

PRIMEROS RESULTADOS DE UNA RED GPS DE MONITORIZACIÓN DE ASENTAMIENTOS EN LA CUENCA POTÁSICA CATALANA (N-E DE ESPAÑA)

José A. Gili¹, Nieves Lantada¹, Aline Concha², Xavier Soler³, Càrol Puig¹, Jordi Marturià²

- 1: Universidad Politécnica de Cataluña, UPC
c/ Jordi Girona, 1 (módulo D2)
08034 Barcelona
j.gili@upc.edu; nieves.lantada@upc.edu; carol.puig@upc.edu
- 2: Institut Geològic de Catalunya, IGC
c/ Balmes, 209
08006 Barcelona
aconcha@igc.cat ; jmarturia@igc.cat
- 3: GPS Global
c/ Àncora, 18, baixos
08800 Vilanova i la Geltrú xsoler@gps.es

Palabras clave: GPS, GNSS, monitoring, subsidencia, minería potásica.

Resumen

En la parte central de Cataluña se encuentra la zona geológica conocida como la Cuenca Potásica Catalana, una potente formación de depósitos salinos, mayormente potásicos. Las capas subterráneas afloran superficialmente en diversos puntos (Cardona, Suria, Sallent etc), lo que ha hecho muy accesible su extracción, con actividades mineras que se remontan a la época romana. En el siglo XX aumentó la tasa de explotación, lo que produjo subsidencias importantes (hasta de algún metro en algunos puntos) cerca o afectando a algunos núcleos como los citados.

En el año 2007 el Institut Geològic de Catalunya (IGC) estableció una red de monitorización de movimientos que venía a cubrir de manera amplia la parte Este de la Cuenca Potásica, complementando e integrando otras redes locales previas. 36 vértices han sido observados con métodos GPS de precisión por la empresa GPS-Global en tres épocas hasta el momento: Diciembre 2007, Noviembre 2008 y Noviembre 2010.

En esta contribución se presentan: los trabajos de preparación/diseño de la red; y el postprocesado de los datos registrados en las dos primeras campañas. Se han probado cinco diferentes aproximaciones o estrategias de cálculo, basadas en otros tantos paquetes de software, con resultados compatibles entre si. Todos los puntos de la red presentan movimientos no significativos entre las dos campañas, excepto el vértice CK31 que ha experimentado una subsidencia de unos 9 cm. Se ha podido evaluar la precisión del dispositivo de monitorización; la estadística de los residuos nos permite estimar la desviación típica de los movimientos verticales en 1 cm, valor acorde con los equipos y método usado, y que satisface el objetivo de diseño de la red para monitorizar los movimientos generales de la Cuenca Potásica Catalana.

1. Área de estudio: la Cuenca Potásica Catalana

La Cuenca Potásica Catalana está situada en la Depresión Central Catalana que forma parte de la Depresión del Ebro (figura 1). Esta cubeta sedimentaria está compuesta de una gran unidad salina con alternancia de capas de sales potásicas [1]. Explotadas desde tiempo de los romanos, la tasa de extracción aumentó en el siglo pasado; también las subsidencias asociadas que, en algunos puntos, han llegado a ser de orden métrico. Las zonas de mayor actividad se concentran alrededor de las localidades de Sallent, Suria y Cardona [2].

En el año 2007, el Institut Geològic de Catalunya (IGC) estableció una red de control de movimientos que cubre la parte Este de la Cuenca Potásica (40 km x 25 km). 36 vértices geodésicos de la Red de Orden Inferior (ROI) fueron seleccionados para llevar a cabo las medidas con GPS de precisión (figura 2). Tres campañas de campo han sido observadas: Diciembre de 2007, Noviembre de 2008 y Noviembre de 2010.

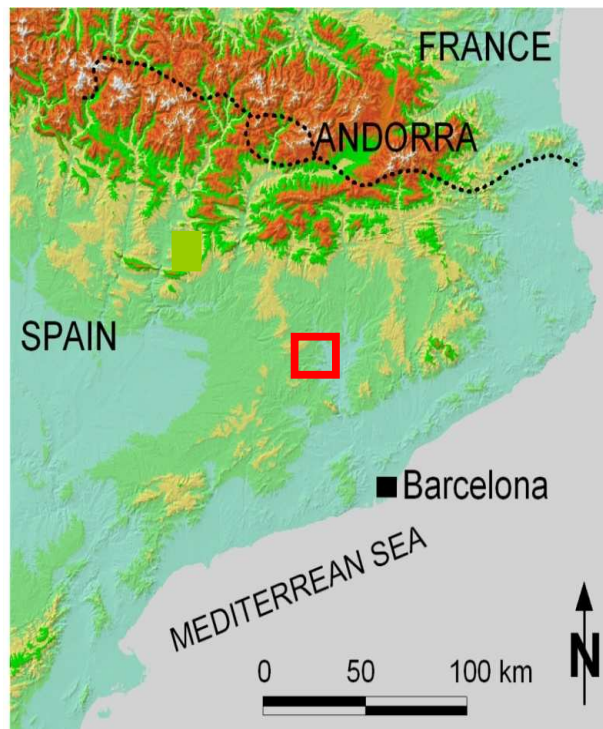


Figura 1. Localización aproximada de la Cuenca Potásica Catalana (cuadrado rojo)



Figura 2. Fotografías de tres puntos de medida con las antenas y los receptores GPS registrando. A la izquierda un estacionamiento encima de un vértice geodésico cerca de Sallent. En el centro, un punto cerca de la explotación de Iberpotash en Suria. Las alturas de antena son constantes, gracias al uso de mini trípodes o jalones de longitud fija.



Figura 3. Fotografías de dos vértices de la red durante los trabajos de apoyo y comprobación (levantamiento preciso relativo a puntos cercanos para poder replantear el vértice si con los años sufre algún accidente o movimiento propio).

2. Estrategias de postprocesado de las observaciones GPS

En las campañas de campo se han usado seis receptores Leica de doble frecuencia, grabando simultáneamente durante sesiones de 10-12 horas. A continuación, 3 de los receptores son desplazados a tres nuevas estaciones mientras que los 3 restantes permanecen en los vértices ‘retrasados’. Nueva sesión de 10-12 horas, tras la cual se desplazan los ‘retrasados’ a 3 nuevos vértices, y así sucesivamente. La red de 36 vértices se puede cubrir en dos semanas de trabajo de campo.

Para el procesado se han comparado cinco programas de cálculo distintos. Los dos primeros, BERNESE (Universidad de Berna, [4]) y WARTK-POST [3], son paquetes de alta gama, potentes y pensados para grandes áreas. Su uso, sin embargo, es complejo. En cambio, el LGO [5] de Leica, el TGO [6] de Trimble y el Topcon Tools [7] de Topcon son programas comerciales, ‘amigables’ en su uso, aunque trabajan con algunas simplificaciones.

Además de programas distintos, se han usado diferentes estrategias y asunciones en el procesado para las órbitas de los satélites (precisas o radiodifundidas), modelos troposféricos e ionosféricos, etc. Un aspecto importante es cuales puntos se consideran como fijos o de referencia (datum). Para los dos paquetes de alta gama (BERNESE y WARTK-POST) se han usado puntos EUREF/IGS, los cuales están a más de 100 km de la zona. Para el cálculo con TGO se han adoptado puntos de la red catalana de estaciones permanentes (ICC) que están a unos 30-40 Km. Finalmente, para los dos restantes casos (LGO y Topcon Tools) no se adoptaron puntos fijos externos a la red, sino que para detectar los movimientos relativos locales, se asumió que los puntos exteriores que rodean el área son estables; este anillo de puntos exteriores se identifica en la figura 4 por una franja perimetral de tonalidad más densa.

3. Resultados

Tras los diferentes postprocesados con los observables de 2007 y de 2008, se han obtenido las diferencias de cota (asentamientos) de la figura 4, un mapa similar para cada programa. Se han comparado entre sí, viéndose que son compatibles dentro de los límites de la precisión. Sólo un punto de toda la red ha experimentado un descenso real entre esas dos épocas: el punto CK31 ha descendido cerca de 9 cm.

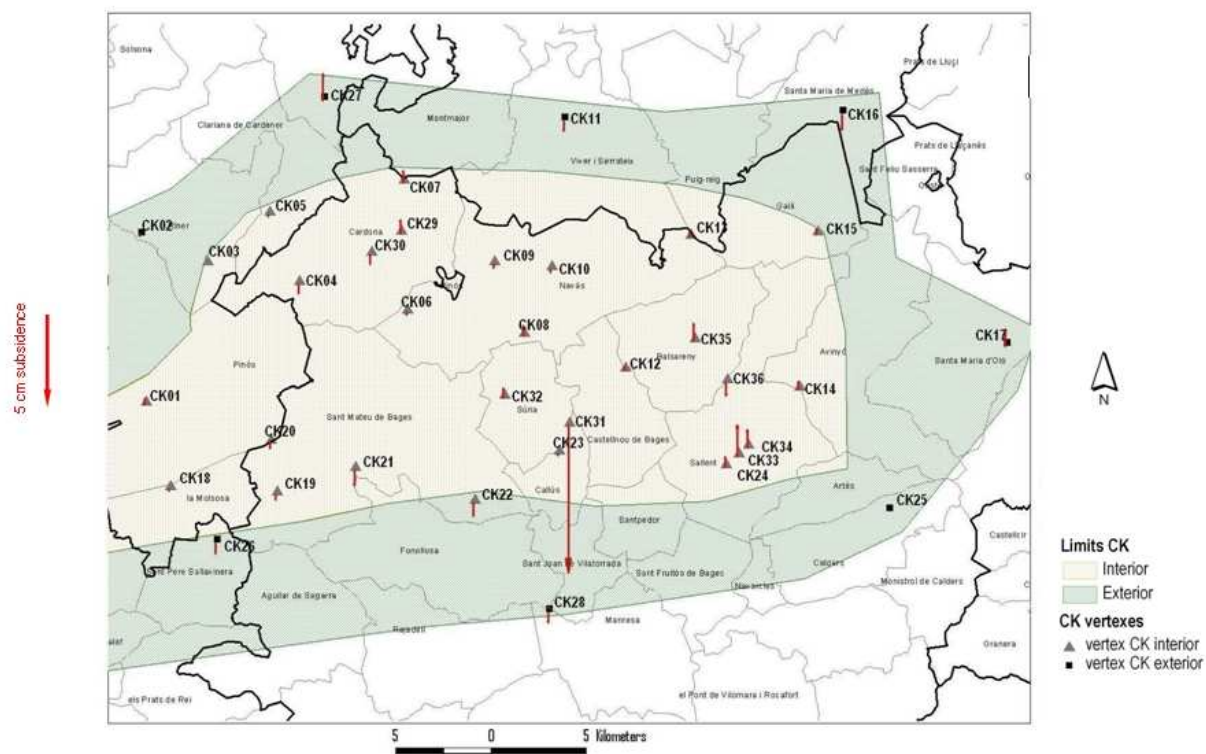


Figura 4. Vista general de la Cuenca Potásica Este, con los 36 vértices (CK01 a CK36). La zona periferal de tonalidad más saturada engloba el área supuestamente estable, mientras que la zona clara en el centro es la que plausiblemente puede verse afectada en el futuro por subsidencia natural (formación salina) o por causas antrópicas. En cada punto se ha representado el movimiento aparente 2007-2008 como vector vertical rojo (véase la escala en el margen izquierdo).

Excluido el punto CK31, las disparidades de los otros 35 vértices, supuestos estables, han sido analizadas como si fueran residuos; los valores de la tabla 1 son una indicación de la precisión conjunta del procedimiento de medida seguido en esta red de monitorización.

WARTK-POST		BERNESE		LGO		TGO		TOPCONTOOLS	
Media	σ	Media	σ	Media	σ	Media	σ	Media	σ
0.002	0.010	0.003	0.008	0.001	0.006	0.002	0.007	0.001	0.006

Tabla 1. Medias y desviaciones típicas (σ), en metros, de los desplazamientos verticales aparentes, para 35 puntos de la red, según el programa/estrategia de procesado.

4. Conclusiones

- La media de los 35 desplazamientos aparentes es casi nula, lo que sería indicativo de la estabilidad de los 35 puntos entre esas campañas.
- La desviación típica (σ) es un estimador de la precisión real del dispositivo. Todos los procedimientos de post-proceso dan valores iguales o inferiores a 1 cm. Este valor encaja con el nivel de precisión esperado para el equipo y método/red de observación empleado. En base a este valor de σ podemos adoptar 2 cm como umbral aproximado para discernir si un punto experimenta un movimiento real., significativo.
- Los programas de alta gama, geodésicos para baselíneas largas (WARTK-POST y BERNESE) permiten validar los resultados obtenidos por los más simples, comerciales (LGO, TGO y Topcon Tools). También confirman que la red diseñada alcanza los resultados pretendidos.
- De esta manera se ha podido decidir que en ulteriores campañas se puede seguir un procedimiento de campo similar; y el postprocesado se puede acometer con un programa standard.

Actualmente se está postprocesando la campaña de noviembre de 2010, lo que permitirá confirmar en mayor extensión los resultados preliminares presentados aquí.

Agradecimientos

Los datos y resultados en los que se basa este trabajo han sido obtenidos dentro de un proyecto del Institut Geològic de Catalunya, al que se agradece el permiso para la presentación parcial de los mismos. En el procesado se ha contado con la colaboración entusiasta del grupo GaGE de la UPC que ha adaptado su aproximación WARTK para el procesado optimizado de las observaciones de la red Cuenca Potásica. Se ha recibido soporte instrumental o lógico de las firmas Leica Geosystems, AI-Top (Trimble) e Inlandgeo (Topcon).

Referencias

- [1]. Marín, A. (1923) Investigaciones en la Cuenca Potásica de Catalunya. Boletín del Institut Geològic de España, Tomo XLIV, 3a. Serie, 458 p.
- [2]. Marturià, J., Diego, J. de, Martínez, P., Roca, A. (2006) Implementation of a subsidence risk management system. Proceed. 5th European Congress Geoscientific and Information Systems. Vol I, S5: 434-436. Barcelona, 2006.
- [3]. *WARTK-Post*: Hernandez-Pajares, M., Juan, J.M., Sanz, J. (2006) Real Time MSTIDs modelling and application to improve the precise GPS and GALILEO navigation. Proceed. Institute of Navigation GNSS, held at Fort Worth, Texas, USA, Sept. 2006, 1358-1368.
- [4]. *BERNESE*: University of Berna GPS software, BERNESE. <http://www.bernese.unibe.ch>
- [5]. *LGO*: http://www.leica-geosystems.com/en/Leica-Geo-Office_4611.htm
- [6]. *TGO*: <http://www.trimble.com/geomaticsoffice.shtml>
- [7]. *TOPCONTOOLS*: <http://www.topconpositioning.com/products/software/gps/post-processing/topcon-tools.html>