

## **REDES DE OBSERVACIÓN GEOFÍSICA CON PLATAFORMAS VSAT. PROYECTO DE RED DEL INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA**

A.Roca, X. Goula, J.C. Olmedillas y J. Talaya

Institut Cartogràfic de Catalunya. Parc de Montjuïc. 08038 Barcelona. E-mail: roca@icc.es

### **INTRODUCCIÓN**

Los sistemas actuales de adquisición de datos geofísicos adolecen de gran heterogeneidad, debido a la diversidad de emplazamientos, de equipos y de sistemas de transmisión y de adquisición de datos. El interés actual por la adquisición conjunta de datos correspondientes a diferentes campos de las Ciencias de la Tierra (Sismología, Geodesia, Meteorología, Magnetismo,...) que permita una aproximación interdisciplinar conduce a plantear el concepto del nuevo Observatorio. Disciplinas que hasta ahora habían tenido tratamientos muy separados empiezan a disfrutar de interacciones fuertes; éste es el caso de las aplicaciones de técnicas GPS a la Sismología o a la Meteorología.

En la vigilancia y estudio de los terremotos, por ejemplo, es de gran utilidad la combinación de datos sísmicos y geodésicos. Los equipos multi-sensor con transmisión en tiempo real y los sistemas de diseminación rápida de información permitirán, por una parte, avanzar en el campo de la prevención y, por otra, facilitarán el acceso a estos datos por parte de la comunidad científica, dando lugar a sinergias hasta ahora difíciles de lograr.

Los avances tecnológicos en el campo de las telecomunicaciones permiten el uso de satélites - hasta hace poco reservados a usos especiales o a sectores con gran capacidad económica - para redes de observación de ámbito científico. Con plataformas VSAT se consigue una mayor libertad en la elección de los emplazamientos, de manera que respondan a las necesidades del tipo de medidas a obtener. La capacidad y flexibilidad de estas comunicaciones favorece la instalación de sistemas multi-sensor y la transmisión simultánea, sin coste adicional, a diferentes centros de adquisición de datos.

### **RED VSAT DEL INSTITUT CARTOGRÀFIC DE CATALUNYA**

En el proyecto de red del Institut Cartogràfic de Catalunya se prevé la integración en el mismo sistema de diferentes sensores:

- sísmicos: sensores de banda ancha con amplio rango dinámico y transmisión continua.
- GPS: receptores de doble frecuencia con transmisión continua.
- nivo-meteorológicos: diferentes sensores que proporcionan los datos necesarios para el estudio y predicción de aludes (velocidad y dirección del viento, precipitación, temperatura y humedad del aire, radiación solar, altura de nieve, perfil de temperatura del manto nivoso,...) así como, conjuntamente con estaciones GPS, para la determinación del contenido de vapor de agua en la atmósfera.

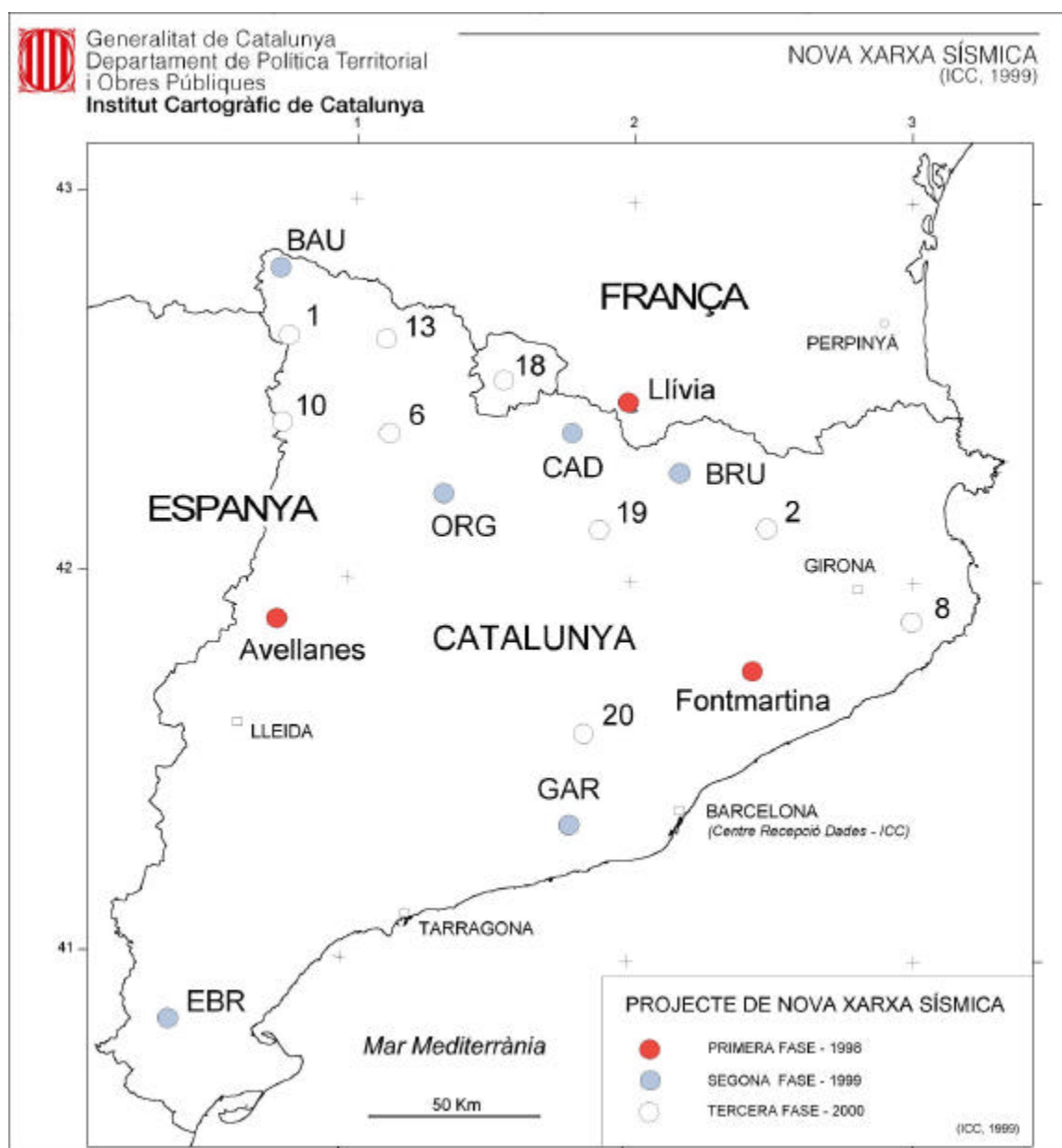
En la actualidad se han empezado a desarrollar las redes sísmica y GPS. Dependiendo de los objetivos específicos algunas de las estaciones de campo están equipadas de sensores sísmicos y receptores GPS, siempre con transmisión continua al centro de registro de Barcelona; otros emplazamientos disponen sólo de sensor sísmico o de GPS. En cuanto a la red nivel-meteorológica actualmente se tienen en funcionamiento tres estaciones, con comunicación con el centro de análisis mediante telefonía móvil GSM. Se está estudiando su posible integración al sistema de comunicación via satélite.

El sistema de comunicaciones por satélite (sistema Libra de la firma canadiense Nanometrics) está constituido por: a) un sistema central, instalado en la sede del ICC en Barcelona (Fig. 1) que incluye un *Hub*, una antena de 3.8 m de diámetro y un ordenador de control integrado en una red local y b) plataformas VSAT instaladas en las estaciones de campo al lado de los sensores sísmicos de banda ancha y de las estaciones GPS.

En las comunicaciones por satélite se utiliza el protocolo TDMA con una única portadora. Esto permite que el mismo segmento espacial sea compartido por todas las estaciones de la red de forma secuencial en el tiempo. El acceso al segmento espacial está controlado por la estación central (Hub). El sistema de comunicaciones tiene características especiales: utiliza la misma portadora para el *inbound* y el *outbound* y minimiza el ancho de banda ocupado en el satélite, y por ende su coste. El satélite escogido para realizar las comunicaciones es el Hispasat - 1 -A.



**Figura 1:** Antena del centro de recepción de datos.



**Figura 2:** Mapa con la ubicación de las estaciones sísmicas previstas.

## RED SÍSMICA

En la Figura 2 se muestra un mapa con la ubicación prevista de estaciones sísmicas. La primera fase, consistente en la instalación del centro de recepción, registro y análisis de Barcelona y tres estaciones de campo (Fontmartina, Avellanes y Llívia), se ha completado en junio de 1999. Para la segunda fase se están construyendo las infraestructuras de cuatro nuevos emplazamientos en Garraf, Bruguera, Organyà y Bausen y se està proyectando compartir estaciones del Observatori de l'Ebre (Horta de Sant Joan), del Institut d'Estudis Catalans (Cadí) y del Instituto Geográfico Nacional.

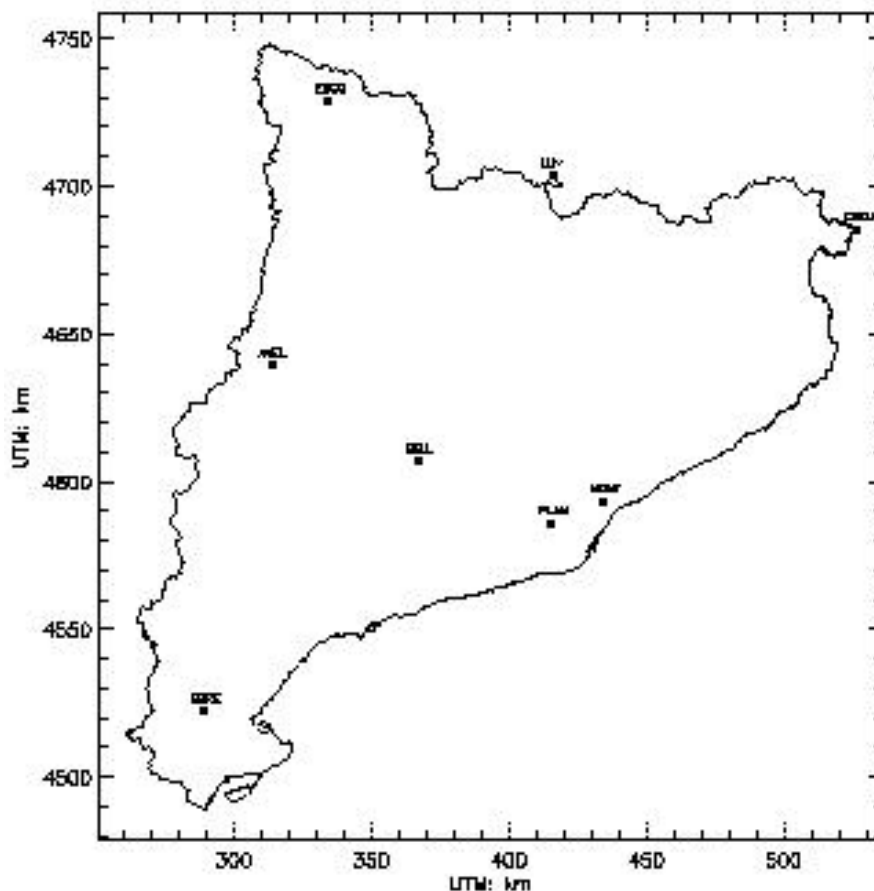
Las estaciones remotas de la nueva red sísmica disponen de sensores de banda ancha de tres componentes que se conectan al sistema de adquisición y transmisión (estación Lynx). En algunas estaciones la alimentación se realiza con conexión a red eléctrica mientras que en otras se dispone de paneles solares. En todo caso las estaciones disponen de un banco de baterías para garantizar su autonomía. Se ha dedicado un esfuerzo importante en el diseño y construcción de las infraestructuras para conseguir mayor robustez y fiabilidad de los sistemas. Para la instalación de los sensores se ha realizado una pequeña excavación de profundidad variable para alcanzar la roca sana. Se dispone de protecciones eléctricas y ambientales. En la Figura 3 se muestra una vista general de las instalaciones de Llivia, que incluye infraestructuras para equipo sísmico de banda ancha y estación GPS permanente.

Los datos se procesan en el centro de registro mediante programas que permiten la localización automática de los terremotos de interés, el archivo del conjunto de datos y la difusión rápida de la información básica de la sismicidad registrada.

Se considera de gran importancia disponer de un sistema automatizado de disseminación de datos que cubra: i) el intercambio en tiempo real entre centros responsables de adquisición y difusión de información; ii) la información a diversos organismos, en particular a los responsables de protección civil y iii) la difusión de datos de calidad a la comunidad científica.



**Figura 3:** Instalaciones de la estación de Llivia.



**Figura 4:** Mapa con la ubicación de las estaciones GPS permanentes

### Red GPS

El núcleo del proyecto *Sistema de Posicionamiento Integrado de Cataluña* (SPGIC) lo constituye la red de estaciones permanentes GPS que el ICC está implantando sobre Cataluña. La red se concibió principalmente para ofrecer un servicio público de disponibilidad de datos GPS, siendo el principal cliente el propio ICC para sus necesidades de posicionamiento cinemático de sus aviones (apoyo aéreo cinemático para la aerotriangulación de bloques fotogramétricos, etc). A su vez permite disponer de series temporales de las coordenadas absolutas de las estaciones, útiles para realizar estudios tectónicos y para evaluar una transformación de datum entre los sistemas ED50 y WGS84.

La red (*Fig. 4*) se ha diseñado a partir de un triángulo fijado en los tres extremos del territorio catalán que se densifica hacia el interior en diferentes fases. El objetivo de la Red es que cualquier usuario pueda posicionarse en cualquier punto de Cataluña con un mínimo de 3 estaciones a su alrededor (desde la 1ª fase), y a una distancia máxima de 50 Km. entre el punto y la estación (última fase) en cualquier momento. En estos momentos existen 6 estaciones en funcionamiento y se espera terminar el despliegue a finales de 1999.

Los receptores registran las observaciones de los satélites a una frecuencia de 1 Hz que son filtrados posteriormente a una observación cada 15s, actualmente los datos son enviados al ICC vía modem mediante una llamada telefónica efectuada en horario nocturno. Mediante la tecnología VSAT se transmitirán todos los datos al ICC con un retardo mínimo (menor a 2-3 segundos).

La transmisión en tiempo real de las observaciones registradas por la red de estaciones permanentes GPS al ICC abre la puerta a un gran conjunto de nuevas posibilidades y usos de esta red. Entre los proyectos previstos podemos citar la transmisión de correcciones diferenciales de la fase (RTK) de todas las estaciones GPS permanentes. Posteriormente, a partir de los datos del conjunto de estaciones permanentes GPS recibidos en tiempo real en el ICC se intentará la determinación de modelos locales de troposfera y ionosfera. La transmisión de estos modelos precisos permitirían un posicionamiento de pocos centímetros en todo el territorio de Cataluña, a modo semejante de la redes WADGPS en el caso del observable código. La utilización de estaciones permanentes GPS para mejorar modelos meteorológicos de predicción de tiempo también requiere tener acceso a las observaciones GPS en tiempo real puesto que los modelos meteorológicos se vuelven obsoletos en pocas horas.