

SUMMARY

The Galera fault is an active normal left-lateral fault located in the NE of the Guadix-Baza Basin (central Betic Cordillera). This 23-km long fault has an average strike of N50E and dips between 40 and 60 to the NW. At the surface, it has several splays roughly parallel to each other which cut through Pliocene and Pleistocene rocks. The glacis of the Guadix-Baza basin is displaced between 100 to 150 m by this active fault, which indicates a vertical slip rate of the order of 0,3 mm/year. This fault has associated a certain seismicity, the most important of which was the 1964 Galera earthquake.

EL TERREMOTO DE GALERA

Este terremoto, de magnitud 4,8 m_{BLG}, se produjo el 4 de junio de 1964 en el NE de la provincia de Granada. Tuvo una intensidad máxima sentida de VIII en lospueblos de Galera y Orce. Las isosistas de valor igual o superior a V aparecen deformadas, cubriendo las zonas de aluvial en los márgenes de los ríos Guardal y Barbata, indicando un efecto de sitio.

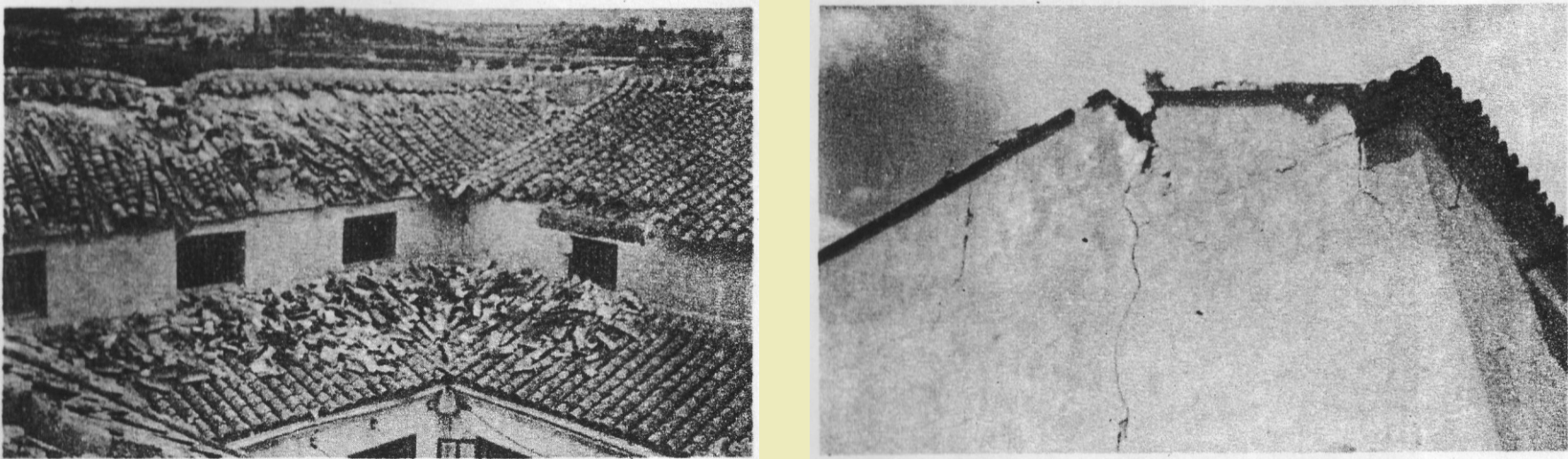
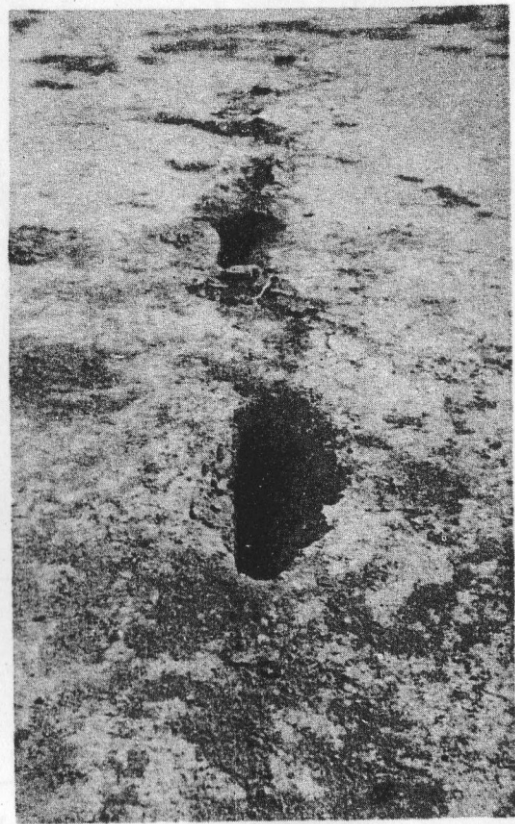


Figura 1. Daños producidos por el terremoto en las viviendas de Galera (fotografías extraídas del Boletín de sismos próximos del IGN).

En los cuestionarios macrosísmicos recogidos de este terremoto se destaca, por ejemplo, que la mitad de las chimeneas del pueblo de Galera quedaron destruidas, y que el 70% de las de Orce fueron afectadas en mayor o menor medida. Resultaron dañados tejados, muchos destruidos en parte, y se observaron grietas en muchos edificios (Fig. 1).



También se da cuenta, como efectos sobre el terreno, de la aparición de grietas de tensión, pequeños hundimientos, desprendimientos (Figs. 2 y 3), e incluso aumentos de caudal en fuentes. El número total de réplicas fue superior a 100, aunque sólo 12 fueron localizadas, y no todas con el mismo epicentro.

Figura 2. Algunos efectos sobre el terreno del terremoto de Galera (fotografías extraídas del Boletín de sismos próximos del IGN).



Figura 3. Movimiento de ladera situado en la margen derecha del río Galera que parcialmente fue desestabilizado en 1964 por el terremoto.

LA FALLA DE GALERA

Los datos geológicos, geomorfológicos y sísmicos indican que la falla de Galera es la estructura sismogénética responsable del terremoto de 1964. Además, junto a la falla de Alfahuara-Botardo, ha podido ser responsable del terremoto de Huéscar de 1913, que tuvo intensidad VII.

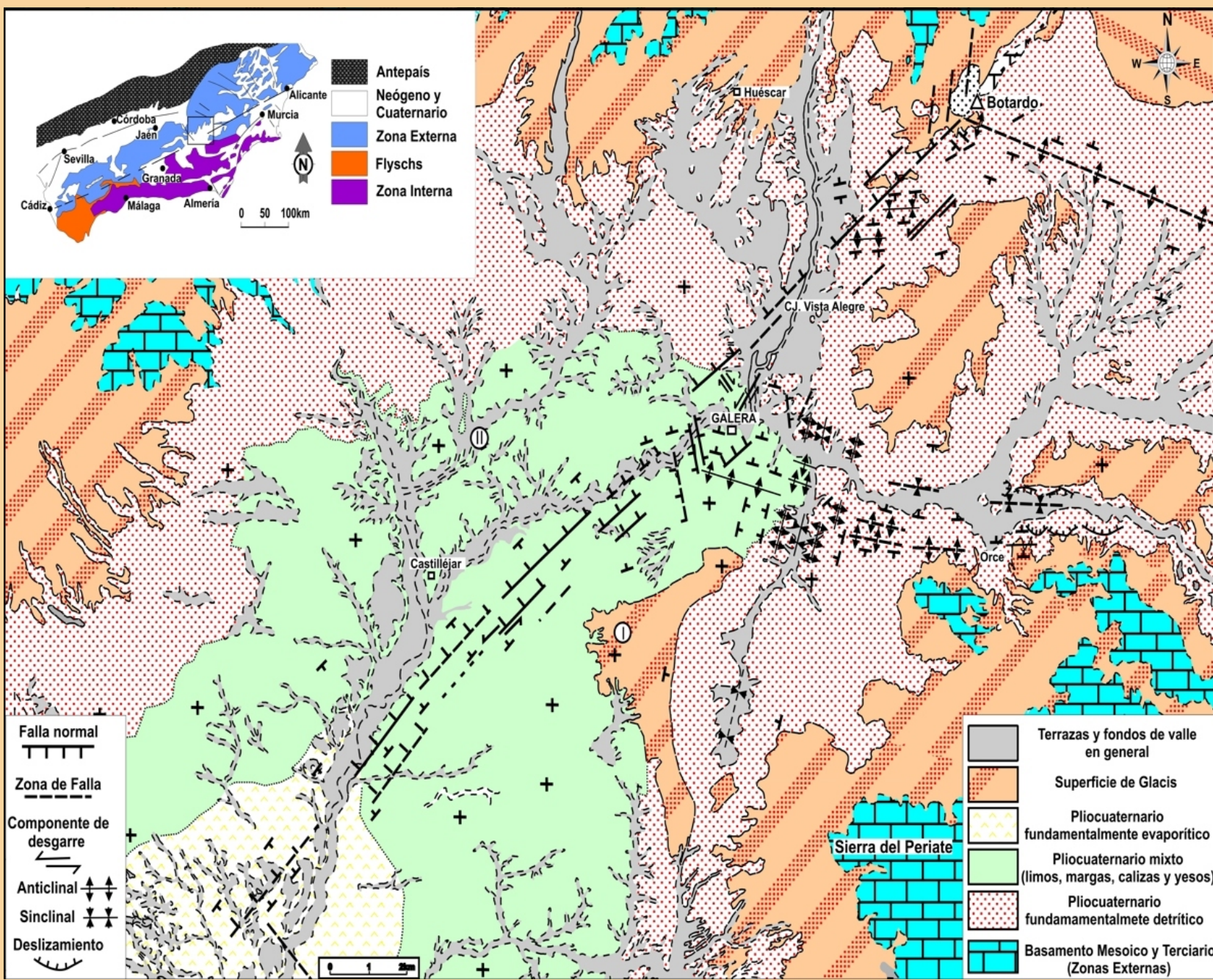


Figura 4. Mapa geológico de la falla de Galera. Obsérvese en el extremo NE el anticlinal de Alfahuara-Botardo de dirección NW-SE, asociado a la falla del mismo nombre. En la esquina superior derecha se localiza el área de estudio, dentro de la cuenca de Guadix-Baza (sector central de la Cordillera Bética).

Es una falla normal de 23 km de longitud de dirección media N50E. A lo largo de su recorrido se observan varias ramas aproximadamente paralelas entre sí que dibujan una zona de falla de anchura variable que en algunos puntos alcanza 1,5 km. Las superficies de falla medidas en superficie buzan entre 40° y 60° hacia el NO, aunque en algunos puntos se observan planos verticales. Los indicadores cinemáticos, debido a la poca resistencia de los materiales deformados, son muy escasos, pero indican que se trata de una falla normal oblicua con una componente de salto en dirección sinistrorsa.

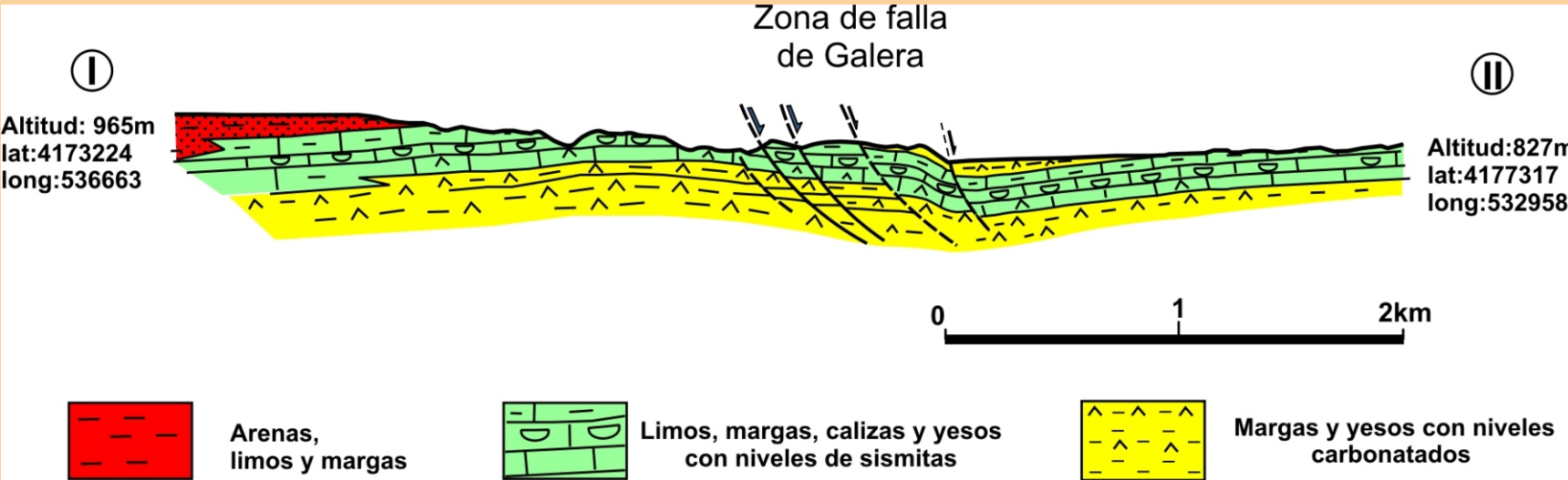


Figura 5. Corte geológico de dirección NO-SE, transversal a la zona de falla de Galera. Obsérvese cómo la falla, además de hundir hacia el NO los materiales pliocenos y cuaternarios, también hunde la superficie de glacis.



Figura 6. Modelo digital del terreno en el que se observan los efectos sobre el terreno de la falla de Galera. Estos efectos son más notables en el sector comprendido entre las localidades de Galera y Castillejar donde desarrolla un frente montañoso activo.



Figura 7. A. Panorámica de una de las ramas de la falla de Galera en la parte alta del pueblo. B. Panorámica de la falla en el extremo NE, en el canal de San Clemente.

En su extremo NE, la falla de Galera modifica en parte los buzamientos del flanco sur del anticlinal de Alfahuara-Botardo. Hacia el SO la deformación disminuye progresivamente hasta desaparecer entre las poblaciones de Benamaurel y Cortes de Baza.

García-Tortosa *et al.* (2007) calculan un desplazamiento de la falla de entre 100 y 150 m. La actividad reciente de esta falla ha hundido el glacis hacia el NE (en el bloque de techo de esta falla normal). La edad de esta superficie geomorfológica es discutida por varios autores. En el caso de que fuese la más antigua de las propuestas hasta la fecha (400 ka, según García-Tortosa *et al.*, 2008) la falla de Galera tendría una tasa de desplazamiento vertical del orden de 0,3 mm/año.

Atendiendo a la sismicidad asociada, la falla aparece como más activa en su extremo nororiental, justo en el cruce con la falla de Alfahuara-Botardo, una falla de salto en dirección con una cierta componente inversa, muy activa desde el Mioceno.

En este cruce de fallas, sin conocer los mecanismos focales, es difícil poder discernir qué sismicidad puede estar asociada a una u otra falla.

Considerando la longitud de su traza en superficie y su tasa de deslizamiento vertical, podría llegar a generar un terremoto de magnitud 6,8 M_w en el caso de que rompiera en toda su longitud.

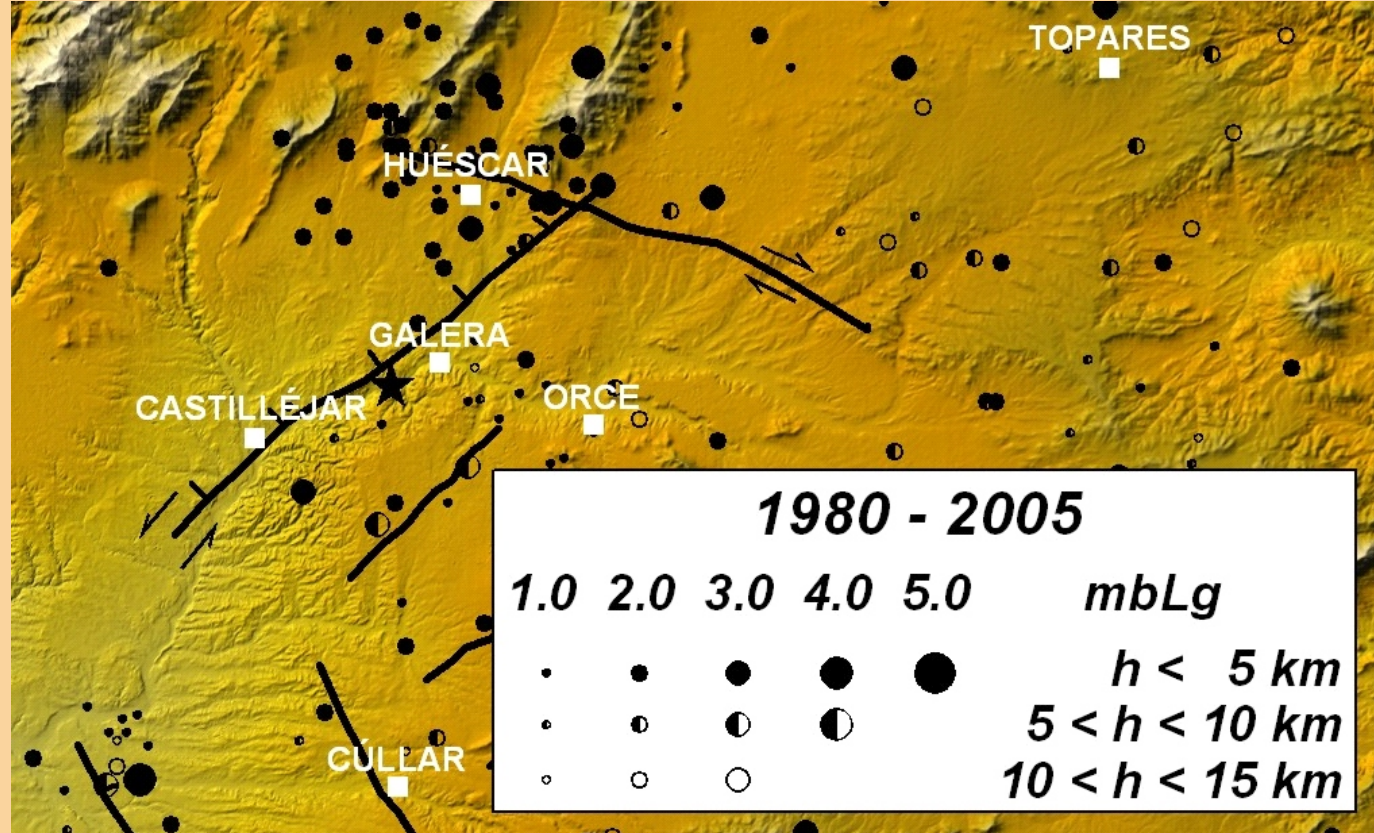


Figura 8. Sismicidad reciente del área de estudio. La estrella muestra el epicentro del terremoto de Galera de 1964.

CONCLUSIONES

En el sector NE de la cuenca de Guadix-Baza podemos citar como evento más importante el que ocurrió en 1964 en el sector de Orce-Galera. La información disponible sobre este terremoto y un estudio detallado sobre tectónica activa induce a pensar que este evento principal fue producido por la falla de Galera, una falla activa normal de 23 km de longitud.

Agradecimientos. Este trabajo se ha realizado a través de los proyectos CGL200401636/BTE, CGL2004-03333/BTE, y los grupos RNM 217 y 325 de la Junta de Andalucía.

REFERENCIAS

Alfaro P., Delgado J., Sanz de Galdeano C., Galindo-Zaldívar J., García-Tortosa F.J., López-Garrido A.C., López-Casado C., Marín C., Gil A. y Borque M.J. (2008): "The Baza Fault: a major active extensional fault in the Central Betic Cordillera (South Spain)". *International Journal of Earth Sciences*, *en prensa*. DOI 10.1007/s00531-007-0213-z

García-Tortosa F.J., Alfaro P., Galindo-Zaldívar J., Gubert L., López-Garrido A.C., Sanz de Galdeano C. y Ureña M. (2008): "Geomorphologic evidence of the active Baza Fault (Betic Cordillera, south Spain)". *Geomorphology*, *en prensa*. DOI 10.1016/j.geomorph.2007.08.007

García-Tortosa, F.J., Sanz de Galdeano, C., Alfaro, P., Galindo-Zaldívar, J. y López Garrido, A.C. (2007): "La falla y los pliegues de Galera". En: La cuenca de Guadix-Baza. Estructura, tectónica activa, sismicidad, geomorfología y dataciones existentes (Sanz de Galdeano, C., y Peláez, J.A., eds.). CD-ROM, capítulo 10.

Peláez, J.A., Sanz de Galdeano, C. y López Casado, C. (2007): "Determinación preliminar del potencial sísmico de la cuenca de Guadix-Baza (Granada)". *Memorias del 3º Congreso Nacional de Ingeniería Sísmica*, Girona, CD-ROM.

Sanz de Galdeano, C., Delgado, J., Galindo-Zaldívar, J., Marín, C., Alfaro, P. y García-Tortosa (2007): "Interpretación de los mapas gravimétricos de la cuenca de Guadix-Baza". En: La cuenca de Guadix-Baza. Estructura, tectónica activa, sismicidad, geomorfología y dataciones existentes (Sanz de Galdeano, C., y Peláez, J.A., eds.). CD-ROM, capítulo 7.

Sanz de Galdeano, C., García-Tortosa, F.J., Alfaro, P., López-Garrido, A.C., Delgado, J. y Gibert, L. (2007): "El anticlinal de Alfahuara-Botardo (sector de Orce-Huéscar, cuenca de Guadix-Baza, Cordillera Bética)". En: La cuenca de Guadix-Baza. Estructura, tectónica activa, sismicidad, geomorfología y dataciones existentes (Sanz de Galdeano, C., y Peláez, J.A., Eds.). CD-ROM, capítulo 9.

Vera, J.A. (1970): "Estudio estratigráfico de la depresión de Guadix-Baza". *Boletín Geológico y Minero*, **81** (85): 429-462.