

## DELIMITACIÓN DE UNIDADES MORFOTECTÓNICAS EN EL SECTOR ALMERÍA – JAÉN, ESPAÑA

### DELIMITATION OF MORPHO-STRUCTURAL UNITS ON OF ALMERIA-JAEN SECTOR, SPAIN

*Mario Octavio Cotilla Rodríguez; Diego Córdoba Barba*

*Departamento de Física de la Tierra, Astronomía  
y Astrofísica I (Geofísica y Meteorología), Facultad de Ciencias Físicas.  
Universidad Complutense de Madrid, Ciudad Universitaria, 28040 Madrid  
macot@fis.ucm.es; dcordoba@fis.ucm.es*

---

Cotilla R., M. O. & Córdoba B., D. (2013). *Delimitación de unidades morfotectónicas en el sector Almería - Jaén, España*. GEOLOGIA COLOMBIANA, Vol. 38. Bogotá, Colombia. pp. 99-135.

Manuscrito recibido: 16 de octubre de 2012; aceptado: 11 de mayo de 2013

---

#### Resumen

Los territorios de Almería y Jaén están localizados en el sur de la Península Ibérica, zona oriental del contacto entre las placas de África y Eurasia. La aplicación de la metodología morfotectónica de Rantsman ha permitido delimitar tres macrobloques dentro del megabloque Ibérico: Meridional (Nº 1), Suboccidental (Nº 2), y Costero (Nº 5), donde están incluidos los dos territorios mencionados. En estos existen las siguientes cantidades de unidades territoriales de menor orden: mesobloques= 5, bloques= 37 (Almería= 13 / Jaén= 24), microbloques= 96 (Almería= 36 / Jaén= 60) y nanobloques= 367 (Almería= 110 / Jaén= 257). Las alineaciones principales / intersecciones de esos alineamientos son para Almería y Jaén, respectivamente: 29 / 26 y 52 / 57. En los mesobloques hay un importante número de escarpes morfoestructurales, así como modificaciones significativas de los cursos fluviales producidos por la tectónica nueva. La cantidad de fracturas principales disminuye significativamente desde la costa al interior de los mesobloques en las proporciones siguientes: Almería= 0,33, Córdoba= 0,23, Granada= 0,42, y Jaén= 0,23. La actividad neotectónica de mayor nivel está en la zona sur-central de España, particularmente en Granada. La relación entre la sismicidad y las estructuras delimitadas en España se evidencia, principalmente, en la zona de Málaga-Almería.

**Palabras Clave:** Almería, Andalucía, España, Jaén, morfotectónica

#### Abstract

Almería and Jaén territories are located in the southern of Iberian Penynsula, at the western zone of African and Eurasian plates contact. The morphotectonic method using Rantsman's criteria permits to find three macroblocks in the Iberian megablock: Southern (Nº 1), Southwestern (Nº 2), and Coastal (Nº 5), where both territories are located. There are also the following territorial units of low order: mesoblocks= 5, blocks= 37 (Almería= 13 / Jaén= 24), microblocks= 96 (Almería= 36 / Jaén= 60), and nanoblocks= 267 (Almería= 110 / Jaén= 257). The main alignments / alignments' intersections are to Almería / Jaén, respectively, 29 / 26 and 52 / 57. In the mesoblocks exist a great quantity of morphostructural scarpments and stream net modifications associated with the neotectonics. The fractures density significantly diminish from the coast to the inner mesoblocks as: Almería= 0,33, Córdoba= 0,23, Granada= 0,42, and Jaén= 0,23. The largest level of neotectonic activity is situated in the south-central part of Spain, and Granada has the greatest. The relation between seismicity and delimited structures is evident in the Málaga – Almería segment.

**Key Words:** Almería, Andalucía, Jaén, morphotectonics, Spain

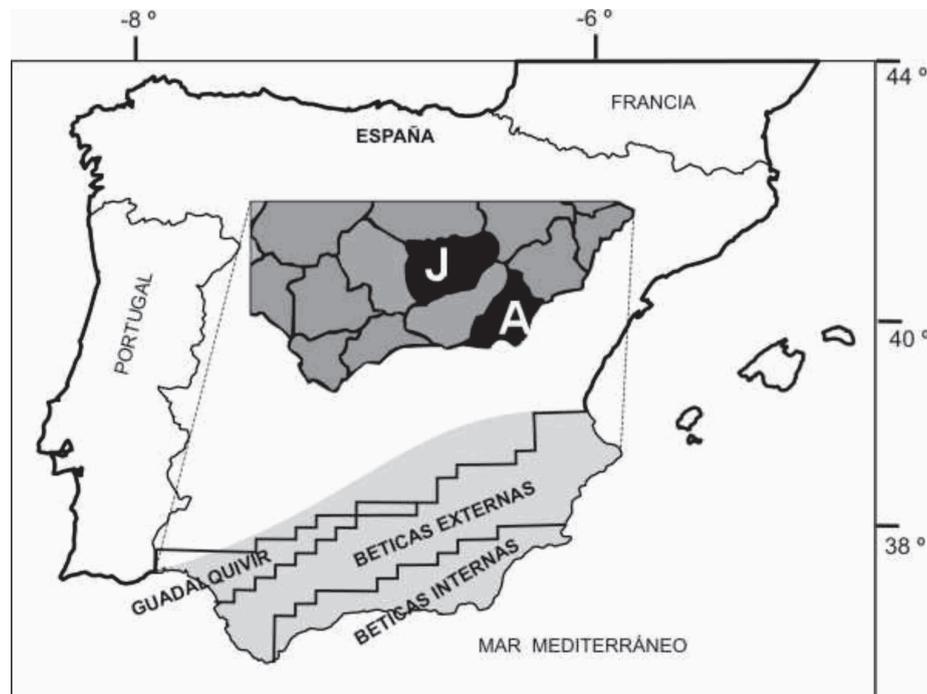
## INTRODUCCIÓN

Los estudios sobre morfotectónica se fundamentan, principalmente, en resultados diversos de los campos de las ciencias de la Tierra (Geología, Geomorfología y Geofísica) en el sentido amplio de los términos. Una investigación de estas características se proyecta desde la perspectiva global a la local. Este tipo de trabajo ha sido realizado en diferentes momentos y con distintas metodologías para España. En nuestro caso se aplica la metodología de Rantsman, de patente rusa y que los autores han aplicado, con buenos resultados, en otros territorios (por ejemplo: España y el Caribe [Cuba, Jamaica, La Española, y Puerto Rico.]). Su principal propósito es demostrar la relación espacio-temporal del relieve con la estructura profunda y comprender la jerarquía e interrelaciones de los elementos. Este tipo de investigación resulta de interés por varias razones, algunas de las cuales han sido expuestas en diversos trabajos, algunos de ellos citados en el presente texto. Esta metodología tiene al menos tres posibilidades que la hacen muy atractiva: 1) se pueden emplear resultados de otros campos de las ciencias de la Tierra y con ello simplificar y acortar el tiempo de la investigación; 2) es una herramienta para la caracterización inicial de las principales estructuras y la toma de decisio-

nes para el trazado de perfiles sísmicos; 3) simplifica el trabajo para la regionalización sísmica y la identificación y caracterización de las estructuras sismogénicas.

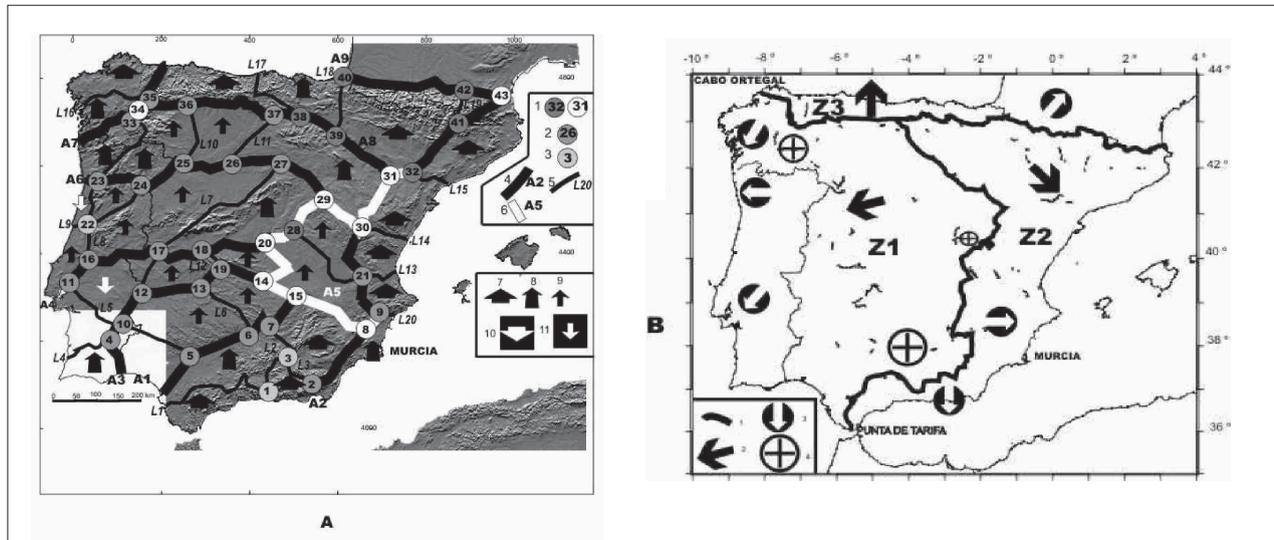
En esta ocasión se estudian otros dos territorios del SE de la Península Ibérica (PI), Almería (AL) y Jaén (JA) (Figura 1), en Andalucía. Ellos tienen una extensión superficial de 8.774 km<sup>2</sup> y de 13.489 km<sup>2</sup>. Ambos han sido analizados por otros autores, pero con menor detalle (Figura 2); así, hemos determinado que muchas de las características de esas zonas han sido obviadas o minimizadas.

Andalucía está en la zona oriental de interacción directa entre las placas de África y Eurasia (Figura 3). Concretamente, AL y JA están geográficamente localizadas en esta región de 87.268 km<sup>2</sup>, donde hay ocho provincias (AL, Cádiz, Córdoba, Granada, Huelva, JA, Málaga, y Sevilla). Ellas son tectónicamente diferentes, aunque pertenezcan a una misma región. En particular, tienen diferentes características geomorfológicas e hidrológicas dentro de las Cordilleras Béticas (CB) y desde el punto de vista sísmico son también diferentes. Hasta ahora, no hay un resultado que muestre explícitamente estas diferencias y tampoco las respuestas diferenciales a la interacción entre las placas litosféricas.

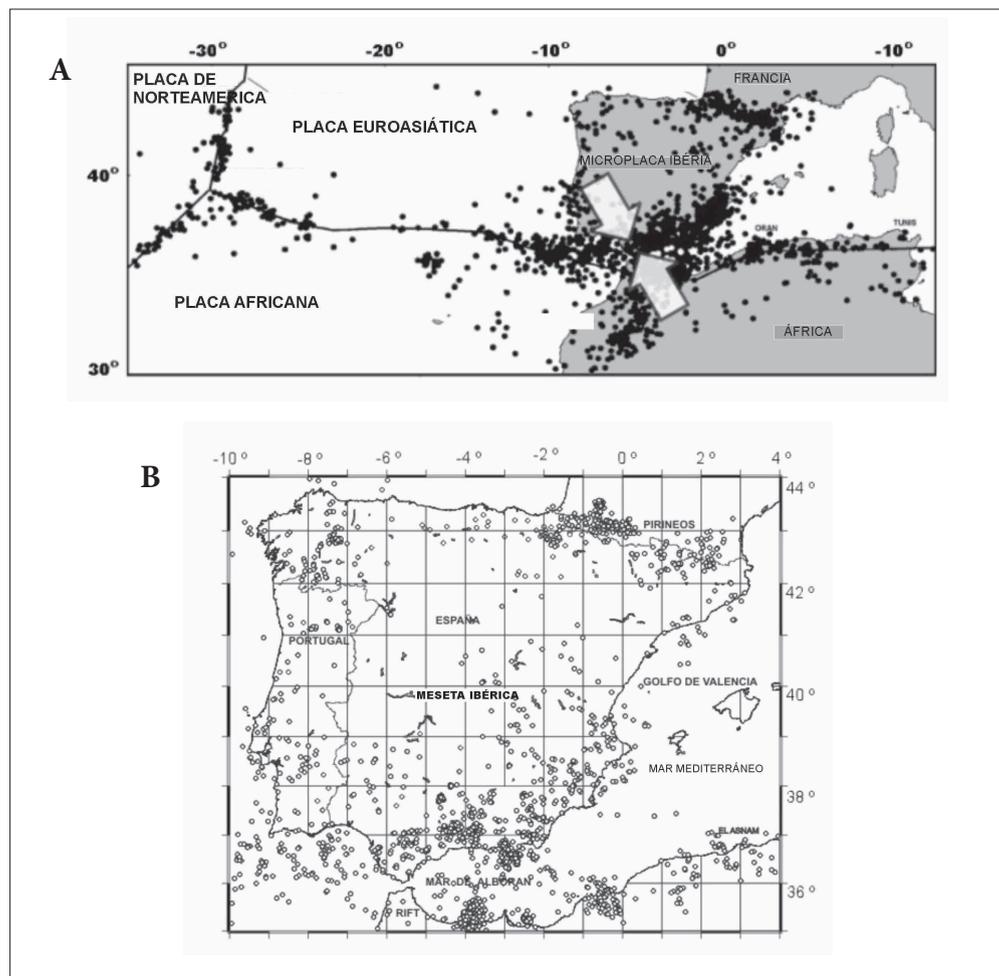


**Figura 1.** Zonas de estudio en España

1- Andalucía- área sombreada; 2- Principales regiones tectónicas: Guadalquivir, Béticas Externas y Béticas Internas; 3- Provincias de: A- Almería, J- Jaén.



**Figura 2.** Megabloque Península Ibérica (A) y Principal Divisoria de Aguas (B). A: 1- intersecciones (nudos) de alineamientos (1, 2, 3); 2- principal zona de alineamientos (4, 5, 6); 3- áreas de levantamiento relativo (7, 8, 9); 4- áreas de descenso relativo (10, 11). B: 1- divisoria principal; 2- dirección principal de las grandes cuencas; 3- direcciones secundarias de las cuencas; 4- zonas de levantamiento; 5- cuencas: Z1- atlántica, Z2- mediterránea, Z3- norte



**Figura 3.** Placas y sismicidad en los alrededores de la Península Ibérica (A) y Sismicidad de la Península Ibérica (B). A: 1- placas de América, Eurasia y África; 2- epicentros- círculos negros; 3- el esfuerzo principal- flecha blanca. B: epicentros (círculos) a partir de los datos del IGN

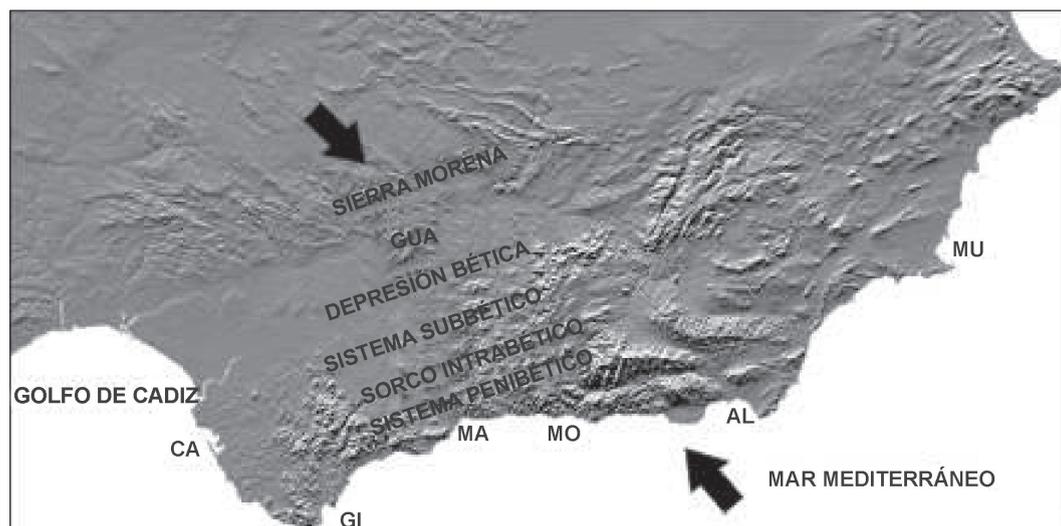
El relieve de Andalucía es muy complejo debido a su gran irregularidad vertical y variedad espacial (Figura 4). Se estima que el 15 % de los niveles altimétricos son superiores a 1.000 m. El relieve costero es también diverso y en él predominan las terrazas y *cliffs* en el tramo costero Málaga- Granada- AL. En los mapas topográficos es posible apreciar la distribución de los ríos y cuencas, así como la diferenciación de los tipos litológicos. Los autores consideran que ésta es una buena ocasión para aplicar la metodología antes mencionada. Este trabajo se desarrolló en cuatro etapas y con varios recorridos: 1) inicial, por todo el territorio andaluz (verano de 2006); 2) de comprobación (verano de 2007, por AL); 3) de comprobación (verano de 2008, por JA); 4) final, por todo el territorio andaluz (verano de 2012).

### CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS Y TECTÓNICAS

Se conoce que las CB constituyen una estructura de tipo alpino de la región occidental del Mediterráneo, que es resultado de la convergencia NE-SO de África y Eurasia (Figura 4). Esa interacción persiste en la actualidad, con una velocidad estimada de ~4 mm/año. Estas cordilleras son una asociación de elevaciones con dirección aproximada E-O. En ellas se distinguen dos fallas de desplazamiento lateral: la falla Norte de las Béticas (~500 km), que separa a la denominada Béticas Internas de las Béticas Externas, y la falla Crevillente (~600 km), considerada la de mayor dimensión y expresada en el relieve de

Alicante. Sobre esa base se encuentra justificación a la figura 6, de Vegas (1992). En la misma se distingue la importancia de los sistemas de fallas mayores que permiten justificar la compresión África-Península Ibérica y una consecuente extensión en el Mar Mediterráneo, inmediaciones del Mar de Alborán. También resaltamos que en las CB hay una amplia variedad litológica y abundan las formaciones kársticas.

Andalucía y sus regiones de AL y JA han sido estudiadas por los siguientes autores: Alcalá-García *et al.*, 2002; Banda *et al.*, 1993; Benavente Herrera y Vega de Pedro, 1986; Braga *et al.*, 1996; Cisternas *et al.*, 2002; Durán *et al.*, 1998; Estévez y Sanz de Galdeano, 1983; Fernández Ibañez *et al.*, 2006; Galindo-Zaldívar *et al.*, 1995, 1993; García-Dueñas *et al.*, 1994; García-Meléndez *et al.*, 2002; Giménez, 2001; Goy y Zazo, 1986, 1980; Gracia *et al.*, 2006; Gurría y Mezcuca, 2000; Herraiz *et al.*, 2000; Jabaloy-Sánchez *et al.*, 2007; Keller *et al.*, 1995; Leblanc y Olivier, 1984; Lonergan y White, 1997; López-Casado *et al.*, 1995, 1987; López Limia y López Bértudez, 1985; Luque *et al.*, 2001; Marín-lechado *et al.*, 2005, 2005a; Martínez-Díaz, 2000a; Martínez-Díaz y Hernández-Enrile, 1996; Morales *et al.*, 1999; Negredo *et al.*, 2002; Ovejero y Zazo, 1971; Reicherter y Hübscher, 2007; Reicherter y Peters, 2005; Rey, 1996; Rincón y Vegas, 1996; Rodríguez-Pascua y de Vicente, 2001; Ruano *et al.*, 2004; Sanz de Galdeano, 1983; Sanz de Galdeano *et al.*, 1985; Socías *et al.*, 1991; Suriñach y Vegas, 1993; Terán *et al.*, 1994; Torné y Banda, 1992; Udías y Buforn, 1991; Ve-



**Figura 4.** Principales estructuras en las Cordilleras Béticas.

1- Flecha gruesa negra- dirección del esfuerzo principal; 2- localidades: AL- Almería, CA- Cádiz, GI- Gibraltar, MA- Málaga, MO- Motril, MU- Murcia; 3- estructuras: GUA- Cuenca del Guadalquivir.

gas, 1992; Verzhbitskii *et al.*, 2010, y Weijermars, 1987. A partir de estos resultados es posible sostener, además de lo expuesto en el párrafo precedente, que: 1) la estructura de la corteza bajo la PI está diferenciada en capas con velocidades de 4-6,9 km/s. Su espesor es ~35-40 km en las inmediaciones de Sierra Nevada (3.402 m). El manto continental tiene valores del orden de 8,1 km/s. Y la corteza de la zona del Mar de Alborán tiene velocidades de 6,1 km/s, y espesores de 14-16 km, aunque no está bien diferenciada. El manto aquí tiene velocidades de 7,6-7,9 km/s; 2) la zona de mayor actividad y que constituye el límite de la interacción de las placas de África y Eurasia se extiende desde las Azores por el sur de la PI hasta introducirse en el interior del Mar Mediterráneo más al E (Figura 3A); 3) en las inmediaciones de la región Bético-Rifeña existe un tensor de esfuerzos regional de tipo compresivo. Así  $\sigma_1$  es subhorizontal y con dirección NNO-SSE, mientras que  $\sigma_3$  es subvertical; 4) en Andalucía-Mar de Alborán han sido reconocidas muchas fallas activas (con sus segmentos); 5) el segmento de Guadalquivir- CB tiene tendencia al levantamiento (125-1.000 m) en el intervalo temporal Plioceno-Cuaternario; 6) la Sierra de Segura es la divisoria natural de las aguas superficiales de las cuencas del Guadalquivir y del Segura. En ella hay una abundante densidad de procesos kársticos. Aquí existe un conjunto de estructuras típicas de lapiaz, que en particular resaltan las zonas de cumbres (1.500-2.000 m) y la depresión de Pinar Negro con un área aproximada de 27 km<sup>2</sup>. Toda esta depresión está enmarcada por niveles altimétricos de ~1.800 m; 7) la región de AL carece de ríos de importancia a nivel de la PI. Sin embargo, localmente destacan dos ríos: Andarax y Almanzora; 8) en JA, el río y la cuenca principal es el Guadalquivir. También está el río Segura y su cuenca tiene una figura geométrica aproximadamente rectangular con dirección NE; 9) el relieve de JA es de tipo montañoso con fuertes pendientes y el río Segura drena desde el NO (en la Sierra de Segura) al SE (en el Mar Mediterráneo). El recorrido demuestra un conjunto de, al menos, tres importantes inflexiones transversales, que consideramos son influencia del fallamiento. Esas inflexiones se encuentran en las inmediaciones del Embalse de la Fuensanta, Embalse de Camarillas, y Sierra de Carrascoy (1.068 m). La inflexión del curso fluvial es en la mayor parte del recorrido cóncava al SO, y en el tercio final invierte al NE en las inmediaciones de la Sierra de Carrascoy; 10) las líneas de nivelación geodésicas estudiadas hasta el año 2001 en la parte suroriental de la PI comprende los transectos desde Málaga-AL (Guadix-Lazua)- Alicante-Murcia-Albacete. Sin embargo, los resultados obtenidos no son concluyentes.

## DATOS DE SISMICIDAD

Los autores que a continuación se relacionan han contribuido al conocimiento de la sismicidad del territorio de estudio (Figura 3B): Buforn *et al.*, 2004, 1997, 1995, 1988; Espinar, 1994; Galbis, 1932; García Arribas, 2002; IAG, 2002; IGC, 1966, 1962; IGN, 2000, 1999, 1996, 1992, 1991a, 1982, 1980, 1979; IGME, 1983; Jiménez *et al.*, 1999; Macpherson, 1885; Martín, 1984; Martín-Rojas *et al.*, 2000; Martínez-Díaz, 2000; Martínez-Solares y Pacual Santamaría, 1996; Mezcua, 1985; Mezcua y Martínez-Solares, 1983; Mezcua y Rueda, 2006, 1997; Mezcua *et al.*, 2004, 1991; Morales *et al.*, 2003, 1997; Muñoz y Udías, 1980; Peláez Montilla y López Casado, 1995; Peña *et al.*, 1993; Rey Pastor, 1956, 1951; Rincón *et al.*, 1996; Rodríguez-Pascua *et al.*, 2000; Romacho Romero, 1999; Romacho Romero *et al.*, 1994; Rueda *et al.*, 1996, 1992; Sanz de Galdeano y López Casado, 1988; Sanz de Galdeano *et al.*, 1995; Udías y Buforn, 1992, y Vicent, 1974. Con ellos se puede asegurar que: 1) la sismicidad de la región S de la PI y del N de África está asociada con la convergencia de las placas de África y Eurasia (Figuras 3A, 3B); 2) el mayor nivel de actividad se encuentra en las inmediaciones de las CB (Tabla 1); 3) para el periodo 1962-1989 se realizó una clasificación de la sismicidad del S de la PI. De ella se concluye que la sismicidad más relevante aparece asociada con varias áreas específicas de agrupamiento epicentral; 4) los mapas y esquemas de la sismicidad del periodo (1980-1995) de la PI tienen el 75 % de los eventos con profundidades inferiores a 6 km. Y el 85 % de los terremotos poseen magnitudes inferiores a 3,5; 5) hay para ese periodo 15 soluciones de mecanismos focales en la región S de la PI-Mar de Alborán. De ellas, 9 pertenecen a las CB: 6 superficiales, 2 intermedios y 1 profundo. Hay 8 con predominio de movimiento vertical (normal e inverso); 6) los datos sísmicos de 1980-1999 permitieron dividir el S de la PI en tres partes; 7) los terremotos más importantes de la PI están en la tabla 1; 8) se han estimado periodos de recurrencia de terremotos fuertes y destructores en las CB de 2 cada 100 años; 9) para ellas se han delimitado 18 fuentes sísmicas; 10) en ellas han sido correlacionados los epicentros de terremotos ( $I \geq 6$  grados (MSK);  $M \geq 3,5$ ) con las fallas reconocidas. La zona de mayor importancia está en Granada. Aquí se localiza un conjunto de estructuras activas de dirección NO-SE. Y en la zona de AL-Alicante predominan zonas activas de dirección N60°-70°E; 11) para las CB se han delimitado agrupamientos de terremotos del periodo 1300-1992 de  $I \geq 5$  grados (MSK) en: Vera, AL, Granada, Málaga, y Ubrique. Entre ellos hay zonas “vacías” y esos grupos no tienen alineación alguna;

**Tabla 1**  
 Terremotos más importantes de la Península Ibérica (Instituto Geográfico Nacional)

Nº	Fecha	Magnitud/Intensidad (MSK)	Localidad	Muertos
1	1428.02.02	-/9-10	Queralbs-Girona	800
2	1748.03.23	6,2/9	Estubeny-Valencia	38
3	1755.11.01	8,5/10	SO Cabo de San Vicente	15.000
4	1829.03.21	6,6/9-10	Torreveja-Alicante	389
5	1884.12.25	6,5/9-10	Arenas del Rey-Granada	839

12) se asegura que los 15 terremotos más fuertes de la PI (de ellos, al menos 11 aparecen en las CB) se han asociado a una cantidad similar de fallas activas. Es decir, la peligrosidad sísmica está distribuida en la zona S; 13) AL ha sido afectada por una importante cantidad de terremotos desde al menos el año 365 (Tabla 2); 14) en esta zona se han percibido intensidades sísmicas de hasta grado X (escala MSK); 15) las isosistas de los terremotos en AL indican la existencia de estructuras sismogeneradoras: a) dentro de la PI de dirección NO-SE para los terremotos del 22.09.1522 (IX grados, escala MSK) en la zona de Alhama de Almería, y del 05.03.1932 (VIII grados, escala MSK) en la zona de Lúcar, y de dirección NE-SO para los terremotos del 13.01.1804 (VIII grados, escala MSK) y del 25.08.1804 (IX grados, escala MSK) en la zona de Cúllar de Baza-Puchena y la zona de Dalias; b) en la parte marina de dirección E-O para el terremoto del 16.06.1910 (M= 6,3 e I=3 grados, MSK); 16) para el periodo 1962-1989 se realizó una clasificación de la sismicidad del S de la PI. De ella se concluye que la sismicidad más relevante aparece asociada con varias áreas específicas de agrupamiento epicentral resaltando la de VIII grados (escala MSK) en Adra; 17) en AL las profundidades predominantes de ocurrencia de terremotos es menor que 20 km. Mientras que en la zona de Málaga-Granada el rango de profundidad que predomina está entre 30 y 120 km; 18) la sismicidad de localidades vecinas ha influido en el territorio de AL; 19) en AL se han determinado series sísmicas (Roquetas del Mar, en el año 1993); 20) JA también ha sido afectada por importantes terremotos (Tabla 2B).

Las figuras 5A y 5B muestran para AL y JA los resultados del procesado automatizado de la sismicidad con dos pares de mapas de actividad sísmica y densidad de epicentros. De ellos se puede asegurar que: 1) la mayor parte de los eventos se distribuye en las zonas del NO y NE; 2) el nivel medio de la región se clasifica como activo. Y la figura 6 recoge una selección de la sismicidad más reciente del S de España. En ella se confirma lo antes expresado.

**Tabla 2A**  
 Terremotos más significativos y fuertes de Almería (Instituto Geográfico Nacional)

Nº	Fecha	Magnitud / Intensidad (MSK)	Localidad
1	1406	/ 8-9	Vera
2	11.1487	/ 9	Almería
3	09.11.1518	/ 9	Vera
4	22.09.1522	/ 9	Almería
5	19.04.1550	/ 8	Almería
6	31.12.1658	/ 8	Almería
7	25.08.1804	/ 9	Vera
8	16.06.1910	/ 8	Adra
9	05.03.1932	/ 7	Lúcar
10	23.12.1993	5,0 / 7	Berja
11	02.02.1999	5,0 / 7	Costa de Balerna

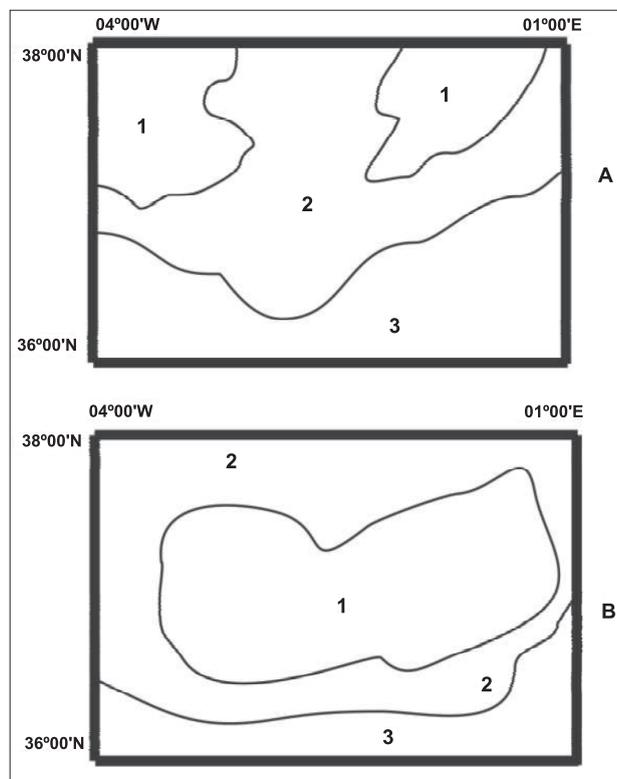
**Tabla 2B**  
 Terremotos más significativos y fuertes de Jaén (Instituto Geográfico Nacional)

Nº	Fecha	Intensidad (MSK)	Localidad
1	1169	10	Andújar
2	1221	8-9	Andújar
3	1668	8	Alcalá la Real
4	10.03.1951	8	Bailén
5	19.05.1951	8	Alcaudete

## EVALUACIÓN MORFOTECTÓNICA

### Principales métodos empleados

Los métodos estructuro-morfoesculturales aplicados en el trabajo se exponen en los siguientes trabajos: Alekseevskaya *et al.*, 1977; Assinovskaya y Solovyev, 1994;



**Figura 5.** Mapa de actividad sísmica por segunda repetición (A) y Mapa de densidad de epicentros por segunda repetición (B)  
 A: zonas: 1- 30 - 20, 2- 20 - 10, 3- <10  
 B: zonas: 1- 25 - 20, 2- 20 - 15, 3- 15 - 10

Bhathia *et al.*, 1992; Chigariov, 1977; Cisternas *et al.*, 1985; Cotilla y Córdoba, 2010, 2009, 2009a, 2009b, 2007, 2004, 2004a, 2003; Cotilla *et al.*, 2012, 2007, 2004, 2003, 1991; Dumistrashko y Lilienberg, 1954; Gatinsky y Rundquist, 2004; González *et al.*, 2003; Gorshkov *et al.*, 2000; Gvishiani *et al.*, 1987; Hernández *et al.*, 1990; Imaneva *et al.*, 2011; Rantsman, 1979; Schenkova *et al.*, 1995; Sherman y San'kov, 2010; Spotilla y Andersen, 2004; Zhidkov *et al.*, 1975. En la tabla 3 se presenta un resumen de los métodos con el propósito de hacer más fácil la exposición del trabajo.

Estos métodos permiten alcanzar, con un alto grado de fiabilidad, tanto la diferenciación de las morfoestructuras producidas en la evolución neotectónica de un territorio así como el resultado del desarrollo heterogéneo de sus complejos morfoestructurales, la determinación en el relieve, los rasgos estructuro-tectónicos y las deformaciones de los niveles geomorfológicos. Se obtienen los límites principales de las unidades territoriales (UT) o morfotectónicas, los elementos lineales (o alineaciones) y sus intersecciones (o nudos), bajo un prisma morfocronológico. Esto es muy deseable para muchos trabajos geofísicos. Y con ello queda cumplido el principal objetivo del estudio morfoestructural: la elaboración de criterios interdisciplinarios para la determinación de las zonas activas

**Tabla 3**  
Definiciones

Nº	Elemento	Definición
1	Alineamiento	Constituye el límite de las UT. Es una expresión de la actividad tectónica durante la etapa más reciente del desarrollo geológico. Su categoría depende de las estructuras involucradas. Se distinguen alineamientos longitudinales y transversales.
2	Zona de alineamientos	Un conjunto de alineamientos con igual dirección.
3	Intersección de alineamientos (nudo)	El cruce de al menos dos alineamientos donde hay un área, que se asume circular y donde el diámetro será siempre inferior al ancho que un alineamiento. Se puede establecer la categoría por el orden de los alineamientos involucrados.
4	Unidad Territorial (UT)	Áreas con la misma historia geológica.
5	Megabloque	La UT de más categoría y dimensión. Se considera la evolución geodinámica de la actual etapa del desarrollo geológico.
6	Macrobloque	Es una UT dentro del megabloque. Se diferencia a partir del tipo de orogenia y las dimensiones de las estructuras.
7	Mesobloque	UT incluida en el macrobloque. Se distingue a partir del tipo de relieve y del promedio de los parámetros del relieve.
8	Bloque	Una UT dentro del mesobloque. Es necesario considerar la historia neotectónica.
9	Microbloque	Esta es una UT determinada con los índices cuantitativos y los elementos mayores del relieve.
10	Nanobloque	La más pequeña UT. Está incluida en el microbloque. Hay que considerar las características cuantitativas.
11	Divisoria principal de agua (DP)	Una línea imaginaria sobre los valores máximos de altitudes de una cuenca o conjunto de cuencas fluviales. Pueden ser de distinto orden.

y no activas, y también es factible indicar las zonas con mayor probabilidad de ocurrencia de terremotos (que no es el objetivo de este trabajo). Así se reconoce la relación entre el sistema morfoestructural, los movimientos tectónicos recientes y la sismicidad. Esta relación no es simple y por lo general resulta difícil de encontrar y justificar.

Se puede asegurar que los criterios y los principios para clasificar las morfoestructuras de un territorio son numerosos y diversos. Ellos permiten analizar e interpretar: 1) mapas topográficos a escala: a) grande (1:50.000-1:100.000) y las fotos aéreas, b) escala media y pequeña (1:500.000-1:1.000.000) e imágenes y fotos satelitarias; 2) mapas batimétricos; 3) la morfometría del relieve (a partir de la confección de los mapas o esquemas: hipsométrico, de cotas máximas y cotas mínimas, disección vertical y horizontal, ángulos de pendientes (medios y máximos), intensidad potencial de la erosión fluvial, mofoisohipsas, isobasitas, diferencia de isobasitas, etc.; 4) los elementos lineales del relieve a diferentes escalas (dirección y magnitud); 5) la red hidrográfica (ríos, divisorias y cuencas); y 6) las características geológicas, tectónicas y geofísicas (entre ellas, la sismicidad). Se recomienda emplear además los métodos: a) Fluviales {A) El coeficiente de sinuosidad,  $K_s$  (relación entre la medida recta y la medida curva de los elementos lineales del relieve [ríos, divisorias de agua, etc.]; B) el factor de cambio significativo de pendiente en las cuencas y los ríos,  $FC_{cf}$ ; C) el índice de simetría/asimetría de las cuencas fluviales por sus divisorias y por el curso fluvial,  $IS_{cf} / IAS_{cf}$ ; D) el índice de la forma y orientación de las cuencas,  $IF_{cf} / IO_{cf}$ ; 5) el factor de cambio espectral de las cuencas  $F_{ccc}$ }; b) Hipsométrico-Fluviales {A) La intensidad potencial de la erosión fluvial, IPEF; B) el índice de altitud/número de intersecciones de ríos,  $I_{ai}$ ; C) el índice de orientación/ longitud de río,  $I_{oi}$ ; D) el vector de asimetría de la cuenca de drenaje ( $T = Da / Dd$ ); E) el índice del gradiente de la corriente principal [ $SL = (\Delta H / \Delta L) L$ ]. Aquí se determina no sólo el gradiente de los movimientos neotectónicos verticales y la influencia de los procesos exógenos (Cotilla *et al.*, 1997; Hernández *et al.*, 1990), sino que también es factible distinguir las tres categorías principales y jerarquizadas del relieve consideradas en la metodología morfoestructónica: 1) Unidades Territoriales (bloques de distinto rango); 2) Zonas limítrofes entre ellas (morfoalineamientos); 3) Lugares de interacción entre los morfoalineamientos (intersecciones).

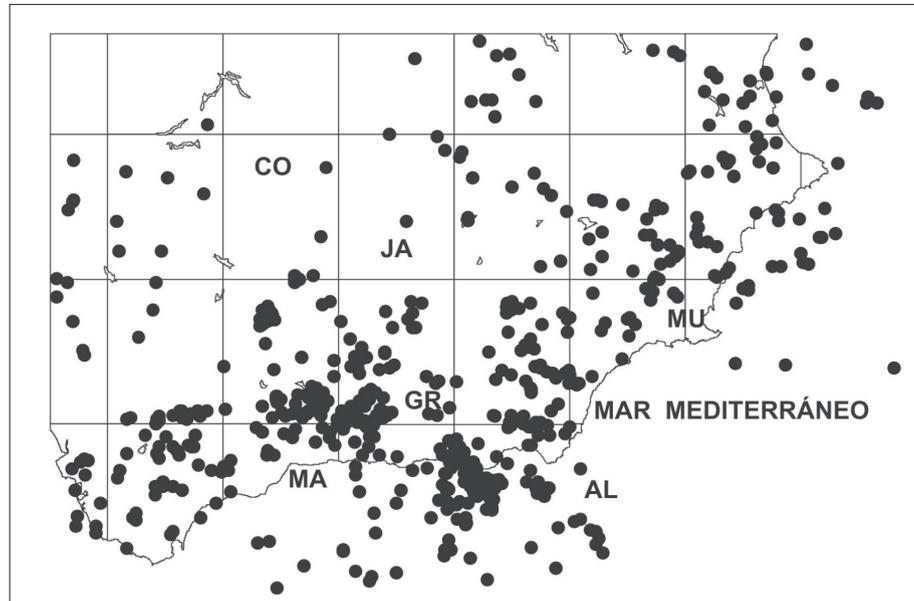
Todos los métodos han sido implantados en un Sistema de Información Geográfica (SIG) (Cotilla y Córdoba, 2003). El sistema se ha probado y ajustado en las investigaciones

realizadas por los autores en Cuba, España, Jamaica, La Española (Haití y República Dominicana) y Puerto Rico. Además, resultados recientes de Sherman y San'kov (2010) confirman la estrecha relación entre tectonofísica y sismología. Así, fallamiento y sismicidad son reflejos de los procesos en la litósfera. También queda patente la relación no lineal entre las estructuras y los procesos internos para producir fallas y zonas de fallas. En este sentido persiste la necesidad de la clasificación jerárquica del relieve y sus estructuras con el propósito sismotectónico.

### **Características morfoestructónicas determinadas**

Andalucía tiene tres unidades morfoestructurales principales: 1) Sierra Morena (pertenece al Macizo Hespérico), 2) la depresión de Guadalquivir y 3) las CB (Figura 6). Y AL y JA poseen elementos de esas unidades. Concretamente, AL tiene 219 km de costas y sus principales elementos de referencia son: 1) Golfo de Almería, 2) Cabo de Gata, 3) Punta de Entinas, 4) Punta Sabinar, 5) Islotes (de Terreros y San Andrés) e 6) Isla de Alborán. AL es una provincia muy montañosa que es atravesada de E-O por diversos macizos alpinos (Cordillera Penibética): Sierra Nevada, Sierra de las Estancias (1.602 m), Chullo (2.609 m), Almiraz (2.518 m), Morrón de la Lagunilla (2.249 m), Sierra de Gador, El Calar Alto (2.618 m), Sierra de Los Filabres (2.271 m), La Tetica de Baccas (2.080 m), y Pico de María (2.045 m). Sus principales ríos son: Almazora, Andarax, Grande de Adra, Alías y Agua. Mientras que JA es conocida como "la Suiza de Andalucía" y sus principales ríos son: Guadalquivir y Guadalbullón, que se une con los ríos Quebrajano y Frío para alcanzar al Guadalquivir. Otros ríos importantes son el Segura, que nace en Pontones, y Cañada de las Fuentes, en la Sierra de Cazorla donde también nace el río Guadalquivir. Sus elevaciones principales son las Sierras: Alta de Colme (1.565 m), Don Pedro, Las Cabras, Mágina (2.164 m), Montellana (1.022 m), Santorga (1.394 m), Taja, Trigo (1.660 m), y Quesada (1.462 m).

La aplicación del método de mofoisohipsas en Andalucía demuestra la presencia de un conjunto de bloques aislados a lo largo de la parte S-SE: Sierra de Contraviesa, Sierra de Gador y Sierra de Alhambilla, principalmente. Entre ellos discurren dos importantes corrientes fluviales: Río Grande y Andarax. Al N de los bloques mencionados hay otros con mayores dimensiones y también aislados: Sierra Nevada, Sierra de Los Filabres y Sierra de las Estancias. Existe otra sucesión de bloques menores en la zona de la costa del Mar Mediterráneo, desde las inmediaciones del Cabo de Gata al N, con dirección NE-SO:



**Figura 6.** Selección de la sismicidad del sur de España (2007 - 2011)  
1- Localidades: AL- Almería, CO- Córdoba, GR- Granada, JA- Jaén, MA- Málaga, MU- Murcia; 2- Epicentros- círculos negros.

Sierra de Almagro (710 m), Sierra de la Carrasquilla (608 m), Sierra de la Almenara (884 m), y Sierra de Carrascos. En ese entorno destacan dos extensos conjuntos de alineaciones de direcciones E-O y NE-SO.

Se ha determinado que con las bases topográficas, para las zonas de AL y JA, las morfoisohipsas en tres generalizaciones sucesivas resaltan muy bien la estructura de bloques. Con las fotos aéreas y estos esquemas como base fue posible delimitar: 1) la red de fracturas de AL y JA (Tablas 4A, 4B); 2) que la relación de fracturas entre JA y AL es de 2,9; 3) que la Sierra Nevada tiene asimetría transversal y longitudinal. Así sus mayores cotas altimétricas (Cortijo = 3.152 m, Pico Veleta = 3.398 m, Mojón Alto = 3.138 m, Atalaya = 3.138 m, Cerro Pelado = 3.144 m, Alcazaba = 3.144 m y Mulhacen = 3.482 m) están entre los meridianos de Motril y La Rabita. En la parte SE del bloque está el río Andarax que discurre con un Ks de 0,97 de O a E, por las localidades Lanjar de Andarax-Fuente Victoria-Benecid-Fondén-Padules-Canjáyar-Instinción-Terque; y desde las inmediaciones de Alhama de Almería tuerce al SE. Se ha determinado que estas modificaciones son debidas a la influencia tectónica.

El levantamiento detallado de la red fluvial superficial en la PI permite reconocer el trazo de la Divisoria Principal de Primer Orden (DPPO) (Figura 7A). Se describe aproximadamente paralela a la línea de la costa S, con ciertas

inflexiones. Entre las localidades de Vélez-Málaga y Motril resalta un conjunto de 6 cuencas fluviales estrechas, asimétricas, cortas y paralelas. Ellas se configuran con las Divisorias Principales de Segundo Orden (DPSO). Todas muestran dirección NNE-SSO, que resulta diferente a la

**Tabla 4A**  
Fracturas en los bloques de Almería

Bloque	Longitud de fracturas		
	≥ 1 km	≥ 5 km	≥ 10 km
B1	5	3	2
B2	12	7	4
B3	15	9	4
B4	5	3	1
B5	7	5	3
B6	5	4	1
B7	6	3	2
B8	9	5	3
B9	5	3	2
B10	25	12	6
B11	19	12	8
B12	10	5	4
B13	12	7	4
Σ	<b>135</b>	<b>78</b>	<b>44</b>

**Nota:** Bloques en las tablas 16 y 17.

**Tabla 4B**  
 Fracturas en los bloques de Jaén

Bloque	Longitud de fracturas		
	≥ 1 km	≥ 5 km	≥ 10 km
B1	20	5	1
B2	22	7	3
B3	37	15	5
B4	19	6	2
B5	27	11	4
B6	29	12	7
B7	11	5	3
B8	3	2	-
B9	3	2	-
B10	18	6	4
B11	8	5	2
B12	10	5	2
B13	20	7	2
B14	13	5	2
B15	6	3	3
B16	22	10	5
B17	7	3	-
B18	6	3	-
B19	13	7	2
B20	19	9	3
B21	5	2	-
B22	30	14	5
B23	4	2	-
B24	39	12	5
<b>Σ</b>	<b>391</b>	<b>148</b>	<b>60</b>

**Nota:** Bloques en las tablas 16A y 17A.

determinada (NO-SE) para las estructuras con el método de morfoisohipsas para ese sector. Al O de Vélez-Málaga y hasta Málaga hay otra serie similar de cuencas con igual dirección, pero de categoría inferior de las divisorias principales de agua (5° orden). Esto, evidentemente, es un sector morfoestructónico anómalo donde hay 28 zonas anómalas.

AL está al S y al E de la DPPO. Esta se desvía bruscamente al N, en las inmediaciones de la cuenca del río Andarax. En ese entorno se definen cuatro DPSO que llegan hasta la línea de costa. Así, de O a E están las cuencas de Río Grande y Andarax. Este último desemboca en el Golfo de Almería. Ellas tienen en común una divisoria que muestra una definida orientación E-O. En la parte E, las cuencas de AL son aproximadamente cuadradas y rectangulares, pero todas están definidas con sus divisorias secundarias

al E para desembocar en el Mar Mediterráneo. Entre esas cuencas están: Aguas y Almanzora. El río Aguas tiene a la mitad de su curso una inflexión de 90° al N. También el río Almanzora de orientación aproximada O-E en ¾ partes de su curso, tiene en el cuarto final una inflexión al SE. Este discurre por las localidades de Alcóntar, Serón, Olula del Río, Macael, Albox, Cantoria, Huercal-Overa y Palomares. Su cuenca es asimétrica en el sector final y donde están las Sierras de Almagro y de los Pinos. Sus afluentes en la parte N nacen en las Sierras de Lúcar y las Estancias; y en la parte S nacen en las Sierras de Carrasco y Los Filabres.

Los ríos Alías y Aguas tienen franca dirección O-E y ambos desembocan en el Mar Mediterráneo. El Alías alcanza la localidad de Carboneras y tiene una acentuada asimetría transversal en la parte N, donde está la Sierra de Cabrera. El río Antas muestra un importante número de inflexiones a lo largo de su curso, que están justificadas desde el punto de vista tectónico. Mientras que el río Andarax tiene la cuenca asimétrica E-O con su eje principal de ~340 km entre las localidades Lanjar de Andarax-Canjáyar-Ragol-Terque-Santa Fé de Mondujar. Luego tuerce el recorrido 90° al S. También atraviesa el Parque de Sierra Nevada. Su principal afluente es el río Nacimiento, que cruza las poblaciones de Fiñara, Abla, Nacimiento, Santa Cruz de Marchena y Terque. Desde la Sierra de Los Filabres drenan en el río Andarax varias ramblas (con pendientes de hasta 60°) en franca dirección N-S (Figura 7B). Y al E del río Andarax existen 4 ramblas que también drenan N-S, pero en el Golfo de AL. Estas nacen en la Sierra de Alhamilla. Al O de ese mismo río hay igual número de ramblas, pero su nacimiento es en la Sierra de Gador.

En el extremo occidental del territorio de AL discurre el río Adra, que está encajado desde la Sierra de Cuitas y Las Alpujarras. Y en la zona NE de AL está la rambla Chirivel, que converge en el río Sangonera (Murcia), el cual atraviesa la localidad de Lorca. La mencionada rambla cruza la localidad de Vélez-Rubio y discurre entre las Sierras de las Estancias y del Saliente (en la parte S) y las sierras de los Calderones, del Peralte y de María (en la parte N). Inmediato al N está la cuenca del río Caramel, que tiene su origen en dos sierras: del Oso y Áspera. Este confluye en el río Sangonera. La dirección de la rambla Chirivel y del río Caramel es O-E.

En la tabla 5A se presentan las características de las 13 cuencas fluviales delimitadas en AL y las direcciones de esas corrientes. Mientras que en JA hay sólo tres cuencas



(Tabla 5B): 1) Guadalquivir ocupa ~90 % de la superficie; 2) Guadajoz está en el límite SO; 3) Segura aparece en la parte NE. La densidad fluvial de JA es muy superior a la de AL. En las tablas 7 y 8 se dan los datos principales sobre las Divisorias Principales y las direcciones predominantes del escurrimiento en AL y JA, respectivamente.

La cuenca del Guadalquivir tiene su origen en la región de JA y drena al O. Sus ríos y afluentes recorren las localidades de Andújar, Bailén, Baños de la Encina, Beas de Segura, Cazorla, Despeñaperros, Huelma, Jaén, Jódar, La Carolina, Linares, Marmolejo, Martos, Navas de San Juan, Pozo Alcón, Quesada, Torreperogil, Úbeda, Vil-

ches, Villacarrillo y Villanueva del Arzobispo. La cantidad y la distribución de los embalses varía de acuerdo con sus partes. 1) Septentrional: Dañador, Gaudalmena, Gualén, Guibaile, Jándula, La Fernandina y Rumblar; 2) meridional, sólo está el embalse de Quiebrajano; 3) oriental, está el mayor de los embalses, Tranco de Beas; 4) central: Doña Aldonza, Marmolejo, Puente de la Cerrada, San Pedro Marín y Yeguas. Esto, evidentemente, es un contraste morfotectónico. El río Guadalquivir en su nacimiento recorre unos 500 km desde el SO de la provincia de JA (coordenadas aproximadas: 37°53'N y 02°53'O) hasta Puerta del Segura y Ocera, donde tuerce bruscamen- te su recorrido ~150 km para drenar al SO (coordenadas

**Tabla 5A**  
 Ríos por cuenca de Almería

Cuenca			Orden máximo del río	Asimetría del río Principal	Sentido del escurrimiento	Cuencas menores
Sigla	Localización	Nombre				
ALC1	Guainos Bajos	Rambla Guainas	3	-	N-S	4
ALC2	Adra	Adra	4	Parte O	N-S	4
ALC3	El Ejido	Campo de Dalías	2	-	N-S	5
ALC4	Almería	Andarax	5	Parte S	NE-SO	20
ALC5	La Cañada de San Urbano	Rambla Honda	-	-	NE-SO	4
ALC6	Golfo de Almería	Serie de Ramblas	-	-	NE-SO	3
ALC7	Playa del Churo	Rambla Morales	3	Parte SE	NE-SO	4
ALC8	Cabo de Gata	Ramblas de las Higueras	3	Parte NO	NE-SO	3
ALC9	Agua Amarga	Cañada de Méndez	-	-	O-E	2
ALC10	Carboneras	Alías	3	Parte S	O-E	4
ALC11	Mojácar	Aguas	2	Parte N	O-E	4
ALC12	Garrucha	Antas	3	Parte S	O-E	1
ALC13	Vera	Almanzora	5	Parte S	O-E	4
						62

**Nota:** C= Cuenca; N= Septentrional; S= Meridional.

**Tabla 5B**  
 Ríos por cuenca de Jaén

Cuenca			Orden máximo del río	Asimetría del río Principal	Sentido del escurrimiento	Cuencas menores
Sigla	Localización	Nombre				
JAC1	Andújar	Guadalquivir	8	Parte N	E-O	38
JAC2	Pontones	Segura	5	-	NO-SE	5
JAC3	Alcalá del Real	Guadajoz	5	-	NE-SO	4
						47

**Nota:** C= Cuenca; N= Septentrional; S= Meridional.

**Tabla 6A**  
Datos de las cuencas de Almería

Parámetros	Cuenca												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Orden	3	4	2	5	-	-	3	3	-	3	2	6	6
Vertiente	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Dirección principal del drenaje superficial	N-S	N-S	N-S	NE-SO	NE-SO	NE-SO	NE-SO	NE-SO	O-E	O-E	O-E	O-E	O-E
Índice de Gavelius	-	0,17	-	0,39	-	-	-	-	-	0,45	0,47	0,47	0,49
Longitud del río principal (km)	100	400	-	760	180	-	320	140	100	340	240	420	880
Coefficiente de sinuosidad	0,98	0,93	-	0,70	0,95	0,90	0,95	0,72	0,91	0,97	0,91	0,81	0,89
Pendiente media del río principal (m/km)	12,38	6,53	-	3,31	7,69	-	3,48	3,43	3,25	2,96	3,62	2,19	2,47
Valles de tipo V	4	6	3	16	5	5	4	5	5	4	4	4	27
Vallles de tipo U	7	11	7	28	-	-	8	8	-	8	6	7	43
Sectores anómalos	3	12	5	30	-	-	5	3	-	7	5	5	68
Terrazas fluviales	-	1	-	3	-	-	-	-	-	3	3	3	5
Saltos y cascadas	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	7
Conos y abanicos	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	2	2	3

**Nota:** La notación de las cuencas se corresponde con la tabla 5A.

**Tabla 6B**  
Datos de las cuencas de Jaén

Parámetros	Cuencas Septentrionales		
	1	2	3
Orden	8	5	5
Vertiente	N	N	N
Dirección principal del drenaje superficial	E-O	NO-SE	NE-SO
Índice de Gavelius	0,43	0,38	0,41
Longitud del río principal (km)	256	105	118
Coefficiente de sinuosidad	0,72	0,83	0,93
Valles de tipo V	105	15	8
Vallles de tipo U	148	10	14
Sectores anómalos	57	16	12
Terrazas fluviales	5	3	3
Saltos y cascadas	5	2	-
Conos y abanicos	3	1	1

**Nota:** La notación de las cuencas se corresponde con la tabla 5B.

**Tabla 7**  
Cuencas a partir de las Divisorias Principales de agua en Almería y Jaén

Categoría	Almería Septentrional	Meridional	$\Sigma$	Jaén Septentrional	Meridional	$\Sigma$
1	2	3	5	5	5	10
2	-	5	5	20	24	44
3	-	5	5	31	36	64
<b>Total</b>			15			118

**Tabla 8**

Dirección predominante de la red fluvial Almería y Jaén

Dirección	Almería (%)	Jaén (%)
N-S	25	25
E-O	32	38
NE	20	15
NO	10	10
NNE	5	7
NNO	8	5
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

aproximadas: 38°21'N y 02°43'O) y luego a unos 200 km, para discurrir al O desde las inmediaciones de Villanueva del Arzobispo hasta Linares. Luego, desde Linares a Mengibar drena al SO (coordenadas aproximadas: 38°00'N y 03°45'O). Y desde este último punto atraviesa las localidades de Andújar y Marmolejo, nuevamente con dirección franca al O. Es decir, hay un escalonamiento del río Guadalquivir con implicaciones morfotectónicas. Esto también fue apreciado por los autores en la provincia de Córdoba.

En la cuenca del río Guadaloz se encuentran las siguientes localidades: Alcaudeta, Alcalá la Real, Sierra Alta Coloma, Sierra de Ahillo, Sierra de la Caracolera, Sierra de Montillana, Sierra de San Pedro y Sierra de Trigo. En su trazo por JA hemos determinado 3 zonas anómalas. Y la cuenca del río Segura incluye varias sierras en la zona de JA: Sierra del Almorchón, Sierra del Cuquillo, Sierra de Santiago de la Espada, Sierra de la Grana y Sierra de la Mora. Hemos determinado 10 zonas anómalas en JA. En la tabla 9 se dan las relaciones de bifurcación anómalas determinadas en AL y JA. Mientras que los sectores anómalos de los ríos en esas provincias están en la tabla 10.

En AL hay 31 grandes alineaciones (> 20 km). Por dirección están las cantidades: 1) NO= 2; 2) N-S= 7; 3) E-O= 11; 4) NE-SO= 11. También se aprecia la alineación NE-SO de la rambla de Tabernas hasta la localidad de Gador, pero aparece de forma discontinua al NE por las locali-

**Tabla 9**

Relaciones de bifurcación anómalas Almería y Jaén

Rb	Almería (%)	Jaén (%)
1-2	16	39
2-3	10	36
3-4	10	25
<b>Total</b>	<b>36</b>	<b>100</b>

**Tabla 10**

Sectores anómalos de los ríos por cuencas Almería y Jaén

Zona	Almería	Jaén
	Cantidad	Cantidad
Septentrional	58	40
Meridional	85	45
<b>Total</b>	<b>143</b>	<b>85</b>

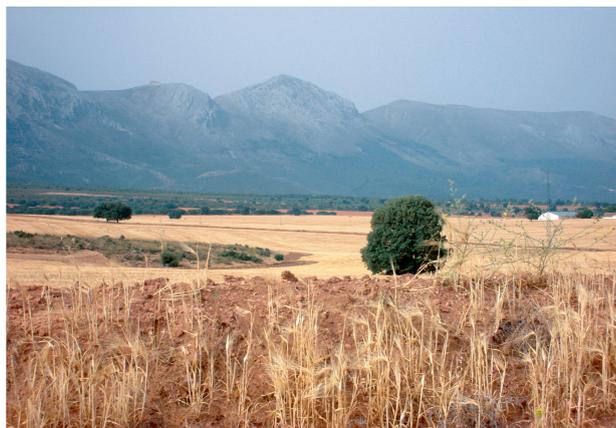
**Nota:** La notación se corresponde con las tablas 5A y 5B.

dades de Sorbas, Antas-Vera y Pulpi. Este elemento se encuentra paralelo a la costa del Mar Mediterráneo. Y la Sierra de Almagrera es paralela e inmediata a la costa mediterránea, entre la desembocadura del río Almanzor y la Ensenada de Terrero. Se ha comprobado que la Sierra del Cabo de Gata muestra esa característica. Hay un escarpe NE-SO al N de las localidades de Alba y Huerca-Overa.

Existen 42 grandes alineamientos (longitud > 20 km) de la red fluvial en JA. Por cantidades y dirección se tienen: 1) NO-SE= 4; 2) N-S= 8; 3) E-O= 13; 4) NE-SO= 17. También hay tres importantes escarpes tectónicos: 1) E-O de ~300 km (asociado a los embalses de agua de la parte N del río Guadalquivir: Enimarejo-Rumblar de la Fernandina-Guadalín); 2) NE-SO de 100 km al N de Descuernavacas; 3) NE-SO de ~400 km (en el marco de la Sierra de Cazorla y la Sierra de Segura). La Loma de Úbeda coincide con una alineación NE-SO del río Guadalquivir, que en ese tramo drena al SO. Aparece un grupo de afluentes perpendiculares desde el lado septentrional. Aquí hay asimetría transversal. En la parte meridional está la Sierra de Cazorla (1.385 m) y la Sierra de las Cuatro Villas, donde el río drena al NE para conformar el embalse Franco de Beas (~680 km), entre la Sierra del Pozo y la Sierra del Segura (1.310 m). Es en este entorno donde están los nacimientos de los ríos Segura y Guadalquivir.

La dirección E-O de la costa de Málaga-AL también se aprecia al O en el interior de la PI con la brusca inflexión del río Guadalhorce (Hoya de Málaga) y al N de la Sierra de las Nieves en Ronda. Esta destaca desde Grazalema (N de Ubrique) entre los Embalses de Borres (N de Arcos de la Frontera) y de Guadacín I, II y en los Hurores. Un poco más difuso se aprecia sobre Jerez de la Frontera hasta Chipiron. Esto, evidentemente, es un escarpe morfotectónico. También se determinó otro extenso alineamiento (E-O) un poco más al N del anterior entre las siguientes localidades: Almería: Punta de la Media Naranja-Sierra de la Higuera-S de Sierra Nevada (~río Andarax), al N de Adra-Motril-N de las Sierras de Alhama, Tejada y Alma-

jera, en Almuñecar-Vélez-Málaga-N de Montes de Málaga-Embalses de Gaitanejo y del Guadalhorce (Figura 7C).



**Figura 7C.** Alineamiento del relieve de dirección E-O (Sierra de la Higuera-S de Sierra Nevada).

La PI tiene tres zonas donde la influencia de la interacción compresiva de las placas litosféricas ha quedado expresada en el relieve y en las que existe actividad sísmica (Figura 2). Las zonas son: 1) catábrica (Galicia-Pirineos); 2) andaluza (Cádiz-Almería) y 3) levantina (Alicante-Valencia). Actualmente, solo la zona andaluza permanece activa, pues la convergencia de África y Europa persiste. Con esa idea, Cotilla y Córdoba (2004) determinaron una importante zona de deformación en las inmediaciones de dos zonas de alineamientos (A2 y A5) del centro y E de la PI. Sin embargo, la sismicidad de la región es débil.

La región S y SE de la PI (Figura 2A) se enmarca en los macrobloques: 1 (Meridional), 2 (Suboccidental) y 5 (Costero). En ellos se han delimitado cuatro mesobloques (1.1, 1.2, 1.3, 1.4 y 5.1) El 1.4 es el más activo. Esos mesobloques están limitados por los alineamientos A1, A2, L2 y L3. El alineamiento A2 (NE-SO) coincide con los alineamientos del método de morfoisohipsas, antes expuesto. Los cuatro alineamientos configuran con sus intersecciones respectivas los nudos N2= Almería (A2 y L3), N3= Guadix (L2 y L3), N6= Marmolejo (A1 y L6), N7= Lupión (A1 y L2). El mesobloque 1.1 incluye a JA y a la Sierra de Magina. La Sierra de Los Filabres, Baza y Sierra de Segura están en el mesobloque 1.2. En el mesobloque 5.4 están AL, Sierra Nevada, Adra, Sierra de Contraviesa y Sierra de Gador. Y en el mesobloque 5.1 están Sierra de Cabo de Gata, Sierra de Alhamilla y la localidad de Huerca-Overa. Algunas características de los macrobloques que contienen a los territorios de AL y JA están en la tabla 11.

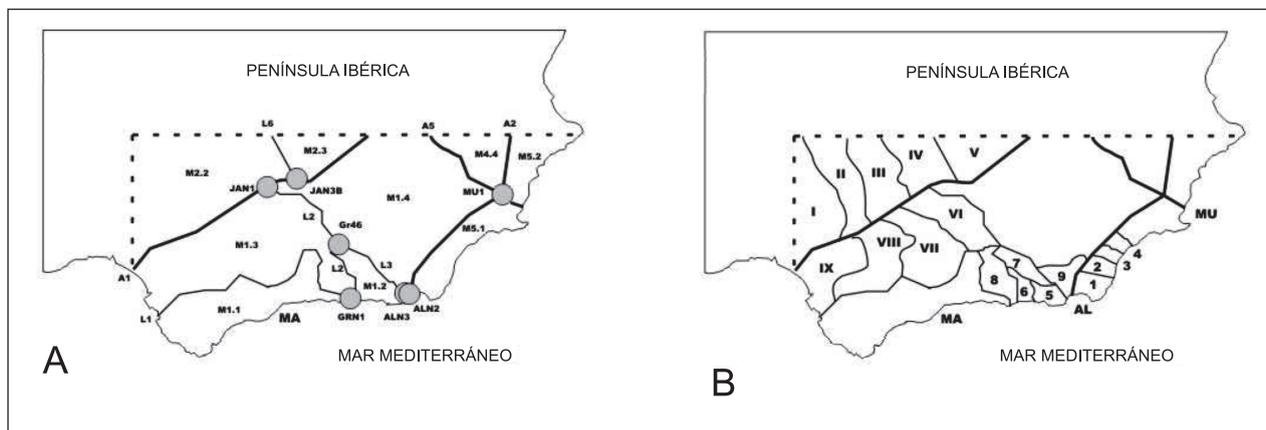
**Tabla 11**

Características del macrobloque Almería/Jaén

Nº	Características	Datos
1	Tipo de relieve	M/M
2	Altitud máxima (m)	2.236/2.164
3	Mesobloques	2/2
	Bloques	13/24
	Microbloques	36/60
	Nanobloques	110/257
4	Diseccción vertical (m)	390/358
5	Levantamiento (m) por diferencia de isobasitas de orden:	10/50
	2-3	10/20
	4-5	20/40
	2-5	
6	Áreas de descenso (%)	2,5/1,9
7	Anomalías fluviales	143/85
8	Forma de los valles fluviales (V/U)	(95/128) / (133/172)
9	Superficies de cimas	228/300
10	Área (km <sup>2</sup> )	8.774/13.489
11	Pendiente media (0/00)	2,5/3,1
12	Dirección principal del drenaje superficial	N-S/E-O
13	Cantidad máxima de terrazas marinas	5/-
14	Estructura principal	P/P
15	Tipo principal de drenaje	S/S
16	Drenaje superficial promedio (km/km <sup>2</sup> )	0,62/1,65
17	Cantidad de fracturas de L > 2 km/km <sup>2</sup>	85/110
18	Dirección principal de la estructura	N-S/E-O
19	Orden máximo del río	6/8
20	Densidad epicentral, h= 0-300 km (1970-2004)	0,65/0,03
21	Nudos de alineamientos	127/181

**Nota:** M= montaña, P= positiva, S= superficial.

Las figuras 8A y 8B muestran las UT y los alineamientos principales determinados para AL (61) y JA (136). Los datos de los alineamientos principales aparecen en las tablas 12 y 12A. Esta es la cantidad de nudos por alineamientos importantes en las cuatro áreas de trabajo: 1) AL (A2= 7, L3= 6); 2) CO (A1= 8, L6= 2); 3) GR (L1= 9, L2= 12, L3= 2); 4) JA (A1= 14, L2= 6). De esas cifras resalta la importancia de GR. En las tablas 13 y 13A están los datos de los nudos de AL y JA, donde AL tiene 26, distribuidos en cuatro categorías: 2°= 1, 3°= 1, 4°= 7, 5°= 17, mientras que JA posee 57 nudos, en igual cantidad de categorías, y su desglose es: 2°= 1, 3°= 9, 4°= 10, 5°= 37. La razón de nudos AL/JA es 0,3. Este valor es inferior al correspondiente 0,6 del par Granada (GR)/Córdoba (CO).



**Figura 8.** Esquema de las Unidades Territoriales en Almería y Jaén (A) y esquema de los principales alineamientos y sus intersecciones en Almería y Jaén (B).

(A) 1- área de estudio= líneas discontinuas; 2- alineamientos= líneas negras (L1 (Tablas 12 y 12A)); 3- intersección de alineamientos o nudo= círculo negro (Tablas 13 y 13A).

(B) 1- área de estudio= líneas discontinuas; 2- bloques= Almería, 1 y Jaén 1 (Tablas 17 y 17A).

**Tabla 12A**  
 Alineamientos principales (morfoalineamientos) de Almería

Alineamientos	Localidades	Dirección	Longitud (km)	Orden	Ks	Intersecciones
A2	Cenahadux, El Cucador, Huércal-Overa, Las Norias, Tabernas, Vlella del Campo	NE-SO	38	2	0,99	7
L3	Abla, Alboloduy, Alhama de Almería, Almería, Fiñana, Nacimiento	NO-SE	30	3	0,95	6
LB1	Adra, Albufera de Adra, Alcolea, San Roque	N-S	19	4	0,99	-
LB2	Almócita, Andújar de Andarax, Canjayar, El Doctor, Instinción, Terque	NO-SE	22	4	0,85	4
LB3	Cuatro Pintas, El Almandral, El Cortijo, Las Tables, Santa Fé de Mondújar	N-S	18	4	0,86	2
LB4	Carboneras, La Vega, Las Norias, Rambla Honda,	O-E	20	4	0,90	2
LB5	Los Gallardos, Mojácar, Ramblas del Marqués, Sorbas, Turre	O-E	22	4	0,84	1
LB6	Antas, Garrucha, La Fuenteblanquilla	O-SE	16	4	0,83	1
LB7	Cuevas del Almanzaora, Huércal-Overa, Palomares	NO-SE	10	4	0,96	1
LB8	El Hijote, Macael, Olula del Río, Serón, Tijola, Zúgena	O-E	29	4	0,98	5
LB9	El Contador, La Merced, Rambla Abajo, Veliz	SO-NE	17	4	0,98	3
LB10	Cerro del Sastre, Cuesta del Cebo	SO-NE	18	4	0,96	2
LB11	El Marchal de Enix, Huercija, Molinero, Roquetas del Mar	N-S	12	5	0,78	1
LB12	Cerro Colaliví, La Cañada de San Urbano	NE-SO	10	5	0,97	2
LB13	Campo Hermoso, Cerro del Joyazo, Cuevas del Lino, Las Caniellas, Vistabella	NO-SE	160	5	0,67	1
LB14	Abla, El Aguadero, Los Chisporas	N-S	60	5	0,99	1
LB15	Alcántar, Cuatro Puntos, Sierra de Carrasco	N-S	140	5	0,95	3
LB16	Arroyo de Verdelcho, Desierto de Tabernas, Las Hoyas	N-S	190	5	0,94	2
L6	Bardinales, Las Norias, Macael, Nacimiento, Olula del Río	N-S	150	5	0,96	2
LB18		NE-SO	110	5	0,88	2

Cont. Tabla 12A

Alineamientos	Localidades	Dirección	Longitud (km)	Orden	Ks	Intersecciones
LB19	Agua Amarga, Macael, Olula del Río, Sierra del Madroñal,	NO-SE	100	5	0,90	1
LB20	Albox, El Margen, Los Álamos	NO-SE	160	5	0,93	1
LB21	Almojalejo, La Parra, Los Pardos, Pedro García, Los Oquendos	NO-SE	160	5	0,97	2
LB22	El Largo, Los Pocos, Los Solares, Palomares	N-S	110	5	0,97	1
LB23	El Mojonar, La Rambla de Abajo	N-S	80	5	0,92	2
LB24	Alara, María, Solana, Vélez-Blanco	NO-SE	100	5	0,87	2
LB25	Cañada Grande, Cerro del Sastre, Sierra del Oso, Topares	O-E	150	5	0,86	1
LB26	Almerimar, Santa María del Águila, Barjalí, Venta de Cacín	N-S	170	5	0,99	1
LB27	Abla Canjáyar, Las Navas, Los Mozos	N-S	100	5	0,78	2
						61

Nota: Ks= coeficiente de sinuosidad.

Tabla 12B

Alineamientos principales (morfoalineamientos) de Jaén

Alineamiento	Localidades	Dirección	Longitud (km)	Orden	Ks	Intersecciones
A1	Andújar, Arroyo del Ojanco, Cerro Redondo, La Marañososa, Linares, Marmolejo, Santa Emilia, Sorihuela de Guadalimar, Torreblascopedro	NE-O	740	2	0,85	13
L2	Cerro de Don Benito, Cortijo Nuevo, El Boticario, Embalse de Doña Aldonza, Sierra de las Cabras, Villatorres	SO-NE	410	3	0,84	6
LB1	Gumiel, Hortichuela, Laguna Grande, Mures	SE-NO	220	4	0,83	1
LB2	Cortijo de Rozuelas, La Castiñería, Sierra de la Caracolera, Sierra de la Pandera	E-O	200	4	0,93	1
LB3	El Zahán, El Zurraque, La Carrasca, Lopera, Valenzuela	NO-SE	360	4	0,78	3
LB4	Andújar, El Berrueco, Los Villares, Torre del Campo	NO-SE	300	4	0,76	5
LB5	Jaén, La Infanta, Montillana, Puerto Alto, Sierra de la Alta Coloma,	N-S	260	4	0,91	6
LB6	Carchelejo, Cerro Don Benito, Mata Bejid, Noalejo,	N-S	250	4	0,87	3
LB7	Belmez de la Moraleda, Loma de Campillo, Sierra Santerga	NE-SO	200	4	0,95	4
LB8	Alicún de Ortega, Larva, Sierra de las Cabras	N-SE	170	4	0,85	2
LB9	Cerros del Pozo, Cortijo del Puntalillo, Peña Palome-ra, Pozo Alcón	NO-SE	220	4	0,86	2
LB10	Belero, Cazorla, Loma de Cagasebo, Sierra de las Cuatro Villas	NE-SO	290	4	0,97	5
LB11	Alto del Montero, El Patronato	NO-SE	70	4	0,85	3
LB12	Cerro del Robledillo, Cerro de Santa María, Santo Tomás, Los Propios-Cazorla	NE-SO	150	4	0,83	4
						61

Cont. Tabla 12B

Alineamiento	Localidades	Dirección	Longitud (km)	Orden	Ks	Intersecciones
LB12A	Casas de Carrasco, Las Gorgolillas, Sierra de la Mora	NE-SO	260	4	0,86	3
LB13	Embalse del Guadalmena, Montizon, Santisteban del Puerto	NE-SO	330	4	0,91	2
LB13A	El Tovar, Orcera, Siles, Sierra de Calderón	NE-SO	180	4	0,90	3
LB14	Cambrón, Embalse de la Fernandina	NE-SO	240	4	0,85	3
LB15	Embalse del Centenillo, Guarromán	N-S	250	4	0,89	3
LB16	Baños de la Encina, Loma del Peralejo	N-S	220	4	0,95	2
L6	Embalse del Jándula, Sierra de Ambroz, Sierra de los Calderones	N-S	200	4	0,87	3
LB18	El Risquillo, Humilladero	N-S	200	4	0,89	2
LB19	Castillo de Locubín, Sierra de San Pedro	E-O	170	5	0,99	2
LB20	Cerro del Pescuezo, El Zahán, Torredonjimeno	NO-SE	190	5	0,93	3
LB21	Arjonilla, Escañuela	NO-SE	160	5	0,98	2
LB22	Cerro de la Cruz, Mengíbar	NE-SO	70	5	0,99	2
LB23	Santa Catalina, Villar de Cuevas	NE-SO	60	5	0,99	2
LB24	Cerro Jabalcruz, Jaén	NE-SO	50	5	0,99	2
LB25	Los Llanos, Los Villares	NE-SO	30	5	0,99	2
LB26	La Cerradura, Guardia de Jaén, Jaén	NO-SE	100	5	0,98	3
LB27	Mancha Real	NO-SE	120	5	0,98	2
LB28	Ermita y Torreón de Cuadros, Jimena	NO-SE	95	5	0,93	2
LB29	Cerro del Buitre, Estación de Huesa	E-O	150	5	0,85	3
LB30	Casas de Estepa, Cazorla, La Ribera,	NO-SE	110	5	0,99	2
LB31	Bardazoso, La Cabañuela	E-O	90	5	0,98	2
LB32	Cueva del Salitre, Peña Palomera	E-O	25	5	0,99	1
LB33	Mirabeles, Santiago de la Espada	NE-SO	130	5	0,97	2
LB34	Calar de Peña Rubia, Sierra del Cuquillo	NE-SO	120	5	0,92	1
LB35	Fuente del Campo, Virgen del Camino,	NO-SE	85	5	0,98	2
LB36	Beas de Segura, El Tovar, Hornos	NO-SE	100	5	0,95	2
LB37	Villanueva del Arzobispo	NO-SE	40	5	0,99	2
LB38	Villacarrillo	N-S	55	5	0,95	2
LB39	Cerro del Toro, Padilla	E-O	160	5	0,90	1
LB40	El Acebuchar, La Mesa	NE-SO	90	5	0,96	2
LB41	Despeñaperros, La Carolina, Santa Elena	NE-SO	150	5	0,99	1
LB42	Embalse del Jándula, Lomas del Contadero	E-O	100	5	0,78	2
LB43	Peñallana, San Miguel	NO-SE	70	5	0,90	2
LB44	Cereceda, Humilladero	NO-SE	90	5	0,87	1
LB45	Cerro de los Cuartilleros, Cerro de Valdecañas	NO-SE	140	5	0,93	1
LB46	La Yedra, Úbeda	N-S	80	4	0,90	2
LB47	Cerro Redondo, Sabiote	N-S	90	4	0,97	2
LB48	Arroyo del Ojanco, Los Llanos, Orcera	NE-SO	100	4	0,87	2

Nota: Ks= coeficiente de sinuosidad.

**Tabla 13A**  
Resumen de las intersecciones principales de Almería

Intersección	Orden	Compuesta por los alineamientos	Denominación	Mesobloque	Bloques
ALN2	2	L3, Azores	Almería	MESO14	2
ALN3	3	A2, L3	Gador	MESO14	3
ALN4A	4	L3, LB3	Alhama de Almería	MESO14	3
ALN4B	4	L3, LB2	Terque	MESO14	4
ALN4C	4	A2, LB4	Las Norias	MESOV1	4
ALN4D	4	A2, LB5	Fuente de la Higuera	MESOV1	4
ALN4E	4	A2, LB6	La Fuenteblanquilla	MESOV1	3
ALN4F	4	A2, LB8	El Cucador	MESOV1	4
ALN4G	4	A2, LB7	Huerca-Overa	MESOV1	3
ALN5A	5	LB2, LB26	Venta de Cacín	MESO14	3
ALN5B	5	LB2, LB27	Canjáyar	MESO14	3
ALN5C	5	L3, LB14, LB27	Abla	MESO14	4
ALN5D	5	L3, LB15	Nacimiento	MESO14	3
ALN5E	5	A2, LB16	Tabernas	MESO12	3
ALN5F	5	LB4, LB12, LB13	La Vega	MESO14	4
ALN5G	5	LB8, LB15	Los Hernández	MESO12	3
ALN5H	5	LB8, LB16	Tijola	MESO12	3
ALN5I	5	LB8, L6, LB19	Olula del Río	MESO12	4
ALN5J	5	LB8, LB18, LB20	Almanzora	MESO12	4
ALN5K	5	LB7, LB22	Palomares	MESOV1	3
ALN5L	5	LB9, LB23	Los Ramales	MESO12	3
ALN5M	5	LB9, LB21	Vélez	MESO12	3
ALN5N	5	LB9, LB24	Solana	MESO12	3
ALN5Ñ	5	LB10, LB23, LB24	María	MESO12	4
ALN5O	5	LB10, LB25	Salvarejo	MESO12	3
ALN5P	5	LB3, LB15	Cuatro Puntas	MESO12	4

**Tabla 13B**  
Resumen de las intersecciones principales de Jaén

Intersección	Orden	Compuesta por los alineamientos	Denominación	Mesobloque	Bloques
JAN1	2	A1, L2	Villatorra	MESOI1	4
JAN2A	3	A1, LB5, LB15	Mengíbar	MESOI1	4
JAN2B	3	A1, LB16	Cortijo del Rincón	MESOI1	3
JAN2C	3	A1, LB4, L6, LB21	Andújar	MESOI1	5
JAN2D	3	A1, LB3, LB18	Embalse de Yeguas	MESOI1	4
JAN2E	3	A1, LB13, LB14	Linares	MESOI1	4
JAN2F	3	A1, LB46	Embalse de Girabaila	MESOI1	3
JAN2G	3	A1, LB47	Cerro Redondo	MESO12	3
JAN2H	3	A1, LB48	Arroyo del Ojanco	MESOI1	3
JAN2I	3	A1, LB13	Embalse de Guadalmera	MESOI1	3
JAN3A	4	LB2, LB3, LB4	La Carrasca	MESO12	3
JAN3B	4	L2, LB6	Cerro Don Benito	MESO12	3
JAN3C	4	L2, LB46	Villapadilla	MESO12	4
JAN3D	4	L2, LB12, LB47	Embalse de Doña Aldonza	MESO12	5
JAN3E	4	L2, LB8	Cortijo de San José de los Propios	MESO12	3
JAN3F	4	L2, LB10, LB29	Huesa	MESO12	4
JAN3G	4	LB9, LB10	Cazorla	MESO12	3
JAN3H	4	LB10, LB11, LB13	Alto del Montero	MESO12	4
JAN3I	4	LB11, LB12	Segura	MESO12	3
JAN3J	4	LB13, LB48	Orcera	MESO12	3

Cont. Tabla 13B

Intersección	Orden	Compuesta por los alineamientos	Denominación	Mesobloque	Bloques
JAN4A	5	LB1, LB19	Carriles	MESO14	3
JAN4B	5	LB5, LB19	Alto del Cerro Quemado	MESO14	3
JAN4C	5	LB6, LB26	Carchele	MESO14	4
JAN4D	5	LB7, LB26	Huelma	MESO14	3
JAN4E	5	LB8, LB29	Larva	MESO14	4
JAN4F	5	LB7, LB29	Bélmez de la Moraleda	MESO14	3
JAN4G	5	LB7, LB28	Carboneras	MESO14	3
JAN4H	5	LB6, LB27	Cerro Monteaguado	MESO14	3
JAN4I	5	LB5, LB25	Puerto Alto	MESO14	3
JAN4J	5	LB2, LB4	Los Villares	MESO14	3
JAN4K	5	LB5, LB24, LB26	Jaén	MESO14	4
JAN4L	5	LB2, LB4, LB20, LB24	Torre del Campo	MESO14	4
JAN4M	5	LB5, LB27	Puerto Tablas	MESO14	3
JAN4N	5	LB5, LB23	Madrigueras	MESO14	3
JAN4Ñ	5	LB4, LB22	Fuerte del Rey	MESO14	3
JAN4O	5	LB4, LB21, LB23	Torre del Campo	MESO14	4
JAN4P	5	LB4, LB21, LB23	Garcíez	MESO14	4
JAN4Q	5	LB3, LB20	El Zahán	MESO14	3
JAN4R	5	LB10, LB30	Cazorla	MESO12	3
JAN4S	5	LB9, LB32	Calarilla	MESO12	3
JAN4T	5	LB11, LB33	Tejuelo	MESO12	3
JAN4U	5	LB13, LB35	Siles	MESO12	3
JAN4V	5	LB10, LB31	La Cabañuela	MESO12	3
JAN4W	5	LB12, LB31	Arroturas	MESO12	3
JAN4X	5	LB12, LB30	Santo Tomé	MESO12	4
JAN4Y	5	LB12, LB34	Royotello	MESO12	3
JAN4Z	5	LB12, LB33	Marchena	MESO12	3
JAN4.1	5	A1, LB35	San Cristóbal	MESO12	3
JAN4.2	5	A1, LB38	Herrera	MESO12	3
JAN4.3	5	LB14, LB39	Aldeaquemada	MESO12	3
JAN4.4	5	LB14, LB40	Ocho Casas	MESOI11	3
JAN4.5	5	LB15, LB40	Guarromán	MESOI11	3
JAN4.6	5	LB15, LB41	Cuesta del Santo	MESOI11	3
JAN4.7	5	LB16, LB42	Cabeza de Valderrus	MESOI11	3
JAN4.8	5	L6, LB42, LB44	Embalse del Jándula	MESOI11	4
JAN4.9	5	LB17, LB43	San Miguel	MESOI11	3
JAN4.10	5	LB18, LB45	Colodro	MESOI11	3

En la tabla 14 se presenta una comparación en cuanto a la cantidad de nudos para AL y JA. Y en la tabla 14A se encuentran otros datos de los nudos de JA. Además, la intersección de los alineamientos L2 y L3 produce el nudo GR46 (o N3) en GR, y aquí el alineamiento L2 tiene una brusca inflexión de 180°. En AL, el nudo ALN3 corresponde al N2. El alineamiento L6 se corresponde con el LB18 de JA y hemos precisado que tiene tres nudos y no dos. El nudo JAN2D es el nudo N6. Y en el entorno del nudo JAN3J (Orcera) se produce la inversión del curso fluvial del río Guadalquivir.

**Tabla 14**  
 Cantidad de nudos principales en Almería y Jaén

Orden	Almería	Jaén
	Cantidad	Cantidad
2	1	1
3	1	9
4	7	10
5	17	37
Σ	26	57

**Tabla 14A**  
Resumen de los nudos de Jaén

Nudos	Cantidad	Categoría	Intersecciones múltiples ( $\geq 3$ )	Sectores muy activos
Septentrionales	8	5	1	3
Meridionales	33	4 y 5	3	10
<b>Total</b>	<b>41</b>		<b>4</b>	<b>13</b>

Para JA, el alineamiento A1 decide la dirección N-S de todos los alineamientos desde las inmediaciones de Villanueva del Arzobispo y hacia el O más allá de Andújar, tanto para las cuencas septentrionales como meridionales del Guadalquivir. Mientras que para AL es el alineamiento LB8 el que marca el cambio de dirección (septentrional NO-SE) al N-S (meridional). Y el A2 (NE-SO) define o decide ese cambio desde Lorca (Murcia) hasta Huerca-Overa-Tabernas. Por tanto, LB8 es un escarpe morfotectónico E-O (localidades de Alcóntar-Tijola-Olula del Río-Almanzora-Macael-El Cucador). También al S del A2 están los alineamientos LB4, LB5 y LB6, todos ellos con orientación aproximada E-O, con inflexiones NE-SO y la concavidad al N. Y el Campo de Níjar bajo el LB4 tiene definida dirección NE-SO. También el L3 sufre el cambio en las inmediaciones de Alhama de Almería donde se cruza con el ALN3.

Las tablas 15 y 15A tienen los datos fundamentales sobre los mesobloques de AL y JA. Y la información sobre la comparación de los bloques determinados aparecen en

las tablas 16 y 16A. Las características fundamentales de los bloques determinados en esas provincias están en las tablas 17 y 17A. También se prepararon las tablas 18 y 18A con la información sobre los sectores de levantamientos neotectónicos más jóvenes (2do. y 3er orden). La cantidad de bloques con tendencia a los levantamientos tectónicos jóvenes (2do. y 3er orden) en AL y JA es de 6 y 35. Mientras que en la tabla 19 hay información del porcentaje de la actividad. La tabla 20 resume la información de la actividad neotectónica en dos intervalos temporales para las partes septentrional y meridional de JA. Y la tabla 21 tiene 16 parámetros que caracterizan a las cuatro provincias estudiadas (AL, CO, GR y JA) por los autores en Andalucía.

Ha quedado evidenciado que las dimensiones de los bloques determinados en AL son inferiores que las de JA. Esto coincide, exactamente, con lo obtenido por Cotilla y Córdoba (en prensa) en GR y CO. Tal apreciación es una característica morfotectónica de la zona de colisión de placas.

En el caso de Murcia, Cotilla y Córdoba (2009a) determinaron: 1) 47 bloques, 160 microbloques y 500 nanobloques; 2) nudos por orden/cantidad: 2°= 1, 3°= 12, 4°= 25 y 5°= 38. Así, se puede asegurar que Murcia se caracteriza por valores similares a los de CO y JA, aunque la sismicidad es mucho mayor y equivalente a la de GR y AL. Este resultado se ajusta al obtenido por Cotilla y Córdoba (2004a) para la PI.

**Tabla 15**  
Composición de los mesobloques de Almería

Mesobloque	Bloques	Microbloques	Nanobloques	Intersecciones	Valles (V/U)
1.2	5	20	48	45	28/39
1.4	3	8	26	27	44/55
5.1	5	8	36	55	23/34
$\Sigma$	<b>13</b>	<b>36</b>	<b>110</b>	<b>127</b>	<b>95/128</b>

**Tabla 15A**  
Composición de los mesobloques de Jaén

Mesobloque	Bloques	Microbloques	Nanobloques	Intersecciones	Valles (V/U)
1.1	7	25	83	63	42/57
1.2	9	20	121	77	58/72
2.3	7	15	46	41	33/43
$\Sigma$	<b>21</b>	<b>60</b>	<b>257</b>	<b>181</b>	<b>133/172</b>

**Tabla 16**  
 Características de los bloques de Almería

Bloque	Microbloques/ Nanobloques	Nudos	Mesobloque	Valles V/U	Superficies de cimas planas/ puntiagudas ( $\Sigma$ )	Controles
B1	3/6	-	MESOI4	1/4	3/2 (5)	10
B2.1		ALN5A	MESOI4	1/3	3/1 (4)	5
B2.2		ALN4B, ALN5A, ALN5B	MESOI4	1/4	3/1 (4)	5
B2.3		ALN2, ALN3, ALN4A, ALN4B	MESOI4	1/4	1/2 (3)	7
	3/10					
B3.1		ALN2, ALN3, ALN4C, ALN5E, ALN5F	MESOV1	1/3	3/2 (5)	3
B3.2		ALN5F	MESOV1	1/2	2/2 (4)	3
B3.3		ALN5F	MESOV1	1/2	3/1 (4)	10
	3/5					
B4	2/4	ALN4C, ALN4D, ALN5F	MESOV1	2/4	2/1 (3)	7
B5	2/4	ALN4D, ALN4E	MESOV1	2/3	2/3 (5)	8
B6	2/3	ALN4E, ALN4F, ALN4G, ALN5K	MESOV1	2/2	2/2 (4)	5
B7.1		ALN4G, ALN5K	MESOV1	2/2	2/4 (6)	5
B7.2		ALN5K	MESOV1	3/3	3/4 (7)	4
	2/5					
B8.1		ALN5A, ALN5B, ALN5C	MESOI4	4/3	5/4 (9)	6
B8.2		ALN4B, ALN5B, ALN5C, ALN5D	MESOI4	4/4	3/3 (6)	6
	2/8					
B9.1		ALN5C	MESOI2	3/2	4/4 (8)	4
B9.2		ALN5C, ALN5D, ALN5P	MESOI2	5/5	3/2 (5)	3
B9.3		ALN4A, ALN4B, ALN5D	MESOI2	5/5	3/4 (7)	6
	3/11					
B10.1		ALN5G, ALN5P	MESOI2	5/6	5/2 (7)	3
B10.2		ALN3, ALN4A, ALN5A, ALN5E, ALN5G, ALN5H, ALN5P	MESOI2	4/5	6/4 (10)	8
B10.3		ALN4C, ALN4D, ALN5E, ALN5H	MESOI2	3/4	8/7 (15)	11
B10.4		ALN4C, ALN4D, ALN5I, ALN5J	MESOI2	4/6	4/5 (9)	5
B10.5		ALN4D, ALN4E, ALN4F, ALN5J	MESOI2	4/6	4/3 (7)	7
	5/20					
B11.1		ALN5G, ALN5H, ALN5I	MESOI2	4/5	5/5 (10)	8
B11.2		ALN5I, ALN5J	MESOI2	3/5	5/4 (9)	8
B11.3		ALN4F, ALN5J, ALN5L	MESOI2	5/7	4/5 (9)	9
B11.4		ALN4E, ALN4F, ALN5M	MESOI2	5/6	6/4 (10)	9
	4/22					
B12.1		ALN5L, ALN5Ñ	MESOI2	3/5	5/4 (9)	4
B12.2		ALN5L, ALN5M, ALN5Ñ	MESOI2	4/5	4/6 (10)	4
B12.3		ALN5M, ALN5N, ALN5Ñ, ALN5O	MESOI2	3/4	5/6 (11)	6
	3/7					
B13.1		ALN5Ñ, ALN5O	MESOI2	5/5	8/6 (14)	9
B13.2		ALN5O	MESOI2	4/4	7/3 (10)	8
	2/5					
$\Sigma$	<b>36/110</b>	-	-	<b>95/128</b>	<b>122/106 (228)</b>	196

**Tabla 16A**  
Características de los bloques de Jaén

Bloque	Microbloques/ Nanobloques	Nudos	Mesobloque	Valles V/U	Superficies de cimas planas/ puntiagudas ( $\Sigma$ )	Controles
B1	2/3	JAN2D, JAN4.10	MESOI1	3/5	2/2 (4)	8
B2.1		JAN2C, JAN2D, JAN4.8, JAN4.9, JAN4.10	MESOI1	1/4	6/4 (10)	10
B2.2		JAN4.8	MESOI1	2/4	3/3 (6)	6
	2/5					
B3.1		JAN2C, JAN4.Ñ, JAN4.9	MESOI1	1/3	2/1 (3)	5
B3.2		JAN2B, JAN4Ñ, JAN4.7, JAN4.8, JAN4.9	MESOI1	2/3	5/3 (8)	7
B3.3		JAN4.7, JAN4.8	MESOI1	2/3	2/1 (3)	5
	3/13					
B4		JAN2A, JAN2B, JAN4.5, JAN4.6, JAN4.7	MESOI1	3/4	7/5 (12)	10
	2/4					
B5.1		JAN1, JAN2A, JAN2E, JAN4.4, JAN4.5	MESOI1	5/4	6/4 (10)	5
B5.2		JAN 4.3, JAN4.4, JAN4.5, JAN4.6	MESOI1	5/4	4/2 (6)	4
B5.3		JAN4.6	MESOI1	5/5	3/3 (6)	4
	3/7					
B6.1		JAN2E, JAN2I, JAN4.3, JAN4.4	MESOI1	5/4	5/4 (9)	11
B6.2		JAN4.3	MESOI1	2/3	2/3 (5)	5
	2/11					
B7	2/8	JAN2E, JAN2F, JAN2H, JAN2I, JAN2G, JAN4.2	MESOI1	8/6	8/6 (14)	15
B8	2/3	JAN1, JAN2E, JAN2F, JAN3B, JAN3C	MESOI2	4/3	4/3 (7)	5
B9	2/3	JAN2F, JAN2G, JAN3C, JAN3D	MESOI2	6/4	6/4 (10)	5
B10.1		JAN2G, JAN3D, JAN4X, JAN4.2	MESOI2	1/2	3/1 (4)	7
B10.2		JAN4X, JAN4.2, JAN4W, JAN4W.1, JAN4W.2	MESOI2	1/3	1/1 (2)	7
B10.3		JAN2H, JAN3H, JAN4W.1, JAN4W.2	MESOI2	2/4	1/2 (3)	5
B10.4		JAN2H, JAN3H, JAN3J	MESOI2	1/2	2/1 (3)	5
	4/37					
B11.1		JAN2H, JAN3J, JAN4U, JAN4.1	MESOI2	1/3	2/2 (4)	7
B11.2		JAN4U, JAN4.1	MESOI2	2/3	3/2 (5)	8
	2/10					
B12.1		JAN3H, JAN3I, JAN3J, JAN4U, JAN4Y	MESOI2	2/3	7/3 (10)	10
B12.2		JAN4Y, JAN4Z	MESOI2	1/3	2/1 (3)	11
	2/21					
B13	2/7	JAN3I, JAN4T, JAN4Y, JAN4Z	MESOI2	4/5	2/2 (4)	17
B14.1		JAN3H, JAN3I, JAN4T, JAN4V, JAN4.1	MESOI2	2/4	6/4 (10)	5
B14.2		JAN4S, JAN4.2	MESOI2	2/3	3/1 (4)	8
	2/22					
B15	2/10	JAN3F, JAN3G, JAN4P, JAN4S	MESOI2	4/5	5/5 (10)	19
B16.1		JAN4V, JAN4W, JAN4W.1	MESOI2	5/7	3/2 (5)	7
B16.2		JAN3G, JAN4R, JAN4X, JAN4W	MESOI2	4/5	3/3 (6)	10
B16.3		JAN3D, JAN3F, JAN3H, JAN4R, JAN4X	MESOI2	4/5	4/1 (5)	12
	3/18					
B17.1		JAN3E, JAN3F, JAN4E	MESOI4	2/1	1/1 (2)	4
B17.2		JAN3F, JAN4E	MESOI4	2/1	1/2 (3)	4
	2/10					
B18.1		JAN4D, JAN4E, JAN4F	MESOI4	3/2	1/1 (2)	5
B18.2		JAN3D, JAN3E, JAN3E, JAN4E, JAN4F	MESOI4	3/2	2/1 (3)	5
	2/5					

Cont. Tabla 16A

Bloque	Microbloques/ Nanobloques	Nudos	Mesobloque	Valles V/U	Superficies de cimas planas/ puntiagudas ( $\Sigma$ )	Controles
B19.1		JAN3C, JAN3D, JAN4G	MESOI4	2/1	4/4 (8)	12
B19.2		JAN4C, JAN4D, JAN4F, JAN4G, JAN4H	MESOI4	3/1	4/5 (9)	12
B19.3		JAN4C, JAN4D	MESOI4	4/3	4/2 (6)	15
	3/7					
B20.1		JAN4B, JAN4C, JAN4I, JAN4K	MESOI4	3/1	3/1 (4)	8
B20.2		JAN4C, JAN4H, JAN4K, JAN4M	MESOI4	2/2	1/1 (2)	9
B20.3		JAN1, JAN2A, JAN3B, JAN4H, JAN4N, JAN4M	MESOI4	3/2	2/1 (3)	8
	3/19					
B21	2/2	JAN4A	MESOI4	4/3	1/1 (2)	3
B22.1		JAN4A, JAN4B	MESOI4	3/1	1/1 (2)	5
B22.2		JAN4A, JAN4B, JAN3A, JAN4I, JAN4J	MESOI4	3/2	2/3 (5)	7
B22.3		JAN4I, JAN4J, JAN4K, JAN4O	MESOI4	3/2	3/2 (5)	8
B22.4		JAN4K, JAN4O, JAN4P, JAN4M, JAN4N.1	MESOI4	3/2	3/2 (5)	8
B22.5		JAN2A, JAN4P, JAN4N.1	MESOI4	1/2	3/4 (7)	8
B22.6		JAN2A, JAN2B, JAN2C, JAN4P	MESOI4	2/2	4/4 (8)	9
	6/10					
B23	2/2	JAN3A, JAN3A.1, JAN4Q	MESOI4	1/2	5/2 (7)	7
B24.1		JAN3A, JAN4J, JAN4L, JAN4Q	MESOI4	4/3	4/2 (6)	6
B24.2		JAN2C, JAN2D, JAN4L, JAN4O, JAN4Q	MESOI4	3/1	5/5 (10)	7
B24.3		JAN2C, JAN4O, JAN4P	MESOI4	4/4	6/4 (10)	7
	3/10					
$\Sigma$	<b>60/257</b>	-	-	<b>133/172</b>	228/300 (528)	400

Tabla 17

Descripción de los bloques de Almería

Bloque	Denominación	Eje principal	Localidades	Hmáx (m)	Alineamientos
B1	Sierra del Calar	N-S	Adra, Emb. de Berúnar, Hianes, Lamparillas, Las Alpujarras, Morrón, Playa de la Juana, S. de Cintas, S. del Calar	890	LB1
B2.1	El Ejido	N-S	Balerna, Berja, Campo de Dalías, Dalías, El Ejido, Playa de Balanegra, Punta de Higuera, Punta de Sabina, S. Alamilla, S. de Gador	2.236	LB1, LB2, LB26
B2.2	La Mojonera	N-S	Campo de Dalías, La Atalaya, La Mojonera, Loma de las Zarzas, Poyos de la Molina, Roquetas del Mar	1.920	LB1, LB2, LB26
B2.3	Almería	N-S	Almería, Aguadulde, Alhama de Almería, Enix, Loma de los Yegueros	725	L3, LB2, LB11
B3.1	Sierra Alhamilla	N-S	Huercal de Almería, Pechina, S. de Alhamilla, Viator	1.197	A2, L3, LB4, LB12
B3.2	Cuevas de los Úbedas	NE-SO	Campo de Níjar, Cuesta Cuevas de los Úbedas, Colorada, El Alquilaín, Emb. de Níjar, Níjar	1.115	LB4, LB12, LB13
B3.3	Cabo de Gata	NE-SO	Cabo de Gata, Carboneras, Cerro Colorado, Cerro de las Bichas, Cerro de las Yeguas, Morrón, S. Cabrera, S. del Cabo de Gata, S. de la Higuera, Rellana, Vela Blanca	480	LB4, LB13

Cont. Tabla 17

Bloque	Denominación	Eje principal	Localidades	Hmáx (m)	Alineamientos
B4	Mójacar	O-E	Campo de Tabernas, Cañada de Miralles, Cerro del Marqués, Karst de Yesos de Sorbas, La Adelia, Los Giles, Lucaimena de las Torres, Mojácar, Punta de Moraila, S. Cabrera, Sorbas	960	A2, LB4, LB5
B5	Garrucha	O-E	Alboluncas, Bédar, El Aguador, Garrucha, Lomas de Tenderas, Los Gallardos, Palomares, Sorbas, Turro, Urella del Campo	785	A2, LB5, LB6
B6	Vera	NO-SE	Cuevas de Almanzora, Emb. de Almanzora, Fuente del Pino, Palomares, S. Lisbona, Vera	615	A2, LB6, LB7
B7.1	Sierra de Almagro	NE-SO	El Saltador, Huercal-Overa, S. de Almagro	714	A2, LB7, LB22
B7.2	Pulpi	NE-SO	Emb. de Terrero, Pulpí, S. Almagrera, S. del Aguillón	470	LB22
B8.1	Abrucena	NO-SE	Abrucena, Loma del Elero, S. Nevada	2.517	
B8.2	Santillana	NO-SE	Bentrarique, Doña M <sup>a</sup> Ocaña, Instinción, Nacimiento	1.710	LB2, LB2, LB27
B9.1	San Pedro	N-S	El Aguadero, Fiñara, Loma de las Minillas	1.845	L3, LB14, LB15
B9.2	Las Tres Villas	N-S	Doña M <sup>a</sup> Ocaña, Escúlla, Las Tres Villas, Los Chipones	1.957	L3, LB3, LB15
B9.3	Cuerda de los Pollos	N-S	Alsodux, Alhama de Almería, Aulago, Cueva de los Pollos, Nacimiento, S. de los Filabres	1.999	L3, LB3, LB15
B10.1	Alcóntar	NE-SO	Alcóntar, Amarguilla, S. de Carrasco	2.085	LB3, LB8, LB15
B10.2	El Espolón	N-S	Calar Alto, Desierto de Tabernas, El Espolón, Olula de Castro, S. de Carrasco, S. de los Filabres	2.170	L3, LB8, LB16
B10.3	Castro de Filabres	N-S	Cerro M <sup>a</sup> Antonia, S. de Carrasco, S. de los Filabres, Velefique	1.932	A2, LB8, L6
B10.4	Senés	N-S	Campo de Tabernas, Los Nudos, Macael, Olúla del Río, S. Bermeja, Tahal,	1.008	A2, LB8, L6, LB18
B10.5	Albánchez	NE-SO	Albánchez, Benizalón, Ulella del Campo	1.300	A2, LB8, LB9, LB18
B11.1	Sierra de Lúcar	NE-SO	Cerrón de Baza, Doñana, Olúla del Río, Pozo del Loza, S. de Lúcar, Somontín, Tijola, Urrascal	1.770	LB8, LB19
B11.2	Partalia	NO-SE	Alto de la Pililla, El Marchal, Frues, La Cañada, Monte Zurrio, Olúla del Río, Oria, S. de las Estancias,	1.478	LB8, LB9, LB19, LB20
B11.3	Cuetas del Madrano	NO-SE	Cuesta del Madroño, El Cucador, Las Galearas, Limaria, Loma de los Camarota, Taberno	1.500	LB8, LB9, LB20, LB21
B11.4	Santa María de Nieva	NO-SE	Huercal-Overa, La Atalaya, Las Minas, S. del Saliente	1.000	A2, LB9, LB21
B12.1	Sierra de Periate	N-S	El Mojonar, S. de María, S. de Periate, S. de la Uluba del Campo, S. de los Calderones	2.040	LB9, LB10, LB23
B12.2	Cerro de Maimón	N-S	S. de María, S. de la Uluba del Campo	2.045	LB23, LB24
B12.3	Las Almohallas	NO-SE	Vélez Blanco	1.510	LB24,
B13.1	Sierra del Oso	O-E	Derde, S. del Oso	1.242	LB10, LB25
B13.2	Sierra Áspera	O-E	Cerro Gordo, Las Cobatillas, S. Áspera	1.465	LB25

**Tabla 17A**  
Descripción de los bloques de Jaén

Bloques	Denominación	Eje principal	Localidades	Hmáx (m)	Alineamientos
B1	Loma de las Pilas	N-S	Aljubillo, Cerro de las Verradas, Cerro de los Cuartillejos, Loma de las Pilas	1.290	A1, LB18, LB45
B2.1	Humilladero	N-S	Humilladero, Santuario de la Virgen	706	L6, LB18, LB44
B2.2	Cortijo de Fontanerejo	N-S	Cereceda, Embalse del Jándula	812	L6, LB44
B3.1	Loma del Gallo	N-S	Andújar, Loma del Gallo	646	L6
B3.2	Los Escoriales	N-S	Cerro del Moro, Embalse del Rumble-ro, La Condesa, Mosquilla	765	LB16, L6
B3.3	Sierra de los Calderones	N-S	Lomas del Contadero, Sierra de Am-borz, Sierra de los Calderones	986	LB16, L6, LB42
B4	Bailén	N-S	Bailén, Baños de la Encina, Guarro-mán	1.120	A2, LB15, LB16
B5.1	Linares	NE-SO	Jabalquinto, La Mesa, Linares	564	A1, LB14, LB15
B5.2	Carboneros	NE-SO	Carboneros, El Altico, La Carolina	1.068	LB14, LB15, LB40
B5.3	Despeñaperros	NE-SO	Despeñaperros, La Carolina, Raso Guinda	1.210	LB14, LB15, LB41
B6.1	Vilches	NE-SO	Alto del Infierno, Hortalanca, Vilches	965	LB13, LB14, LB39
B6.2	Cerro del Bachiller	NE-SO	Cerro Lobero, Descuernava	1.100	LB14, LB39
B7	Navas de San Juan	NE-SO	Castellar, Chiclana de Segura, Navas de San Juan	981	A1, LB13
B8	Baeza	NE-SO	Baeza, Begíjar, Ibros, Lupeno, Torres-blacopedro	808	A1, L2, LB46
B9	Úbeda	N-S	Úbeda, Torrespero, Sabiote	628	A2, L2, LB46, LB47
B10.1	Cerro de la Pinilla	NE-SO	Cerro de la Pinilla, Loma de Ubeda, Veracruz	834	A1, LB12, LB38, LB47
B10.2	Villacarrillo	N-S	Iznatorap, Villacarrillo, Villanueva del Arzobispo	1.036	A1, LB12, LB13A, LB37, LB38
B10.3	Beas de Segura	NO-SE	Albercones, Beas de Segura, Gutar	1.126	A1, LB12, LB13A, LB36, LB37
B10.4	Arroyo del Ojanco	E-O	Arroyo del Ojnaco, Beas de Segura, El Tamarel	1.088	A1, LB12, LB13A, LB36, LB48
B11.1	Génave	NO-SE	La Agracea, Génave, Oruña	1.064	A1, LB13A
B11.2	Villarodrigo	E-O	Sierra de Calderón, Villarodrigo	1.409	A1, LB13A
B12.1	Segura de la Sierra	NE-SO	Hornos, Segura de la Sierra, Sierra del Segura, Siles, Yelmo	1.808	LB12, LB13A, LB34
B12.2	Loma del Calar	NE-SO	Calar de Peña Rubia, Sierra de la Mora	1.600	LB12, LB34
B13	Santiago de la Espada	NE-SO	Santiago de la Espada, Sierra del Al-morchón		LB11, LB12, LB33
B14.1	Torcas de la Cueva Hu-mosa	NO-SE	El Cuballo, Las Canalejas, Torcas de la Cueva Humosa	1.993	LB9, LB11, LB13A
B14.2	Sierra de Castril	NO-SE	Bartolo, Sierra de Castril, Tala	1.914	LB32, LB39
B15	Sierra del Pozo	NE-SO	Cerros del Pozo, Nava de San Pedro, Peña Juana	1.855	L2, LB9, LB13A
B16.1	Roblehermoso	E-O	Cerro de Santa María, Sierra de las Cuatro Villas	1.791	L2, LB12, LB31
B16.2	Cañada del Moro	NO-SE	Cazorla, La Iruela	1.880	L2, LB12, LB30, LB31
B16.3	Quesada	NO-SE	Peal de Becerro, Quesada, Sierra de Quesada	1.406	L2, LB12, LB30
B17.1	Larva	NO-SE	Larva, Peña del Cambrón	1.193	L2, LB8, LB29
B17.2	Cerro de Media Fanega	NO-SE	Cerro de Media Fanega, Cherín	1.226	L2, LB8, LB29
B18.1	Las Altarillas	NE-SO	Este de Huelma, Sierra Santerga	1.433	LB7, LB8
B18.2	Cerro Cabeza Montosa	N-S	Ermita del Nicho. Las Altarillas	1.067	L2, LB7, LB8
B19.1	Jódar	NO-SE	Bedmar, Jódar	1.315	L2, LB7, LB28

Cont. Tabla 17A

Bloques	Denominación	Eje principal	Localidades	Hmáx (m)	Alineamientos
B19.2	Cerro Mágina	N-S	Albánchez de Mágina, Ermite y Torreón de Cuadros	2.164	L2, LB7, LB28
B19.3	Arbuniel	N-S	Bérmudez de la Moraleda, Huelma, Sierra Magina	1.394	LB7, LB26, LB36
B20.1	Galapagar	N-S	Cerro Peña, Madriguera	1.465	L2, LB5, LB6, LB27
B20.2	Pegalajar	NO-SE	Guardia de Jaén, Mancha Real, Pegalajar	1.494	LB5, LB6, LB26, LB27
B20.3	Carchelejo	N-S	Jaén, Morocho	1.653	LB5, LB6, LB26
B21	La Pedriza	E-O	Ermita Nueva, La Torrecilla	1.232	LB1
B22.1	Alcalá la Real	E-O	Frailles, Sierra de San Pedro	1.192	LB1, LB5, LB19
B22.2	Alcañete	E-O	Sierra de Aullo, Valdepeñas de Jaén	1.452	LB2, LB5, LB19, LB25
B22.3	Jabalacruz	E-O	Jabalacruz	618	LB2, LB5, LB24, LB25
B22.4	Torre del Campo	NE-SO	La Imova, Torre del Campo	646	LB2, LB5, LB22, LB23
B22.5	Fuente del Rey	NE-SO	Garciez	537	LB2, LB5, LB22, LB23
B22.6	Las Cumbres	NE-SO	Villanueva de la Reina	470	A2, LB2, LB5, LB22
B23	Bobadilla	E-O	Bobadilla	588	LB2, LB3
B24.1	Martos	NO-SE	Arjona, El Madroño, Martos, Valenzuela	1.008	LB2, LB3, LB4, LB20
B24.2	Villadonpardo	NO-SE	Puente de Villar, Torre del Camaino	480	LB2, LB4, LB20, LB21
B24.3	Arjona	NO-SE	Arjona, Arjonilla	510	A1, LB4, LB21

Tabla 18

Sectores de levantamiento de 2do. y 3er. orden en los bloques de Almería

Bloques	Cantidad
B1	2
B8.1	1
B8.2	1
B10.2	1
B12.1	1
B12.3	2
$\Sigma$	<b>8</b>

Tabla 18A

Sectores de levantamiento de 2do. y 3er orden en los bloques de Jaén

Bloques	Cantidad	Bloques	Cantidad
B1	3	B16.2	4
B2.1	2	B16.3	3
B2.2	1	B17.1	2
B3.2	5	B17.2	1
B3.3	3	B18.2	1
B4	2	B19.1	2
B5.3	5	B19.2	3
B6.2	3	B19.3	1
B7	2	B20.1	2
B11.1	3	B20.2	3
B11.2	4	B20.3	5
B12.1	5	B21	1
B12.2	6	B22.1	4
B13	4	B22.2	3
B14.1	3	B22.6	2
B14.2	3	B24.1	2
B15	3	B24.2	2
B16.1	3		
$\Sigma$	60		51
			(Total= 101)

**Tabla 19**  
Porcentaje de la actividad en los bloques por área de Almería y Jaén

Intensidad de levantamiento	Almería			Jaén		
	Muy activo	Activo	Débil	Muy activo	Activo	Débil
%	20	25	34	37	32	55

**Tabla 20**  
Diferencia de isobasitas en los mesobloques de JA [para distinguir la intensidad de los levantamientos (muy activo, activo y débil)]

Diferencia de isobasitas	Mesobloques	
	Septentrional (m)	Meridional (m)
2-3	10	10
4-5	50	20
<b>Clasificación</b>	<b>MA</b>	<b>A</b>

**Nota:** A= activo, MA= muy activo

**Tabla 21**  
Resumen de la comparación entre los cuatro territorios estudiados del macrobloque I

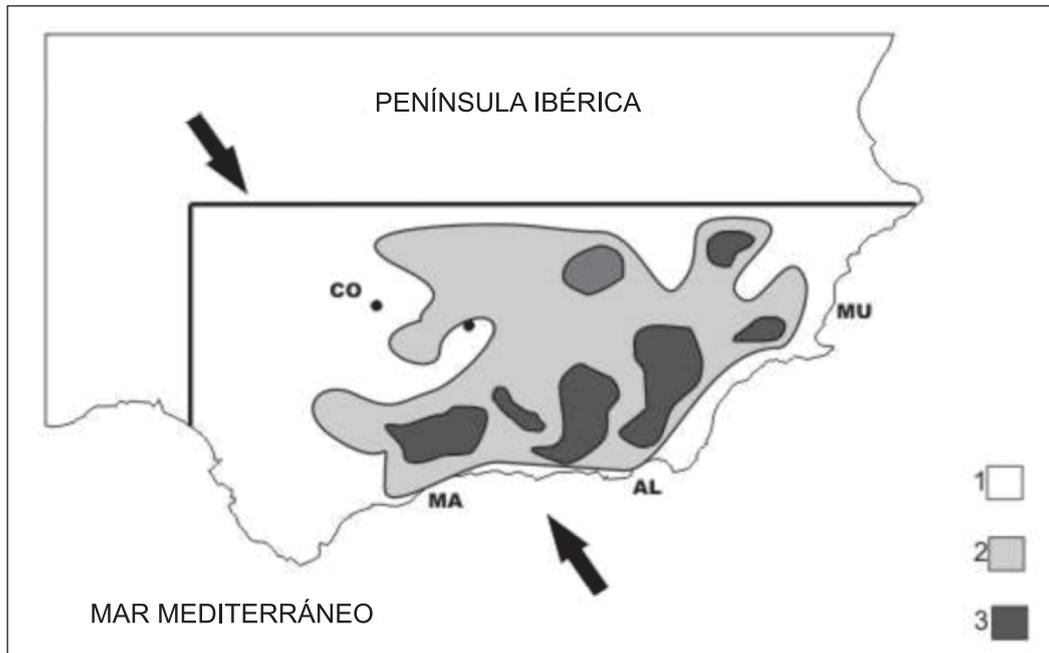
Nº	Parámetro	AL	CO	GR	JA
1	Alineaciones principales	26	28	46	57
2	Altitud máxima (m)	2.236	693	3.482	2.164
3	Amplitud máxima (movimientos neotectónicos 2º-3º) (m)	50	10	10	10
4	Anomalías fluviales	143	120	200	85
5	Área (km²)	8.774	13.769	10.132	13.489
6	Bloques	13	9	9	21
7	Cimas Planas	95	210	319	133
8A	Cimas puntiagudas	128	200	377	172
8B	Cuencas fluviales	13	6	5	3
9	Densidad fluvial (máx) (km/km²)	0,62	1,7	0,8	1,65
10	Dirección predominante del drenaje	N-S	NE-SO	E-O	E-O
11	Escarpes tectónicos	4	2	5	3
12	Fracturas (L > 2 km/ km²)	85	102	92	110
13	Nudos principales	13	9	9	24
14	Tipo de relieve	M	A	M	M
15	Valles fluviales "V"	95	658	247	133
16	Valles fluviales "U"	128	10	10	172

**Nota:** AL= Almería, CO= Córdoba, GR= Granada, JA= Jaén.

La figura 9 muestra la regionalización neotectónica obtenida a partir de los métodos geomorfológicos. En ella se indican tres niveles de la actividad vertical y se determina que la mayoría de los bloques de AL bascula N-S. También los bloques localizados al SE del alineamiento A2 basculan E-O, pero escalonadamente de N-S. Y para JA los bloques septentrionales basculan al S y los meridionales al N.

Hay una estrecha franja emergida, muy irregular, entre el mar y las elevaciones donde se encuentran playas de arena (de granos medio y grueso) (Figura 10A) y fragmentos de acantilados (Figura 10B). La plataforma litoral de Málaga-Cádiz es de unos 5 km de anchura y profundi-

dades máximas de 200 m. Otros elementos que permiten entender la actividad neotectónica de la costa andaluza están en las tablas 22 y 23. Hemos determinado los siguientes valores de la deformación del relieve superficial: Cádiz-Málaga= 1,53; Málaga-Motril= 1,32 y Adra-AL= 1,14. Estos datos se complementan con la tabla 24, que amplía la información por provincias para el segmento costero de Cádiz-AL. Y en la tabla 25 se exponen los valores obtenidos para la fracturación de los mesobloques al considerar las cantidades de microbloques y nanobloques en los territorios de AL, JA, GR, CO y Murcia. De ellos resaltan dos características: 1) la disminución de las fracturas hacia el interior de los mesobloques; 2) el mayor valor está en GR. Se destacan las tres categorías



**Figura 9.** Zonas neotectónicas de Almería Córdoba Granada y Jaén con métodos geomorfológicos. Aparecen: 1) zonas con movimientos relativos: 1= débil, 2= moderado, 3= fuerte; 2) localidades (AL= Almería, CO= Córdoba, GR= Granada, JA= Jaén); 3) flechas negras = convergencia de placas.



**Figura 10A.** Playa típica del sur de España.



Figura 10B. Acantilado en el sur de España.

**Tabla 22**  
 Datos por sectores longitudinales del segmento Cádiz-Almería

Nº	Segmento	Longitud (km)	Terrazas marinas	Ks	Orientación	Profundidad de terremotos (km)
1	Málaga-Motril	850	5	0,97	E-O	120
2	Motril-Adra	400	6	0,89	E-O	100
3	Adra-Almería	630	5	0,75	~E-O	100
4	Málaga-Tarifa	1.300	5	0,73	NE-SO	30
5	Tarifa-Cádiz	800	4	0,76	SE-NO	30

**Tabla 23**  
 Datos por sectores transversales del segmento Málaga-Almería

Nº	Parámetro	Málaga	Motril	Adra	Almería
1	IPEF	1,58	1,12	1,40	0,92
2	Iai	0,47	0,29	0,36	0,21
3	Iol	1,23	1,03	1,11	1,00
4	SL	2,30	1,55	1,71	1,15

**Nota:** IPEF= Intensidad potencial de la erosión fluvial; Iai= Índice de altitud/número de intersección de ríos; Iol= Índice de orientación/longitud de río; SL= Índice del gradiente de la corriente principal.

**Tabla 24**  
 Relaciones espaciales del segmento Cádiz-Almería

Nº	Parámetro	AL	GR	MA
1	Bloques	13	9	13
2	Distancia (km) entre los DPSO/DPTO	20	15	15
3	Fracturas ( $L > 2 \text{ km/km}^2$ )	85	92	90
4	Fracturas predominantes:			
4A	E-O	5	7	7
4B	NE	4	6	7
4C	NO	7	5	5
4D	N-S	4	7	7
5	Hmáx (m)	2.236	3.482	2.065
6	I (MSK)	9	8-9	9
7	DPSO/DPTO	0,60	0,64	0,58
8	Sismicidad	S	S	S
9	Profundidad de los terremotos (km)	20	120	120

**Nota:** DPSO= Divisoria Principal de Segundo Orden, DPTO= Divisoria Principal de Tercer Orden, S= si.

**Tabla 25**  
Razón de fracturas por cantidad de microbloques y nanobloques

Región	Microbloques/ Nanobloques
Almería	0,33
Córdoba	0,23
Granada	0,42
Jaén	0,23
Murcia	0,32

de las principales zonas de deformación determinadas, previamente, para GR y JA: 1ª categoría: a) con bruscas inflexiones del recorrido fluvial del Guadalquivir y dos de sus afluentes (Fardes y Zíjar) y del Segura; b) con el desplazamiento transversal de la DPPO; 2ª categoría: con los escarpes morfotectónicos; y 3ª categoría: con los agrupamientos de sectores anómalos fluviales. Ellas se indican en la figura 6.

La comparación de los dos pares de provincias CO-GR y AL-JA confirma fundamentalmente: 1) la jerarquía de la diferenciación morfotectónica en el segmento S de la PI; 2) la influencia diferencial en las direcciones lateral y longitudinal de la interacción de las placas de África y Eurasia. Así, de acuerdo con los datos obtenidos, se puede asegurar que estas zonas se corresponden con el campo de esfuerzos determinado por otros especialistas y

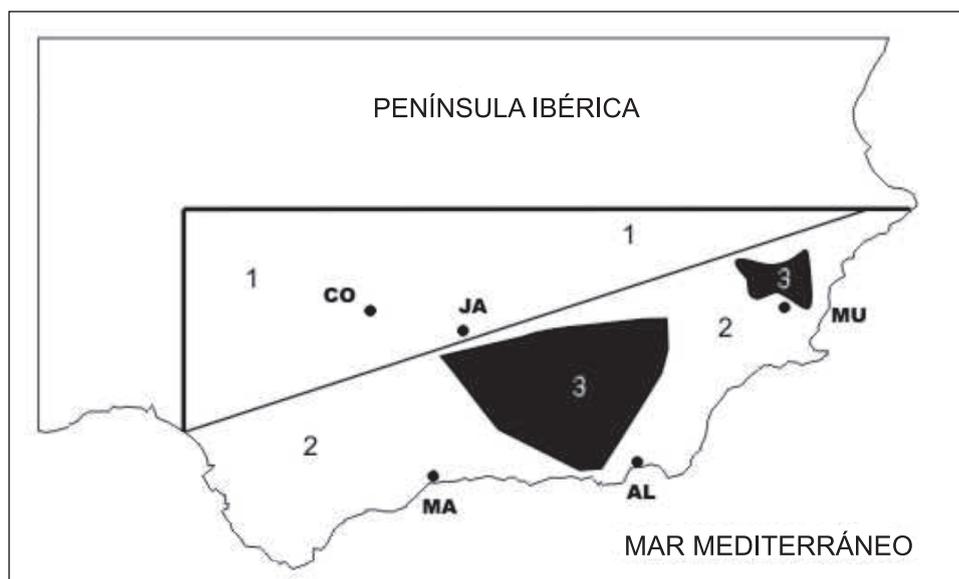
que se han mencionado anteriormente. Y en la figura 11 se representan las áreas sismoactivas de AL y JA.

Los terremotos principales de AL se relacionan con algunos alineamientos y nudos. Así, en las inmediaciones de la ciudad de AL hay 4 eventos espacialmente vinculados con el nudo ALN2 y el alineamiento L3. El nudo ALN5K y el alineamiento LB7 están en el entorno de los 3 eventos de Vera. El evento de Lúcar está en el nudo ALN5H y en relación con el alineamiento LB8. Y el alineamiento LB1 se enmarca con 3 eventos de Adra, Berja y Balerma.

En igual sentido se han determinado algunas relaciones para JA: 1) el nudo JAN2C y el alineamiento A1 se vinculan con los terremotos de Andújar; 2) el nudo JAN2A aparece en la zona del evento de Bailén; 3) los terremotos de Alcaudete y Alcalá la Real se asocian con los alineamientos LB2 y LB1, respectivamente, pero vinculados entre sí con el alineamiento LB19.

#### BREVE DISCUSIÓN FINAL Y CONCLUSIONES

En esta investigación se han presentado un total de 14 figuras y 35 tablas. Con ellas los autores demuestran que: 1) una investigación de tipo morfotectónica es amplia y compleja, y 2) los datos y resultados son diversos, únicos y responden al objetivo propuesto. Sobre esta base aseguramos que las provincias andaluzas de AL y JA están incluidas en una estructura morfotectónica jerarquizada, donde hay 5 mesobloques, 37 bloques, 96 microbloques,



**Figura 11.** Áreas sismoactivas de Almería y Jaén

1- localidades: AL- Almería, CO- Córdoba, GR- Granada, JA- Jaén, MA- Málaga, MU- Murcia; 2- zonas sísmicas- 1, 2, 3.

y 367 nanobloques. Ellas son activas y AL demuestra el nivel más alto.

Se aprecia en el relieve una marcada diferenciación en los sentidos transversal y longitudinal y donde se definen 81 alineamientos y 83 nudos. Y la comparación de AL y JA con territorios vecinos del S de la PI (CO, GR, Málaga y Murcia) permite distinguir no sólo la complejidad neotectónica sino la sismoactividad de las estructuras y su interrelación. Así, se confirman los resultados alcanzados por estos autores para las provincias de CO y GR, donde GR es más activa..

El perfil morfoestructónico E-O para el S de España muestra: A) la irregular variación hipsométrica del relieve emergido con sus elementos más importantes y característicos: 1) Sierra Alhamilla= 1.387 m (AL-Níjar); 2) Sierra de Gador= 2.236 m (AL-El Ejido-Dalías-Berja); 3) Sierra Nevada= 3.482 m (Motril-Adra); 4) Sierra Tejeda= 2.065 m (Nerja-Vélez-Málaga); B) el encajonamiento fluvial y su arreglo espacial ajustado al fallamiento regional; C) la existencia de importantes conjuntos de alineamientos E-O.

La proporción de fracturas (de 1 km y 5 km) entre los pares de provincias CO/GR y JA/AL es de 1,3 y 2,9 y 1,1 y 1,9, respectivamente. Esto permite asegurar que el mayor fracturamiento está en el sector AL-JA. También ha resultado interesante comprobar que los sectores anómalos de los ríos muestran los siguientes datos: CO/GR= 0,7 y JA/AL= 0,6. Así, los ríos principales reflejan una cierta homogeneidad neotectónica en la zona S-central de España. Sin embargo, a partir de las relaciones de bifurcación anómalas en la red fluvial para estas 4 provincias los valores son muy diferentes: CO/GR= 0,8 y JA/AL= 2,8. Esto se interpreta como una inversión de la actividad neotectónica, siendo mayor en GR, donde la actividad sísmica es la mayor.

La actividad sísmica en AL se concentra en la parte S y centro-occidental. Abarca un área de 1.900 km<sup>2</sup> e involucra a los alineamientos A2, L3, LB7 y LB8 y a 21 nudos (orden/cantidad: 2°/1, 3°/1, 4°/7, y 5°/12). En JA el área sismoactiva es de 800 km<sup>2</sup>, en la parte central y suroriental. En ella aparecen, principalmente, dos alineamientos, A1 y L2, y 20 nudos con órdenes de 2° a 5° (2°/1, 3°/4, 4°/2, y 5°/13).

El estudio del relieve para el segmento costero Cádiz-AL muestra su regularidad regional y las irregularidades típicas locales de una zona activa de colisión de placas.

Aquí se distinguen algunos importantes escarpes morfoestructónicos y zonas con anomalías fluviales relacionados con la etapa neotectónica. Concretamente, el tramo Málaga-Motril-Adra tiene la mayor actividad sísmica y también destaca por la profundidad de los eventos.

## AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de CC Físicas y en particular al Departamento de Física de la Tierra y Astrofísica 1 de la Universidad Complutense de Madrid por el uso de los recursos informáticos y bibliográficos. Este trabajo fue financiado en parte con los proyectos TOPOIBERIA (CONSOLIDER 52Q6016) y TSUJAL. Las figuras fueron preparadas por Amador García Sarduy. La Editorial de la Revista ha sido muy eficiente e indicado algunas imprecisiones para mejorar la exposición del trabajo.

## REFERENCIAS

- Alcalá-García F.J., Espinosa J., Navarro M. & Sánchez F.J. (2002): *Propuesta de división geológica de la localidad de Adra (Provincia de Almería). Aplicación a la zonación sísmica*. Rev.Soc.Geol. España, 15(1-2):55-66.
- Alekseevskaya M., Gabrielov A., Gelfand I., Gvishiani A. & Rantsman, E. (1977): *Formal morphostructural zoning in mountain territories*. J.Geophys., 43:227-233 (en inglés).
- Assinovskaya B.A. & Solovyev S.L. (1994): *Definition and description of the sources zone of potential earthquakes in the Barents Sea*. Physics of the Solid Earth, 29(8):664-675 (en inglés).
- Banda E., Gallart J., García-Dueñas V., Dañoibeitia J.J., & Markis J. (1993): *Lateral variation of the crust in the Iberian Peninsula: New evidence from the Betic Cordillera*. Tectonophysics, 221:53-66 (en inglés).
- Benavente Herrera J. & Vega de Pedro R. (1986): *Relaciones entre erosión fluvial y tectónica de fractura en un sector de las Alpujarras*. Mediterránea Ser.Geol., 5:135-146.
- Bhathia S.C., Chetty T.R.K, Filomonov M., Gorshkov A., Rantsman E. & Rao M.N. (1992): *Identification of potential areas for the occurrence of strong earthquakes in Himalayan Arc region*. Proc. Indian Acad.Sci. Earth Planet. Ser., 101(4):369-385 (en inglés).
- Braga J.C., Martín J.M., Betzler Ch. & Brackert T. (1996): *Miocene temperate carbonates in the Agua Amarga basin (Almería, SE Spain)*. Rev.Soc.Geol. España, 9(3-4):285-296 (en inglés).
- Bufoñ E., Bezzeghoud M., Udías A. & Pro C. (2004): *Seismic sources on the Iberia-African Plate Boundary and their*

- tectonic implications*. Pure appl. Geophys., 161:623-646 (en inglés).
- Bufo E., Coca P., Udías A. & Lasa C. (1997): *Source mechanism of intermediate and deep earthquake in southern Spain*. Journal of Seismology, 1:113-130 (en inglés).
- Bufo E., Sanz de Galdeano C. & Udías A. (1995): *Seismotectonics of the Ibero-Maghrebian region*. Tectonophysics, 248:247-261 (en inglés).
- Bufo E., Udías A. & Mezcuca J. (1988): *Seismicity and focal mechanisms in south Spain*. Bull. Seism. Soc. Amer., 78(6):2008-2024 (en inglés).
- Chigariov V.P. (1977): Aspectos teóricos y regionales del análisis morfoestructural. En: Editorial de la Universidad de Moscú (ed.) *Compendio de la Sociedad Moscovita de Experimentadores de la Naturaleza*, 12:85-95. (en ruso).
- Cisternas A., Godefroy P., Gvishiani A., Gorshkov A.I., Kosobokov V., Lambert M., Ranzman E., Sallantin J., Soldano H., Soloviev A. & Weber C. (1985): *A dual approach to recognition of earthquake prone areas in western Alps*. Annales Geophysicae, 3(2):249-270 (en inglés).
- Cisternas A., Serrano-Bermejo I., Zhao D.P. & Morales-Soto J. (2002): *3-D crustal structure of the extensional Granada basin in the convergent boundary between the Eurasian and African plates*. Tectonophysics, 344:61-79 (en inglés).
- Cotilla M.O. & Córdoba D. (en prensa): *Morphotectonic study of two regions in the Centre-South segment of Spain: Córdoba and Granada*. Geotectonics (en inglés).
- Cotilla M.O. & Córdoba D. (2010): *Análisis morfoestructónico de la isla de Puerto Rico, Caribe*. Revista Geofísica, 62:79-126.
- Cotilla M.O. & Córdoba D. (2009a): *Morphostructural analysis of Jamaica*. Geotectonics, 43(5):420-431 (en inglés).
- Cotilla M.O. & Córdoba D. (2009b): *Morfotectónica de Murcia, España*. Revista Geográfica, 146:77-110.
- Cotilla M.O. & Córdoba D. (2009c): *The Hispaniola fluvial system and its morphostructural context*. Physical Geography, 30(5):453-478 (en inglés).
- Cotilla M.O. & Córdoba D. (2007): *A morphotectonic study of the Central System, Iberian Peninsula*. Russian Geology and Geophysics, 48(4):378-387 (en inglés).
- Cotilla M.O. & Córdoba D. (2004a): *Morphotectonics of the Iberian Peninsula*. Pure appl. geophys., 42(4):589-602 (en inglés).
- Cotilla M.O. & Córdoba D. (2004b): *Present geomorphological characteristics of Alboran islet and surroundings, Spain: a diagnosis*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 27:3-19 (en inglés).
- Cotilla M.O. & Córdoba D. (2003): *Caracterización morfoestructónica de Galicia, España*. Revista Geofísica, 58:5-56.
- Cotilla M.O., Córdoba D. & Calzadilla M. (2007): *Morphotectonic study of Hispaniola*. Geotectonics, 41(5):368-391 (en inglés).
- Cotilla M.O., Córdoba D. & Dulcet F. (2012): *Morphotectonic study of two regions in the Centre-South segment of Spain: Córdoba and Granada*. Geotectonics (en inglés), en prensa.
- Cotilla M.O., Córdoba D. & Herraiz M. (2004): *Main morphotectonic characteristics of Asturias, Spain*. Geofísica Internacional, 44(1):65-101 (en inglés).
- Cotilla M.O., González E.C., Cañete C.C., Díaz J.L. & Carral R. (2003): *La red fluvial de Cuba y su interpretación morfoestructural*. Revista Geográfica, 134:47-74.
- Cotilla M.O., González E.C., Franzke H.J., Díaz J.L., Arteaga F. & Álvarez L. (1991): *Mapa neotectónico de Cuba, escala 1:1.000.000*. Comunicaciones Científicas sobre Geofísica y Astronomía, 22, 37 p.
- Dumistrashko N.V. & Lilienberg D.A. (1954): Utilización de los métodos geomorfológicos en las investigaciones sismotectónicas. En: Academia de Ciencias de la U.R.S.S. *Trudy Geofizika*, 25, 152 p., Moscú.. (En ruso.)
- Durán J.J., López Martínez J. & Vallejo M. (1998): Distribución, caracterización y síntesis del karst en Andalucía. En: Durán J.J. & López Martínez J. *Karst en Andalucía* Inst. Tecnológico y Geominero de España, 13-19 p.
- Espinar, M. (1994): Los estudios de sismicidad histórica en Andalucía: Los terremotos históricos de la provincia de Almería. En: I.E.A., Diputación de Almería *El estudio de los terremotos en Almería*. 114-180, 1994.
- Estévez A. & Sanz de Galdeano C. (1983): *Néotectonique du secteur central des Chaînes Bétiques (Bassins du Guadix-Baza et de Grenade)*. Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique, 24(1):23-34 (en francés).
- Fernández-Ibañez F., Pérez Peña J.V., Azañón J.M. & González-Lodeiro F. (2006): *Caracterización morfoestructural del borde occidental de la Sierra de Gador (Cordillera Bética)*. Geogaceta, 40:71-75.
- Galbis J. (1932): *Catálogo sísmico de la zona comprendida entre los meridianos 5E y 20W y los paralelos 45N y 25N*. I.G. y Catastral de España, Tomo 1, 807 p.
- Galindo-Zaldívar J., González-Lodeiro F. & Jabaloy A. (1995): *Estructura profunda del sector central de las Cordilleras Béticas*. Geogaceta, 17:124-127.
- Galindo-Zaldívar J., González-Lodeiro F. & Jabaloy A. (1993): *Stress and paleostress in the Betic-Rif cordilleras (Miocene to the present)*. Tectonophysics, 227:105-226 (en inglés).

- García Arribas R. (2002): *El peligro sísmico en Andalucía*. Inst. de Investigación, Desarrollo y Control de la Calidad en la Edificación, Málaga.
- García-Dueñas V., Banda E., Torné M., Córdoba D. & ES-CI-Béticas Working Group (1994): *A deep seismic reflection survey across the Betic Chain (Southern Spain): First results*. Tectonophysics, 232:77-89 (en inglés).
- García-Meléndez E., Ferrer-Julíá M., Goy J.L. & Zazo C. (2002): *Reconstrucción morfoestructural mediante modelos de elevación digital en un SIG del fondo de la cuenca sedimentaria de la Cubeta del Saltador (Cordilleras Béticas Orientales)*. Geogaceta, 32:203-206.
- Gatinsky Yu.G. & Rundquist D.V. (2004): *Geodynamics of Eurasia: Plate tectonics and block tectonics*. Geotectonics, 38(1):1-16 (en inglés).
- Giménez J. (2001): *Cuantificación de las deformaciones recientes en el este de la Península Ibérica mediante la comparación de los datos de nivelación de precisión*. Acta Geológica Hispánica, 36(1-2):21-51.
- González E.C., Cotilla M.O., Cañete C.C., Díaz J.L., Carral R. & Arteaga F. (2003): *Estudio morfoestructural de Cuba*. Geogr.Fis.Dinam.Quat., 26(1):49-70.
- Gorshkov A.I., Kuznetsov I.V., Panza G.F. & Soloviev A.A. (2000): *Identification of future earthquake sources in the Carpatho-Balkan orogenic belt using morphostructural criteria*. Pure appl.Geophys., 157:79-95 (en inglés).
- Goy J.L. & Zazo C. (1986): *Síntesis of the Quaternary in the Almería littoral neotectonic activity and its morphologic features Western Betics, Spain*. Tectonophysics, 130:259-270 (en inglés).
- Goy J.L. & Zazo C. (1980): *Niveles marinos cuaternarios y su relación con la neotectónica en el litoral de Almería (España)*. Bol.R.Soc. Española Hist.Nat. (Geol.), 80:171-184.
- Gracia E., Pallas R., Soto J.I., Comas M., Moreno X., Masana E., Santanach P., Diez S., García M. & Dañobeitia J. (2006): *Active faulting offshore SE Spain (Alboran Sea): Implications for earthquake hazard assessment in the Southern Iberian Margin*. Earth Planetary Science Letters, 241:734-749 (en inglés).
- Gurría E. & Mezcuá J. (2000): *Seismic tomography of the crust and the lithospheric mantle in the Betic Cordillera and Alboran Sea*. Tectonophysics, 329:99-119 (en inglés).
- Gvishiani A., Gorshkov A., Kosobokov V., Cisternas A., Philip H. & Weber C. (1987): *Identification of seismically dangerous zones in the Pyrenees*. Annales Geophysicae, 87(06B): 681-690 (en inglés).
- Hernández J.R., Lilienberg D.A. & González R. (1990): *Principales nudos morfoestructurales sismoactivos de Cuba Surental*. Academia de Ciencias de Cuba. Revista Ciencias de la Tierra y del Espacio, 17:67-77.
- Herraiz M., De Vicente G., Lindo R., Giner J., Simón J.L., Gómez-Casado J.M., Vadillo O., Rodríguez-Pascuas M., Cincudez J.I., Casas A., Cabañas L., Rincon P., Cortés M., Ramírez M. & Lucini M. (2000): *The recent (Upper Miocene to Quaternary) and present tectonic stress distribution in the Iberian Peninsula*. Tectonics, 19(4):762-786 (en inglés).
- IAG (eds.) (2002): <http://www.ugr.es/~iag/tensor>.
- IGME (1983)
- Imaeva L.P., Imaev V.S., & Koz'min B.M. (2011): *Seismotectonic analysis of the Yana-Indigirka segment of the Chersky Zone*. Izvestiya Physics of the Solid Earth, 47(12):1.045 (en inglés).
- Instituto Geográfico Nacional [IGN] (2000): *Catálogo sísmico nacional*. Madrid, 20 p.
- Instituto Geográfico Nacional [IGN] (1999): *Catálogo sísmico nacional*. Madrid, 21 p.
- Instituto Geográfico Nacional [IGN] (1996): *Catálogo sísmico nacional, año 1996*. Madrid.
- Instituto Geográfico Nacional [IGN](1992): *Análisis sismotectónico de la Península Ibérica, Baleares y Canarias, escala 1:1.000.000*. Publicación técnica, 26, Madrid.
- Instituto Geográfico Nacional [IGN] (1991): *Peligrosidad sísmica en España*. 10 p. Madrid.
- Instituto Geográfico Nacional [IGN] (1982): *Catálogo general de isosistas de la Península Ibérica*. Madrid, Pub.Téc., 202, 261 mapas, 62 p.
- Instituto Geográfico Nacional [IGN] (1980): *Boletín de sismos próximos (zona de 35°N a 44°N y de 10°W a 5°E)*. Sección de Sismología e Ingeniería Sísmica, 167 p. Madrid.
- Instituto Geográfico Nacional [IGN] (1979): *Boletín de sismos próximos (zona de 35°N a 44°N y de 10°W a 5°E)*. Sección de Sismología e Ingeniería Sísmica, 111 p. Madrid.
- Instituto Geográfico y Catastral [IGC] (1966): *Boletín de sismos próximos. Laboratorio Central de Sismología. Sección 1ª (Geodesia y Geofísica)*. Servicio de Sismología, 91 p.
- Instituto Geográfico y Catastral [IGC] (1962): *Boletín de sismos próximos. Laboratorio Central de Sismología. Sección 1ª (Geodesia y Geofísica)*. Servicio de Sismología, 85 p.
- Jabaloy-Sánchez A., Fernández-Fernández E.M. & González-Lodeiro F. (2007): *A cross section of the eastern Betic Cordillera (SE Spain) according field data and a seismic reflection profile*. Tectonophysics, 433:97-126 (en inglés).

- Jiménez M.J., García-Fernández M. & GSHAP Ibero-Maghreb Working Group, 1999. *Seismic hazard assessment of Ibero-Maghreb region*. Annali di Geofisica, 42(6), 1057-1065 (en inglés).
- Keller J.V.A., Hall S.H., Dart C.J. & McClay K.R. (1995): *The geometry and evolution of a transpressional strike-slip system: the Carboneras fault, Se Spain*. Jour. of the Geological Society, 152:339-351 (en Inglés).
- Leblanc D. & Olivier Ph. (1984): *Role of strike-slip in the Betic-Rifian orogeny*. Tectonophysics, 101:345-355 (en inglés).
- Lonergan L. & White N. (1997): *Origin of the Betic-Rif mountain belt*. Tectonics, 16(3):504-522 (en inglés).
- López Casado C., Estevez A., Pina J.A. & Sanz de Galdeano C. (1987): *Alineaciones sismotectónicas en el sureste de España. Ensayo de delimitaciones de fuentes sísmicas*. Mediterránea Ser. Estudios Geológicos, 6:5-38.
- López Casado C., Sanz de Galdeano C., Delgado J. & Peinado M.A. (1995): *The b parameter in the Betic Cordillera, Rif and nearby sectors. Relations with the tectonics of the region*. Tectonophysics, 248:277-292 (en inglés).
- López Limia B. & López Bermúdez F. (1998): *Morfología kárstica del sector oriental del Prebético andaluz*. En: Durán J.J. & López Martínez J. (ed.) *Karst en Andalucía*, Instituto Tecnológico Geominero de España, 145-152 pp.
- López Limia B. & López Bermúdez F. (1985): *Tipos de lapiaz en un karst mediterráneo de montaña (Sierra de Segura, Jaén)*. Papeles de Geografía (Física), 10:21-32.
- Luque L., Lario J., Zazo C., Goy J.L., Dabrio C.J. & Silva P.G. (2001): *Tsunami deposits as paleoseismic indicators: examples from the Spanish coast*. Acta Geológica Hispánica, 36(3-4):197-211 (en inglés).
- Macpherson J. (1885): *Los terremotos de Andalucía*. Conferencia leída en el Ateneo de Madrid en febrero de 1885. Madrid, Imprenta de Fortanet, 23 p.
- Marín-Lechado C., Galindo-Zañdivar J., Rodríguez-Fernández L.R. & Pedrera A. (2005): *Estructura del Campo de Dalías a partir de datos gravimétricos y sísmicos*. Geogaceta, 37:3-6.
- Marín-Lechado C., Galindo-Zañdivar J., Rodríguez-Fernández L.R., Serrano I. & Pedrera A., 2005. *Active faults, seismicity and stress in an internal boundary of a tectonic arc (Campo de Dalías and Níjar, southern Betic Cordilleras, Spain)*. Tectonophysics, 396:81-96 (en inglés).
- Martín A.J. (1984): *Riesgo Sísmico en la Península Ibérica*. (Tesis doctoral). Instituto Geográfico Nacional, 2 tomos, Madrid..
- Martín-Rojas I., Díaz-Hernández J.E., Martín M. & Juliá R. (2000): *Riesgo sísmico en la Depresión de Guadix-Baza (SE España)*. Geogaceta, 28:17-100.
- Martínez-Díaz J.J. (2000a): *Análisis sismotectónico de la serie sísmica de Adra: Mecanismos de terremotos compuestos como respuesta a la interacción entre fallas activas en el sureste de la Cordillera Bética*. Rev.Soc.Geol. España, 13(1):31-44.
- Martínez-Díaz J.J. (2000b): *Actividad neotectónica en el sureste de Almería y su incidencia en la morfoestructura de la zona (Cordilleras Béticas)*. Rev.Soc.Geol. España, 13(3-4):417-429.
- Martínez-Díaz J.J. & Hernández-Enrile J.L. (1996): *Implicaciones neotectónicas de la serie sísmica de Adra (1993-1994): Ejemplo de un terremoto compuesto*. Geogaceta, 20(4):834-837.
- Martínez-Solares J.M. & Pascual Santamaría G. (1996): *Efectos de los terremotos de Almería de 1993-1994*. Avances en Geofísica y Geodesia, 1(1):85-90.
- Mezcua J. (1985): *Esquema sismotectónico del sureste de España*. En: Universidad Complutense de Madrid *Mecanismos de los terremotos y tectónica.*, 1985, 225-232.
- Mezcua J. & Martínez-Solares J.M. (1983): *Sismicidad del área Ibero-Mogrebí*. Instituto Geográfico Nacional, Publicación, 203, 99 p.
- Mezcua J. & Rueda J. (2006): *Sismicidad, sismotectónica y evolución geodinámica de la Península Ibérica*. Física de la Tierra, 18:137-155.
- Mezcua J. y Rueda J. (1997): *Seismological evidence for a delamination process in the lithosphere under Alboran Sea*. *Geophys.J.Int.*, 129:F1-F8 (en inglés).
- Mezcua J., Rueda J. & García Blanco R.M. (2004): *Reevaluation of historic earthquakes in Spain*. Seismol.Res.Lett., 75:75-81 (en inglés).
- Mezcua J., Rueda J. & Martínez-Solares J.M. (1991): *Seismicity of the Ibero-Maghrebian region*. Editores: J. Mezcua y A. Udías, Instituto Geográfico Nacional de España, Monografía, 8:17-28, 1991 (en inglés).
- Morales J., Benito B. & Luján M. (2003). *Expected ground motion in the south-east Spain due to an earthquake in the epicentral area of the 1910 Adra earthquake*. Journal of Seismology, 7:175-192 (en inglés).
- Morales J., Serrano I., Jabaloy A., Galindo-Zaldívar J., Zhao D., Torcal F., Vidal F. & González-Lodeiro F. (1999): *Active continental subduction beneath the Betic Cordillera and the Alborán Sea*. Geology, 27:735-738 (en inglés).

- Morales J., Serrano I., Vidal F. & Torcal F. (1997): *The depth of the earthquake activity in the Central Betics (Southern Spain)*. Geophys.Res.Lett., 24:3289-3292 (en inglés).
- Muñoz D. & Udías A. (1980): Estudio de los parámetros y serie de réplicas del terremoto de Andalucía del 25 de diciembre de 1884 y de la sismicidad de la región de Granada-Málaga. En: I.G.N. *El terremoto de Andalucía de 1884*. 95-139 pp.
- Negredo A., Bird P., Sanz de Galdeano C. & Buforn E. (2002): *Notectonic modeling of the Ibero-Maghrbian region*. Jour. Geoph.Res., 107:10,1-10,14 (en inglés).
- Ovejero G. & Zazo G. (1971): *Niveles marinos pleistocénicos en Almería (SE España)*. Cuaternaria, 15:141-158.
- Peláez Montilla J.A. & López Casado C. (1995): *Sismicidad y peligrosidad sísmica en la provincia de Jaén*. Boletín de Estudios Giennenses, 155:187-214.
- Peña J.A., Vidal F., Posadas A.M., Morales J., Alguacil G., De Miguel F., Ibáñez J.M., Romacho M.D. & López-Linares A. (1993): *Space clustering properties of the Betic-Alboran earthquakes in the period 1962-1989*. Tectonophysics, 221:125-134 (en inglés).
- Rantsman E.Ya. (1979): *Sites of earthquakes and morphostructures of mountain countries*. Editorial Nauka, Moscow, 171 p. (En inglés.)
- Reicherter K.R. & Hübscher Ch. (2007): *Evidence for a sea-floor rupture of the Carbonera fault zone (southern Spain): Relation to the 1522 Almería earthquake?* Journal of Seismology, 11:15-26 (en inglés).
- Reicherter K.R. & Peters G. (2005): *Neotectonic evolution of the Central Betic Cordilleras (Southern Spain)*. Tectonophysics, 405:191-212 (en inglés).
- Rey J. (1996): *Tectónica distensiva jurásica en el Subbético Externo Oriental (Sureste de España)*. Geogaceta, 7:1683-1686.
- Rey Pastor A. (1956): *Mapa sismotectónico de la Península Ibérica, escala 1:2.000.000*. Instituto Geográfico y Catastral.
- Rey Pastor A. (1951). *Estudio sismotectónico de la región de sureste de España*. Instituto Geográfico y Catastral.
- Rincón P.J., Giner J., Vegas R. & De Vicente G. (1996): *Sismicidad en el antepaís de las Cordilleras Béticas orientales: Determinación del tensor de esfuerzos actual*. Geogaceta, 20(4):932-935.
- Rincón P.J. & Vegas R. (1996): *Tectónica del antepaís castellano de las Cordilleras Béticas orientales*. Geogaceta, 20(4):929-931.
- Rodríguez-Pascua M.A. & De Vicente G. (2001): *Estudio de esfuerzos actual en la Cordillera Bética Oriental*. Bol.Geol. y Min., 112(4):79-95.
- Rodríguez-Pascua M.A., De Vicente G. & Calvo J.P. (2000): *Similitudes entre la actividad sísmica actual y la paleosismicidad durante el Mioceno Superior en las zonas externas de las Cordilleras Béticas: Restricciones a partir del parámetro "b"*. Rev.Soc.Geol. España, 13(3-4):505-518.
- Romacho Romero M<sup>a</sup> D. (1999): *Actividad sísmica en el sureste de la Península Ibérica: Movimientos sísmicos en la provincia de Jaén*. Nimbus, 4:153-172.
- Romacho Romero M<sup>a</sup> D., García-García J.M., Navarro Bernal M. & Vidal Sánchez F. (1994): Estudio preliminar de la sismicidad reciente de Almería. En: Posadas Chinchilla & Vidal Sánchez F. (ed.) *El estudio de los terremotos de Almería*. 235-260.
- Ruano P., Galindo-Zaldívar J. & Jabaloy A. (2004): *Recent tectonic structures in a transect of the Central Betic Cordillera*. Pure appl.geophys., 161:541-563 (en inglés).
- Rueda J., Mezcuca J. & Buforn E. (1992): *Estudio del terremoto de Almería de 13 de septiembre de 1984 y su serie de réplicas*. Revista de Geofísica, 48:87-95.
- Rueda J., Mezcuca J. & Sánchez Ramos M. (1996): *La serie sísmica de Adra (Almería) de 1993-1994 y sus principales consecuencias sismotectónicas*. Avances en Geofísica y Geodesia, 1(1):91-98.
- Sanz de Galdeano C. (1983): *Los accidentes y fracturas principales de las Cordilleras Béticas*. Estudios Geológicos, 39:157-165.
- Sanz de Galdeano C. & López Casado C. (1988): *Fuentes sísmicas en el ámbito bético-rifeño*. Revista de Geofísica, 44:175-198.
- Sanz de Galdeano C., López Casado C., Delgado J. & Peinado M.A. (1995): *Shallow seismicity and active faults in the Betic Cordillera. A preliminary approach to seismic sources associated with specific faults*. Tectonophysics, 248:293-302 (en inglés).
- Sanz de Galdeano C., Rodríguez-Fernández J. & López-Garrido C. (1985). *A strike-slip fault corridor within the Alpujarra Mountains (Betic Cordilleras, Spain)*. Geologische Rundschau, 74(3):641-655 (en inglés).
- Schenckova Z., Schenck V., Pospissil C. & Kottnauer P. (1995): *Seismogeological pattern of transition area between the eastern Alps and the western Carpathians*. Tectonophysics, 248:235-245 (en inglés).
- Sherman S.I. & San'kov V.A. (2010): *Faulting and seismicity. Discussion of topical interdisciplinary issues-synopsis*. Izvestiya Physics of the Solid Earth, 46(4):364-366 (en inglés).
- Socías I., Mezcuca J., Lynam J. & Del Potro R. (1991): *Interpretation of an aeromagnetic survey of the Spanish mainland*. Earth and Planetary Science Letters, 105:55-64 (en inglés).

- Spotilla J.A. & Andersen K.B. (2004): *Fault interaction at the junction of the transverse ranges and eastern California shear zone: a case study of the intersecting faults*. Tectonophysics, 379:43-60 (en inglés).
- Suriñach E. & Vegas E. (1993): *Estructura general de la corteza en una transversal del Mar de Alborán a partir de los datos de sísmica de refracción-reflexión de gran ángulo*. Geogaceta, 14:126-128.
- Terán M. de, Solé Sabaris L. & Vilá J. (1994): *Geografía General de España*. Editorial Ariel Geografía, Barcelona, 409 p.
- Torné M. & Banda E. (1992): *Cristal thinnig from the Betic Cordillera to the Alboran Sea*. Geo-Marine Letters, 12:76-81 (en inglés).
- Udías A. & Buforn E. (1992): *Sismicidad y sismotectónica de las Béticas*. Física de la Tierra, 4:109-123.
- Udías A. & Buforn E. (1991): *Regional stress along Eurasia-Africa plate boundary derived from focal mechanisms of large earthquakes*. Pure appl.Geophys., 136:433-448 (en inglés).
- Vegas, R. (1992): *Sobre el tipo de deformación distribuida en el contacto entre África y la Península Ibérica*. Física de la Tierra, 4:41-56.
- Verzhbitskii E.V., Kononov M.V., Byakov A.F., & Grinberg O.V. (2010): *Specific features of the genesis of the Azores-Gibraltar fault zone (North Atlantic)*. Physics of the Solid Earth, 46(10):872 (en inglés).
- Vicent B. (1974): *Les tremblements de terre dans la province d'Almería (XVe-XIXe siècle)*. Annales E.S.C., 571-586 (en francés).
- Weijermars R. (1987): *The Palomares brittle-ductile shear zone of southern Spain*. Journal of Structural Geology, 9(2):139-157 (en inglés).
- Zhidkov M.P., Rotvain I.M. & Sadowskiy A.M. (1975): *Forecast of the more probable sites occurrence of strongest earthquakes, IV*. Papers of Seismology, 8:53-70 (en ruso).