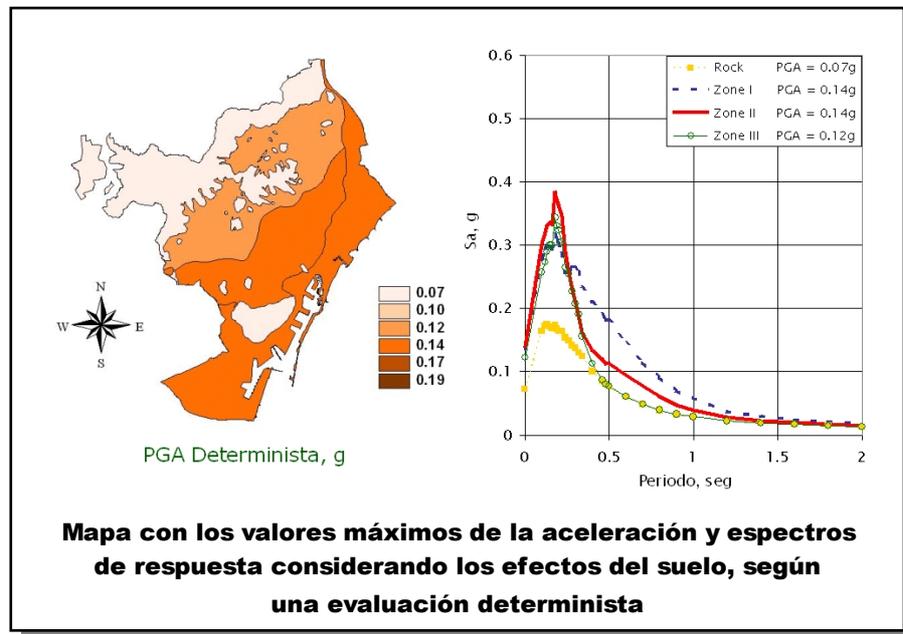
**Liderazgo del estudio:**  
BRGM (Fr)

**Otros participantes:**  
Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), Geoter, Polimi, Unige, UTCB, AUTH, IZIS-Skopje, CLSMEE, CIMNE.

**Fecha de finalización:**  
2003

## Descripción:

El proyecto se enmarca dentro de la evaluación de la vulnerabilidad y del riesgo sísmico a escala regional y su aplicación en Cataluña.



La organización de emergencias en caso de terremotos en ciudades muy pobladas necesita generar escenarios del riesgo que tengan en cuenta las características propias de estas ciudades. En este proyecto, se trata de definir escenarios de terremotos basados en la evaluación de la peligrosidad, de la vulnerabilidad del tejido urbano y de las posibles consecuencias.

El principal objetivo del proyecto es desarrollar una metodología general y modular para generar escenarios de riesgo que tengan en cuenta las características propias de ciudades del ámbito europeo, evaluando, en particular, el riesgo sobre el patrimonio cultural y el impacto económico. La metodología se aplica en siete ciudades europeas: Barcelona, Bitola, Bucarest, Catania, Niza, Sofía y Tesalónica.

## Aportación:

El conocimiento, el estudio y la divulgación de la sismicidad y del riesgo sísmico son necesarios para la planificación y la ordenación territorial.

## Publicaciones técnicas:

Chávez, J., Goula, X., Roca, A., Mañá, F., Presmanes, J. A. y López-Arroyo, A.: "Escenarios de daños sísmicos en Cataluña", en *1er Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*. Murcia, 12-16 de abril de 1999.

Chávez, J., Goula, X., Roca, A., Cabañas, L., Benito, B., Rinaldis, D. y Sabetta, F.: "Análisis de daños y de parámetros del movimiento del suelo correspondientes al terremoto de Irpinia (Italia) de 1980", en *1ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. Almería, 9-13 de febrero de 1998.

Chávez, J., Goula, X., Roca, A., Mañá, F., Presmanes, J. A. y López-Arroyo, A.: "Earthquake risk in Catalonia: Vulnerability assessment for dwelling buildings", en *1ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. Almería, 9-13 de febrero de 1998.

# EUROSEISRISK. Evaluación de la peligrosidad sísmica, efectos del suelo e interacción suelo-estructura en una cuenca instrumentada

**Ámbito temático:**  
Riesgo sísmico

**Liderazgo del estudio:**  
UTHESS (Gr)

**Otros participantes:**  
Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC), IESEE (Gr), LCPC (Fr), RWTH (G), UTRS (It), UTOK (J), UKOM (SI)

**Fecha de finalización:**  
2004

## Descripción:

La existencia de un emplazamiento bien instrumentado en una cuenca, con presencia de sismicidad (Valle de Volvi-Tesalónica), donde se han realizado estudios de geofísica y geotecnia y donde se ha instalado una densa red de acelerógrafos tanto en superficie como en fondos de pozos y la construcción de una maqueta de edificio, permite la estructuración de un proyecto de investigación para la validación de programas de cálculo, tanto de los efectos de amplificación locales como de la interacción suelo-estructura.

Los objetivos generales del proyecto se estructuran en seis paquetes de trabajo:

- Descripción completa de la estructura tridimensional de la cuenca, mediante estudios experimentales de geofísica y de geotecnia.
- Control y estudio de la sismicidad regional y local. Evaluación de la peligrosidad sísmica.
- Utilización de "microtremors" (vibración ambiental) para el estudio de la caracterización de los suelos.
- Extensión de la red local de acelerógrafos. Estudio experimental y numérico de los efectos locales de la cuenca (1D, 2D y 3D).
- Estudio del comportamiento estructural de un edificio y de la interacción suelo-estructura.
- Evaluación crítica de los resultados y diseminación de los datos.

## Aportación:

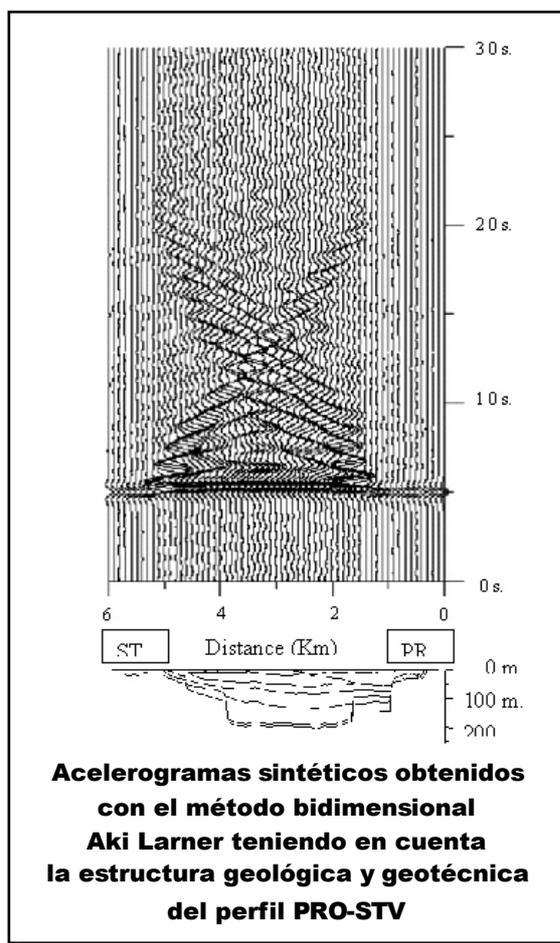
El conocimiento, el estudio y la divulgación de la sismicidad y del riesgo sísmico son necesarios para la planificación y la ordenación territorial.

## Publicaciones técnicas:

Cid, J., Susagna, T., Goula, X., Chavarria, L., Figueras, S., Fleta, J., Casas, A. y Roca, A.: "Seismic Zonation of Barcelona Based on Numerical Simulation of Site Effects", en *Pure and Applied Geophysics*, 158, 2559-2577. Basel, 2001.

Cid, J., Figueras, S., Goula, X., Susagna, T. y Roca, A.: "Simulación numérica de efectos locales en la ciudad de Barcelona", en *2ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. Portugal, 8-12 de febrero de 2000.

Figueras, S., Cid, J., Goula, X., Susagna, T. y Roca, A.: "Calibración de métodos de modelización de efectos locales: EUROSEISTEST (Grecia)", en *1er Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*. Murcia, 12-16 de abril de 1999.



## Nueva Red sísmica

**Ámbito temático:**  
Riesgo sísmico

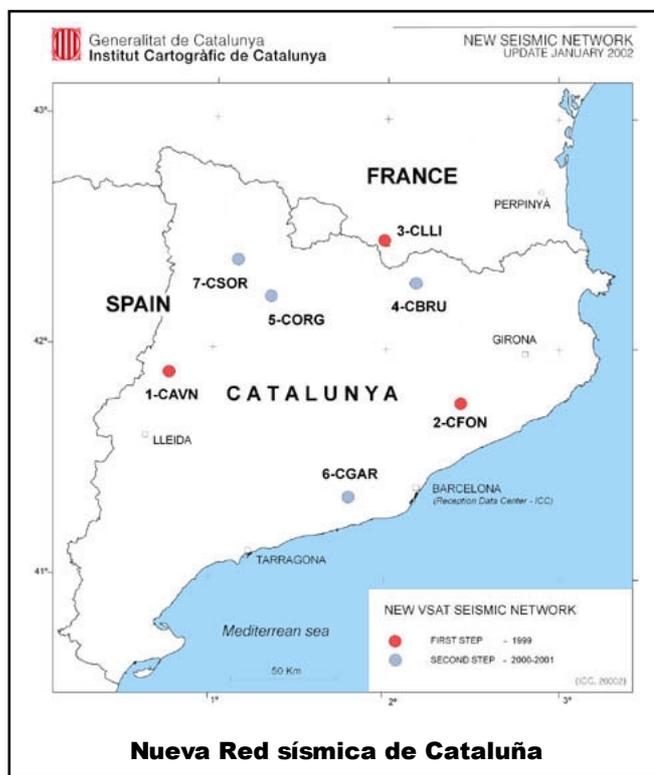
**Liderazgo del estudio:**  
Institut Cartogràfic de Catalunya (ICC)

**Fecha de finalización:**  
Actividad continuada

### Descripción:

Con el doble objetivo de dar información rápida a Protección Civil, a los medios de comunicación y a la sociedad en general en el caso de producirse un terremoto, y de obtener datos sísmicos sistemáticos de calidad para la comunidad científica, se está desplegando la nueva Red sísmica de Cataluña. En esta red se prevé la instalación de hasta 20 estaciones sísmicas, equipadas con sensores de banda ancha de tres componentes y de un gran rango dinámico.

Las estaciones disponen de antenas VSAT (Very Small Aperture Terminal) que envían la información sísmica vía satélite en tiempo real y de manera continuada al centro de recepción de datos del ICC. Los datos se tratan mediante un software que permite la localización automática de los terremotos de interés, el archivo del conjunto de los datos y la difusión rápida de la información básica de la sismicidad registrada.



### Aportación:

El conocimiento, el estudio y la divulgación de la sismicidad y del riesgo sísmico son necesarios para la planificación y la ordenación territorial.

### Publicaciones técnicas:

Tapia, M., Susagna, T., Goula, X. y Figueras, S. "Reducción de ruido en profundidad a partir de registros broadband", en *Cien años de sismología en Granada*, 4 pág. Granada, octubre 2002.

Goula, X., Jara, J. A., Susagna, T. y Roca, A.: "A New Broad-Band Seismic Network with Satellite Transmission in Catalonia (Spain)", en *Orfeus Newsletter*, vol. 3, núm. 1. Holanda, 2001.

González, M., Secanell, R., Susagna, T. y Goula, X.: "Inversión de amplitudes de registros sísmicos para la definición de ML", en *2ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. Portugal, 8-12 de febrero de 2000.

Roca, A., Goula, X., Olmedillas, J. C., Olivera, C., Susagna, T., Figueras, S. y Fleta, J.: "Nueva red sísmica de Cataluña con sensores de banda ancha y comunicación vía satélite en tiempo real", en *2ª Asamblea Hispano-Portuguesa de Geodesia y Geofísica*. Portugal, 8-12 de febrero de 2000.

Roca, A., Goula, X., Olmedillas, J. C. y Talaya, J.: "Redes de observación geofísica con plataformas VSAT. Proyecto de red del Institut Cartogràfic de Catalunya", en *Boletín ROA*, núm. 5, pág. 161-166. Real Instituto y Observatorio de la Armada de San Fernando. 1999.