

# Red de control GPS de la Cuenca del Bajo Segura (Cordillera Bética Oriental)

P. Alfaro<sup>1</sup>, M<sup>a</sup>J. Borque<sup>2</sup>, A. Estévez<sup>1</sup>, A.J. Gil<sup>2</sup> y S. Molina<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente. Universidad de Alicante. Apdo. 99. E-03080, Alicante. Pedro.Alfaro@ua.es

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Cartográfica, Geodesia y Fotogrametría, Universidad de Jaén, 23071, Jaén.

## ABSTRACT

*The Bajo Segura Basin, one of the areas more seismically active in the Iberian Peninsula, is characterized by a compressive stress field showing a maximum horizontal axis trending between NNW-SE and N-S. Aiming to quantify the present deformation rates in this basin and to define its more active sectors from a seismotectonic point of view, we have performed a GPS network with eleven control points. Several stations of the National Geographical Institute Network were employed, and where these did not cover the areas of interest, new monitoring points were established. The first campaign has been done from 7th to 12th June 1999. The GPS constellation was tracked for eight hours session's windows over baselines ranging from 11 km to 59.4 km. The equipment used consisted of three Leica SR399 and two Leica SR9500 dual frequency carried phase receivers. Bernesse 4.0 with precise ephemerides was used to process the GPS observations and NETGPS software for the adjustment of the network.*

**Key words:** Bajo Segura basin, Betic Cordillera, GPS, active tectonics.

## INTRODUCCIÓN

La Cuenca del Bajo Segura se sitúa en la Cordillera Bética oriental sobre la terminación oriental en tierra del corredor de cizalla de Palomares-Alhama-Bajo Segura (Fig. 1). Está caracterizada por un índice de actividad sísmico bajo-moderado, con la ocurrencia ocasional de terremotos de magnitud moderada-alta, como el de Torrevieja de 1829 (intensidad X).

El análisis sismotectónico realizado en el área de estudio y sectores adyacentes (Alfaro, 1995) revela que la sismicidad producida en la región está ligada a un campo de esfuerzos compresivo con un eje máximo horizontal de dirección NNW-SSE/N-S. Estos resultados son coherentes con los resultados obtenidos por el proyecto SIGMA (CSN, 1998). Por tanto, en la Cordillera Bética oriental se está produciendo en la actualidad un acortamiento horizontal en la dirección NNW-SSE. Este acortamiento se acomoda principalmente a través del plegamiento de la cobertera neógeno-cuaternaria y del basamento de las Zonas Externas e Internas de la Cordillera, y por varias fallas activas inversas y de dirección. A partir de los estudios realizados en la Cuenca del Bajo Segura y sectores adyacentes (Montenat, 1977, Bousquet, 1979, López Casado *et al.*, 1987, Somoza, 1993, Taboada, 1993, Alfaro, 1995, entre otros) se pueden destacar como fallas más activas: la falla del Bajo Segura, la falla de Crevillente y las fallas de dirección NW-SE entre las que destaca la falla de San Miguel de Salinas.

Con el propósito de confirmar y cuantificar la deformación que se está produciendo en este sector oriental de la Cordillera Bética se ha construido una red GPS con 11 puntos de control, que ha sido medida por primera vez en junio de 1999 (Fig. 1).

## RED GPS

Han sido seleccionados once puntos de control GPS a partir de las características geodinámicas del área de estudio e, indirectamente, a partir de la localización de los vértices REGENTE de las hojas 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional. Cuando en algunas zonas de interés no existían vértices REGENTE se han construido nuevos puntos de control.

Dos puntos de control se han situado en el exterior de la Cuenca del Bajo Segura. El punto 1 (Serreta Larga), situado al norte de la cuenca, se apoya sobre calizas del basamento de las Zonas Externas. Al sur de la cuenca se ha situado el punto 8 (La Loma), sobre materiales que rellenan la Cuenca de Cartagena, cuyo basamento está constituido por materiales de las Zonas Internas. Por tanto, existen dos puntos de control externos a la Cuenca del Bajo Segura que se sitúan sobre las Zonas Externas e Internas de la Cordillera Bética Oriental.

Los puntos de control 2, 3, 4 y 5 se localizan en el borde septentrional de la Cuenca, a lo largo de la falla de Crevillente. El punto 2 (Aspe) está ubicado claramente en

Tabla 1  
 Tabla con los resultados obtenidos en el ajuste de la red (primera campaña junio-1999).

Desde	Hasta	$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta Z$
4	1	-3381.412	-27693.377	4429.343
3	1	-6481.914	-7732.348	8323.459
3	10	15991.361	-1420.201	-20550.661
11	10	-8521.691	11740.023	10974.034
3	11	24513.067	-13160.240	-31524.684
8	11	-5114.306	21090.334	6921.891
9	11	8141.721	2857.826	-10205.958
3	2	661.909	-14765.475	-822.322
1	2	7143.830	-7033.134	-9145.777
3	4	-3100.494	19961.034	3894.110
7	4	-10156.990	8871.026	12838.990
3	5	8751.725	-32435.008	-11788.235
2	5	8089.800	-17669.556	-10965.925
1	6	16088.439	-10106.667	-21128.771
3	6	9606.521	-17839.018	-12805.321
2	6	8944.611	-3073.549	-11982.990
3	7	7056.476	11090.016	-8944.890
10	7	-8934.872	12510.208	11605.784
9	7	-9314.835	27108.066	12373.853
3	8	29627.383	-34250.577	-38446.573
5	8	20875.676	-1815.555	-26658.330
9	8	13256.028	-18232.525	-17127.852
6	9	6764.822	1820.959	-8513.419
3	9	16371.330	-16018.061	-21318.737

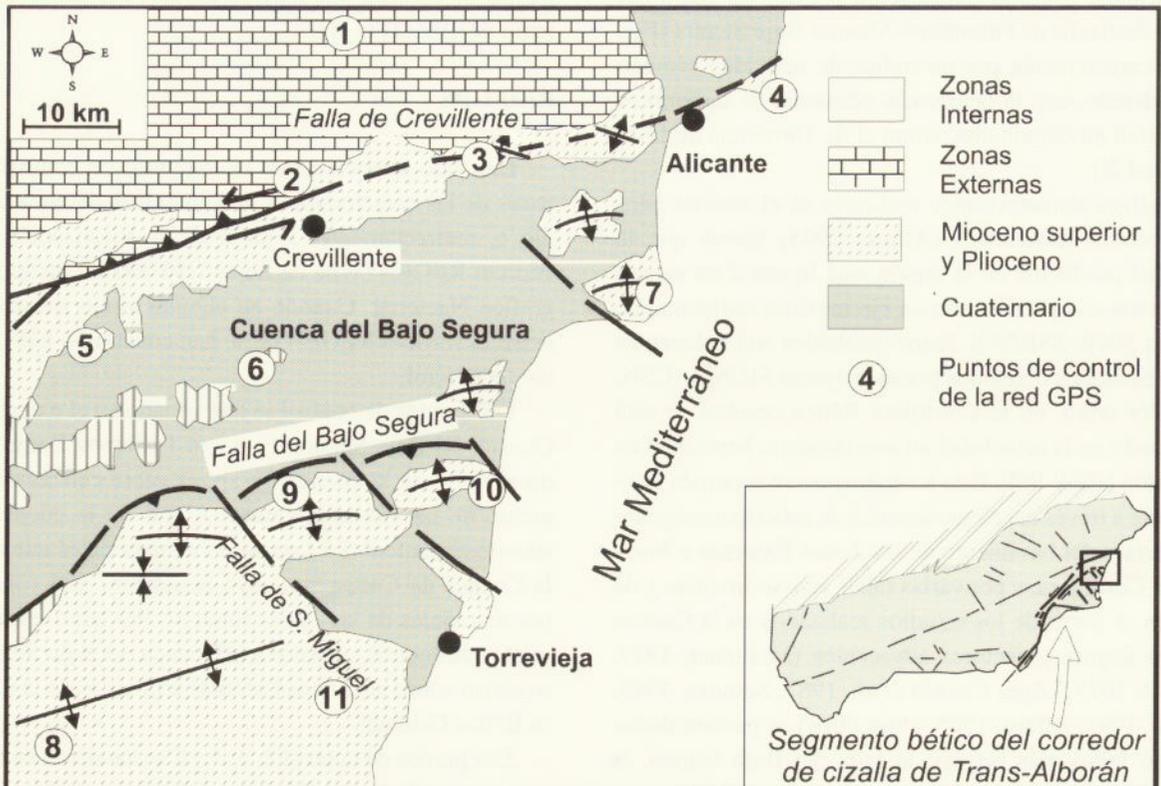


FIGURA 1: Mapa geológico simplificado del área de estudio con la localización de la red GPS.

Tabla 2  
Coordenadas ajustadas de los puntos de control de la red GPS.

3	X:	5011038.7270	fijo
	Y:	-56380.5070	fijo
	Z:	3932726.7511	fijo
5	X:	5019790.4388 ±	0.00597 [m]
	Y:	-88815.5275 ±	0.00763 [m]
	Z:	3920938.5076 ±	0.00320 [m]
6	X:	5020645.2476 ±	0.00503 [m]
	Y:	-74219.5238 ±	0.00621 [m]
	Z:	3919921.4346 ±	0.00273 [m]
8	X:	5040666.1050 ±	0.00528 [m]
	Y:	-90631.0820 ±	0.00678 [m]
	Z:	3894280.1747 ±	0.00283 [m]
9	X:	5027410.0651 ±	0.00595 [m]
	Y:	-72398.5646 ±	0.00752 [m]
	Z:	3911408.0190 ±	0.00328 [m]
1	X:	5004556.8123 ±	0.00439 [m]
	Y:	-64112.8520 ±	0.00539 [m]
	Z:	3941050.2073 ±	0.00243 [m]
10	X:	5027030.0921 ±	0.00488 [m]
	Y:	-57800.7109 ±	0.00639 [m]
	Z:	3912176.0914 ±	0.00264 [m]
11	X:	5035551.7906 ±	0.00480 [m]
	Y:	-69540.7417 ±	0.00627 [m]
	Z:	3901202.0628 ±	0.00260 [m]
2	X:	5011700.6388 ±	0.00486 [m]
	Y:	-71145.9802 ±	0.00603 [m]
	Z:	3931904.4296 ±	0.00257 [m]
4	X:	5007938.2281 ±	0.00509 [m]
	Y:	-36419.4735 ±	0.00621 [m]
	Z:	3936620.8618 ±	0.00287 [m]
7	X:	5018095.2165 ±	0.00497 [m]
	Y:	-45290.4979 ±	0.00612 [m]
	Z:	3923781.8705 ±	0.00274 [m]

el bloque de techo, sobre calizas pertenecientes al basamento de las Zonas Externas, mientras que el punto 5 se localiza claramente en el bloque de muro, sobre una costra carbonatada plio-cuaternaria. Los otros dos puntos, el 3 (Sierra Gorda) y el 4 (Cabo de las Huertas) se localizan sobre pliegues que afectan a rocas del Mioceno superior-

Cuaternario y que están ligados a la actividad de dicha falla.

Los puntos 9 (Benejúzar) y 10 (Guardamar del Segura) se localizan en el sector meridional, sobre los pliegues anticlinales asociados a la falla del Bajo Segura, en materiales del Mioceno superior y Plioceno, respectivamente. Más al sur se localiza el punto de control 11 (La Vieja) en materiales del Mioceno superior; este punto también servirá de referencia para controlar la posible actividad de la falla de San Miguel de Salinas.

En el eje central de la Cuenca del Bajo Segura se han ubicado los dos puntos de control restantes. El punto de control 6 (Albatera) se ha localizado en el centro del área de estudio, directamente sobre materiales triásicos del basamento de las Zonas Internas. Y finalmente, el punto de control 7 (Santa Pola) se ha situado en el sector oriental, en materiales del Mioceno superior, en la parte superior del anticlinal de la Sierra de Santa Pola.

La primera campaña se realizó entre el 7 y el 12 de junio de 1999. Se realizaron sesiones de observación de ocho horas entre puntos de control con distancias mínima y máxima de 11.0 y 59.4 km respectivamente. Se utilizaron tres equipos bifrecuencia Leica SR399 y dos Leica SR9500. Para procesar los datos GPS se han usado efemérides precisas y para el ajuste de la red se ha utilizado el programa NETGPS (Tablas 1, 2 y 3). Las coordenadas finales se han obtenido mediante un ajuste mínimamente constreñido, fijando las coordenadas del punto central 3, teniendo un total de 72 ecuaciones y 32 incógnitas. Los errores medios cuadráticos en las tres coordenadas son de algunos milímetros.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La red GPS de control de la deformación en la Cuenca del Bajo Segura, constituida por once puntos de control, tiene como objetivo principal confirmar y cuantificar el acortamiento que se está produciendo en la región que, de acuerdo con los datos sismotectónicos, se acomoda en la dirección NNW-SSE/N-S. También se pretende conocer la distribución espacial de la deformación y cual es el comportamiento de las principales fallas activas del área de estudio: fallas del Bajo Segura, de Crevillente y fallas NW-SE. Debido a la pequeña magnitud de los movimientos verticales anuales en la región y a la precisión de las medidas GPS en la coordenada altitud en este tipo de red no permanente, se necesitarán varias campañas en diferentes años para poder detectar, cuantificar y generalizar con fiabilidad estos movimientos.

## AGRADECIMIENTOS

Esta investigación ha sido financiada por los proyectos de investigación de la Dirección General de Enseñanza Superior e Investigación Científica PB96-0327 y PB97-1267-C03.

Tabla 3  
Regiones de confianza en planimetría y altimetría.

Nivel de confianza	68.00%
Factor de expansión 1D	0.9946
Factor de expansión 2D	1.5096

Punto	Semieje mayor	Azimut	Semieje menor	Altura
1	0.0084	72.6	0.0025	0.0045
2	0.0094	72.3	0.0026	0.0049
4	0.0097	72.7	0.0030	0.0052
5	0.0119	72.6	0.0032	0.0061
6	0.0097	73.0	0.0029	0.0051
7	0.0096	73.6	0.0029	0.0051
8	0.0106	72.9	0.0028	0.0054
9	0.0117	73.0	0.0033	0.0061
10	0.0100	73.3	0.0026	0.0050
11	0.0098	73.2	0.0026	0.0049

## REFERENCIAS

- Alfaro, P. (1995): Neotectónica en la Cuenca del Bajo Segura (Cordillera Bética oriental). Tesis doctoral, Universidad de Alicante.
- Bousquet, J.C. (1979): Quaternary strike-slip faults in Southeastern Spain. *Tectonophysics*, 52: 277-286.
- Consejo de Seguridad Nuclear (1998): Proyecto SIGMA. Análisis del estado de esfuerzos tectónicos, reciente y actual en la Península Ibérica. Colección Otros Documentos CSN, 10, 239 p.
- López Casado, C., Estévez, A., Pina, J.A. y Sanz de Galdeano, C. (1987): Alineaciones sismotectónicas en el sudeste de España. Ensayo de delimitación de fuentes sísmicas. *Mediterránea*, Ser. Est. Geol., 6: 5-39.
- Montenat, C. (1977): Les bassins néogènes et quaternaires du Levant d'Alicante à Murcie (Cordillères Bétiques orientales, Espagne). *Stratigraphie, paléontologie et évolution dynamique*. Doc. Lab. Géol., Univ. Lyon, 69, 345 p.
- Somoza, L. (1993): Estudio del Cuaternario litoral entre Cabo de Palos y Guardamar (Murcia-Alicante). Las variaciones del nivel del mar en relación con el contexto geodinámico. *Instituto Español de Oceanografía*, 12, 237 p.
- Taboada, A., Bousquet, J.C. y Philip, H. (1993): Coseismic elastic models of folds above blind thrusts in the Betic Cordilleras (Spain) and evaluation of seismic hazard. *Tectonophysics*, 220: 223-241.