RAFAEL CARVAJAL • CARLOS SANZ DE GALDEANO

FALLAS ACTIVAS

Y NEOTECTÓNICAS DE GRANADA Y SECTORES PRÓXIMOS



LAS FALLAS ACTIVAS Y NEOTECTÓNICAS DE GRANADA Y SECTORES PRÓXIMOS

Rafael Carvajal
Carlos Sanz de Galdeano

LAS FALLAS ACTIVAS Y NEOTECTÓNICAS DE GRANADA Y SECTORES PRÓXIMOS

GRANADA
2026

© LOS AUTORES
© UNIVERSIDAD DE GRANADA

ISBN(e): 978-84-338-7728-4

Edita: Editorial Universidad de Granada
Campus Universitario de Cartuja. Granada
Telfs.: 958 24 39 30 - 958 24 62 20 • editorial.ugr.es

Maquetación: CMD. Granada
Diseño de cubierta: Taller de Diseño Gráfico. Granada

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 11
TABLA CRONOESTRATIGRÁFICA. 20
SITUACIÓN GEOLÓGICA 21
PRINCIPALES RASGOS DE LA EVOLUCIÓN GEOLÓGICA DE LA CORDILLERA BÉTICA 26
ANTECEDENTES SOBRE LA NEOTECTÓNICA Y TECTÓNICA ACTIVA DEL ÁREA ESTUDIADA (PARTE ORIENTAL DE LA CUENCA DE GRANADA) 29

LA CUENCA DE GRANADA 29
ALGUNOS DATOS DE LA SISMICIDAD EN LA CUENCA DE GRANADA 34

DESCRIPCIÓN DE LAS FALLAS ACTIVAS Y NEOTECTÓNICAS EN LA REGIÓN DE GRANADA 37

Sector de Sierra Elvira 41
LAS FALLAS ACTIVAS DE SIERRA ELVIRA. 45
Falla de Pinos Puente 47
Falla del Tajo Colorado 49
Falla de Atarfe - Los Tres Juanes 53

Sector de Alfacar 57
PRINCIPALES RASGOS TECTÓNICOS DEL SECTOR FORMADOS ANTES DEL MIOCENO SUPERIOR 62
DEFORMACIONES NEOTECTÓNICAS Y DE TECTÓNICA ACTIVA 63
Falla de Alfacar 64
Falla de la Cantera 71
OTROS RASGOS DE ESTE SECTOR Y ALGUNOS DATOS SOBRE SISMICIDAD 72

Sector de Granada 75
ESTRATIGRAFÍA 78
LAS FALLAS DEL SECTOR DE GRANADA 79
Falla de Puerto Lobo 79
Falla del Fargue-Jun 80
Falla de Granada 82
_Segmento de la Alhambra
_Segmento del Serrallo
Falla de Haza Grande 85
Falla de las Gabias 86

Sector de Beas y Quéntar 91
DATOS ESTRATIGRÁFICOS GENERALES 94
Complejo Alpujárride 94
Posibles materiales del complejo Maláguide 94
Materiales del Mioceno y más recientes 95
NEOTECTÓNICA 96
Falla de Huétor Santillán – Beas 96
Falla de Quéntar 97
Falla de Hazas Negras 98
PLIEGUES OBSERVADOS EXISTENTES EN MATERIALES NEÓGENOS Y CUATERNARIOS 100
Pliegues del sur de Huétor Santillán 100
Pliegues entre Beas y Quéntar 100

Sector de Güéjar Sierra – El Purche 103
DATOS ESTRATIGRÁFICOS Y TECTÓNICOS GENERALES . . 106
Complejo Alpujárride 106
Materiales neógenos y cuaternarios 106
Datos de la estructura del sector 108
FALLAS DEL SECTOR DE GÜÉJAR SIERRA – EL PURCHE . 108
Falla de Canales 108
Fallas del Purche 112

Sector de Monachil – Boca de la Pescá 113
DATOS ESTRATIGRÁFICOS Y TECTÓNICOS GENERALES 116
FALLAS DE ESTE SECTOR 117
Falla de la Miguita 117
Falla de Cahorros-Huenes 118
Fallas de la Espartera – Boca de la Pescá 120
Relación entre las fallas aquí comentadas y otros rasgos de inestabilidad 121

Sector de Dílar 127
PRINCIPALES RASGOS ESTRATIGRÁFICOS Y TECTÓNICOS 129
LAS FALLAS DE ESTE SECTOR 130
Falla de Dílar 130
Falla del Puntal 132

Sector de Padul – Dúrcal – Nigüelas 135
PRINCIPALES DATOS ESTRATIGRÁFICOS Y TECTÓNICOS. . 138
LA ESTRUCTURA ACTUAL Y LAS FALLAS NEOTECTÓNICAS Y ACTIVAS DEL SECTOR 139
Las fallas de Padul–Dúrcal–Nigüelas 140
Falla del río Torrente 147
Falla de Béznar 147
Falla de Tablate 148
Relación entre las fallas aquí comentadas y conexión con otros sectores 150

RECAPITULACIÓN 151

TABLA DE LAS FALLAS ACTIVAS Y NEOTECTÓNICAS DESCRITAS EN EL TEXTO 155

GLOSARIO 163

REFERENCIAS 169

INTRODUCCIÓN

En este libro se quieren mostrar las fallas activas y neotectónicas que se observan en Granada y en sus proximidades.

Se trata de un área (Figs. 1-1 y 1-2) que abarca desde el norte de Granada, hasta Sierra Elvira y la localidad de Calicasas, continúa por el este hasta Sierra Arana, en su borde occidental, y sigue hacia el sur por las localidades de Huétor Santillán, Beas de Granada, Quéntar y Güéjar-Sierra. Desde allí alcanza el borde occidental de Sierra Nevada, penetrando hasta el sector de El Purche, y sigue al sur bordeando al "cerro" Huenes (así se llama a un monte de algo más de 1800 m de altura) y continúa por la localidad de Dílar para pasar por la Sierra del Manar (situada al norte de las localidades de Padul, Dúrcal y Nigüelas). Desde allí se acerca a la localidad de

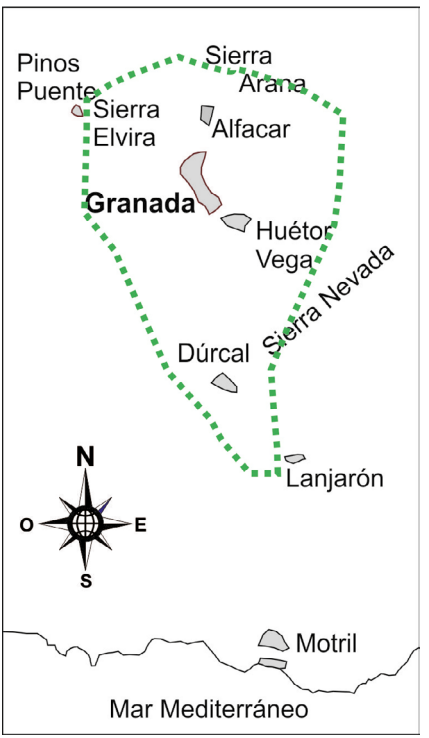

Fig. 1-1. Situación general del área estudiada. Su posición corresponde al sector incluido en la línea verde a trazos.

Lanjarón (sin alcanzarla), hasta llegar al barranco de Tablate donde se inicia una larga depresión de dirección E-O que se extiende por el sur de Sierra Nevada (el corredor de las Alpujarras). Este es el límite oriental, pero por el oeste los límites de esta área estudiada son menos definidos pues hay en este lado un menor número de fallas identificables.

Esta área se sitúa en la parte oriental de la cuenca de Granada y en parte de las montañas que allí la limitan. Esta cuenca comenzó a individualizarse hace unos 11-10 millones de años. Esa edad —millones de años— seguro que a un no geólogo le parece muchísimo tiempo y tiene razón, pero si se considera desde el punto de vista de la evolución de la Tierra, desde que tuvo una cierta corteza, hace unos 4.600 a 4.500 millones de años, pues resulta que el proceso de la individualización de la cuenca de Granada comenzó hace un "momento". Por tanto, rasgos geológicos de hace 11-10 millones de años son muy recientes.

El libro pretende cubrir un doble aspecto. Por un lado quiere mostrar el conjunto de fallas que existen en el área en estudio, algo que en realidad ya se ha hecho anteriormente, pero ahora se aporta una explicación más clara de cada una de las fallas existentes, indicando su dinámica y control geológico con un cierto rigor científico y, por otro lado quiere que sirva como guía de campo a aquellas personas que sin ser geólogas deseen poder ver en el campo esas fallas que se citan y que para muchos son algo abstracto que casi no tiene realidad física.

De vez en cuando, Granada y su entorno sufren sacudidas por terremotos. Por fortuna la gran mayoría son de escasa magnitud/intensidad y sus daños materiales y personales suelen ser relativamente limitados. Pero no se puede descartar que se produzcan otros más importantes, ante los que debemos estar preparados. Esta preparación se consigue muy especialmente construyendo mejor que bien, muy bien. Con eso casi todo el problema estará resuelto. Aun así, siempre nos va a quedar un cierto riesgo. Pero su estudio no es el objetivo de la presente obra.

* * *

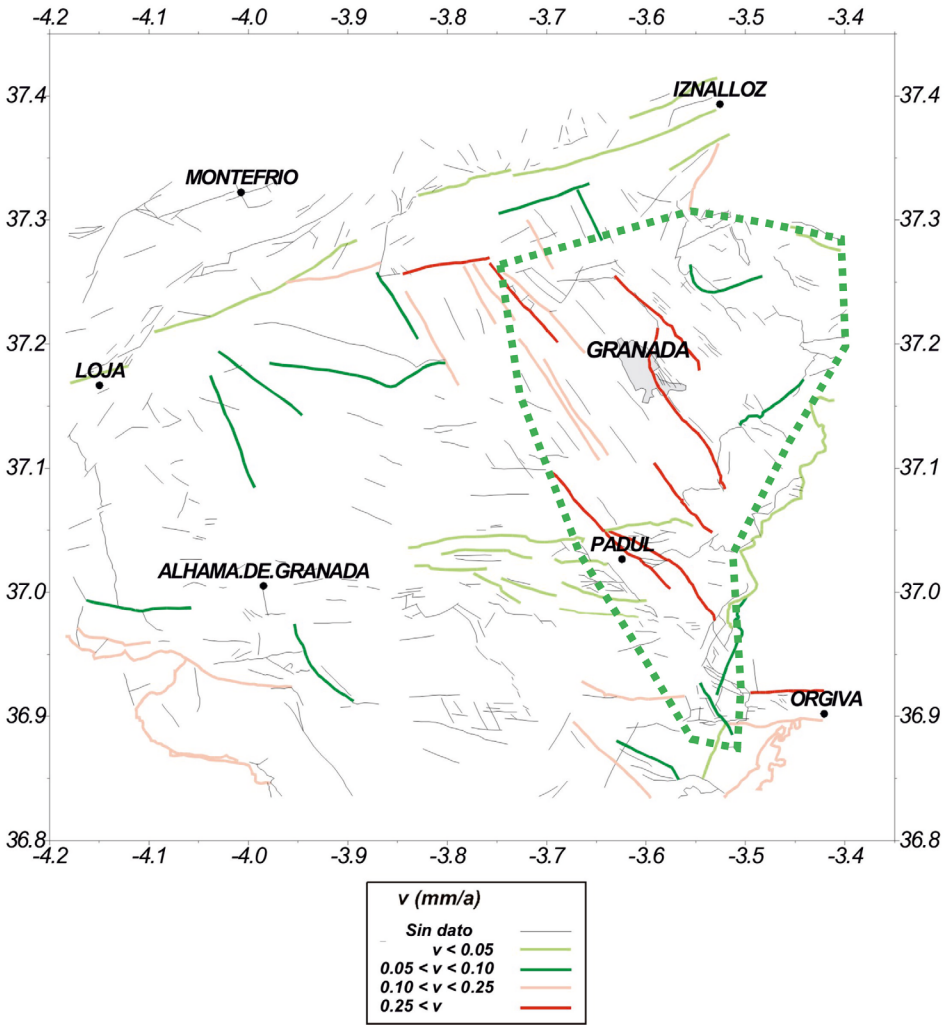

Fig. 1-2. Esquema simplificado de las principales fallas de la cuenca de Granada. Las fallas en rojo son las que presentan mayor velocidad de desplazamiento por año. Tomado de Peláez *et al.* (2001).

En atención a las personas que no son geólogas se indica el significado de algunos de los términos utilizados (los geólogos pueden saltarse los siguientes párrafos señalados con otro tipo de letra pues ya conocen lo que se describe).

Una falla es una fractura en la corteza terrestre (recuérdese, la corteza es la fina capa superficial sólida que envuelve a la Tierra. Por debajo está el manto y en el centro el núcleo terrestre).

Las fracturas se dividen en diaclasas y fallas. En las primeras no se producen movimientos entre sus lados o bloques (o labios), como no sea una simple separación, abriendo la fractura, mientras que en las fallas hay un desplazamiento relativo entre sus lados o bloques. Según sea este desplazamiento las fallas se dividen en a: normales (que es cuando el bloque que se hunde reposa sobre la superficie de la falla, Fig. 1-3), b: inversas (es el bloque levantado el que reposa sobre esa superficie) y c: de desgarre o de salto en dirección, cuando el movimiento relativo se produce fundamentalmente en la horizontal. Pero es corriente que las fallas presenten movimientos oblicuos, de manera que existen fallas normales con componente de desgarre —o al revés—, y fallas inversas con componente de desgarre —o al revés.

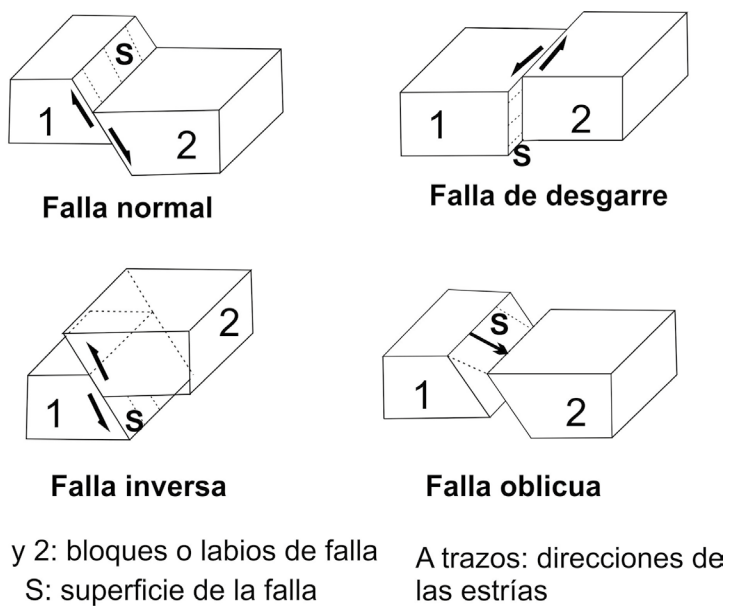

Fig.1-3. Esquema que muestra los diferentes tipos de falla.

Los nombres de falla normal e inversa vienen de la "historia" de la geología. No es que las fallas normales sean normales y las otras sean anormales. Es que se les dio ese nombre y, claro, a las que se movían en sentido contrario se les llamó inversas. Y a las fallas de desgarre se les llamó así pues su desplazamiento en la horizontal muestra que la corteza se ha desgarrado (aunque en realidad todos los tipos de fallas desgarran/rompen algo de la corteza).

El nombre de falla, "fault" en inglés, surgió ante el hecho de que en algunas minas del Reino Unido se seguía una veta de carbón y en un determinado punto ésta se cortaba, desaparecía, se había desplazado. O sea, la veta fallaba, se había producido un fallo. De ahí el nombre.

El tamaño de las fallas varía grandemente: desde dimensiones muy muy pequeñas a miles de kilómetros. Así, por ejemplo, la falla de San Andrés en California ha desplazado muchos kilómetros sus bloques entre sí, individualizando por el sur la península de California. Y si nos acercamos a esa falla, se ve que está acompañada por un gran número de otras fallas, muchas de ellas con una notable potencialidad sísmica. En el área de Granada las fallas son bastante menores, aunque algunas sí son importantes, al menos para nosotros.

Los valores del salto de una falla (se llama salto al desplazamiento que se ha producido entre los bloques de la falla y puede dividirse en sus componentes horizontales y vertical) suelen ir parejos a los tamaños de las fallas. En algún caso pueden ser de miles de kilómetros en la horizontal, y miles de metros en la vertical.

Las fallas se producen en la litosfera, fundamentalmente en la corteza, allí donde las rocas tienen capacidad de romperse ante los esfuerzos a las que se sometan. Más abajo, en el manto las rocas no tienen fragilidad y allí las fallas no se prolongan, pues las propias rocas pueden fluir, aunque sea muy lentamente. Solo en algunos casos, como en láminas corticales que se hunden, por ejemplo, en subducción (hundimiento) ligada a convergencia de placas tectónicas, la fragilidad de la roca se conserva a mayor profundidad pues aún se mantienen lo suficientemente frías.

La inclinación (o buzamiento) de la superficie de las fallas varía e incluso en una misma falla puede cambiar. Los valores

del buzamiento oscilan entre 0° (en una superficie horizontal) a 90° (en una superficie vertical). Si la superficie de rotura es bastante plana se puede hablar de plano de falla y si está muy pulida puede llamarse espejo de falla. A las fallas a las que se les observa un cambio neto en el buzamiento se les llama lístricas, cuando su inclinación va perdiendo valor en su prolongación hacia abajo.

El movimiento de las fallas suele producir deformaciones en el relieve. Por eso, algunas fallas se muestran muy bien, se detectan de forma inmediata, así cuando dan un escarpe en la superficie, pero otras muchas no dan ese relieve, bien porque ya se ha erosionado o bien porque son más profundas y, aunque puedan ser peligrosas, no se ven directamente. Por esta razón en el presente libro no se muestran todas las fallas existentes en la región, pues no todas se ven (aunque algunas se conozcan por geofísica), y otras no las conocemos, aunque incluso puedan ser importantes. Pero las que se observan se procura mostrarlas bien.

En el título se habla de fallas activas y neotectónicas. Las activas son aquellas a las que se les puede asociar sismicidad actual (es obvio por tanto que sean activas) o actividad reciente, lo que se puede saber por rasgos geológicos de diverso tipo (pero no siempre se llega a saber ésto). Fallas que se han movido desde el Holoceno (desde la última edad glacial, más o menos hace 10.000 años) se consideran activas. Y conforme se retrasa su movimiento en el Cuaternario la consideración de activa ya es menos clara. Y las fallas neotectónicas son las que se han formado desde hace unos 11-10 millones de años. Podemos tener fallas neotectónicas que ya no son activas, junto con otras que continúan siéndolo. Y fallas más antiguas pueden seguir siendo activas.

Lo anterior lleva a la consideración de que una falla se puede mover repetidamente a lo largo del tiempo. Esto depende del esfuerzo que esté soportando la corteza en ese sector, o sea, depende de la dinámica de la corteza allí. Eso es algo que estudia la geodinámica (las fuerzas de la Tierra).

Los movimientos de una falla podrán cambiar a lo largo del tiempo si la situación geodinámica que la afecta cambiara. En ese caso, los nuevos movimientos serán diferentes a los anteriores. Así, si una región está sometida a una cierta tensión, a un cierto estiramiento, entonces tiende a romperse formando

fallas normales, pero si está sometida a una compresión, entonces se formarán fallas inversas (o se plegará, o ambas cosas). Y si se ve sometida a esfuerzos que tiendan a trasladar una parte de la corteza con respecto a otra pues se formarán fallas de desgarre. Por eso, una falla puede haber experimentado muy diversos movimientos a lo largo de su evolución, a veces contrarios entre sí.

Las fallas se producen formando un cierto ángulo con respecto a los esfuerzos a que está sometida la corteza. Así se formará una falla normal cuando se tenga el siguiente estado del esfuerzo (se suele denominar elipsoide de esfuerzo): el empuje principal se situará en la vertical (sigma 1, σ_1) y el menor esfuerzo (sigma 3, σ_3), o sea la tensión, estará en la horizontal. La falla se producirá perpendicularmente a este menor esfuerzo. Es decir, las fallas no se orientan de forma aleatoria, sino que lo hacen en respuesta a una determinada situación geodinámica y se forman con una orientación que responde a esa situación. Pero hay ocasiones en las que la presencia de fallas previas hará que no se formen otras nuevas, sino que esas fallas más antiguas son las que se mueven de nuevo, aunque no lo hagan perfectamente orientadas con la nueva posición del esfuerzo.

En la superficie de las fallas es corriente que se observen ciertos rasgos típicos. Así, pueden existir estrías, líneas más o menos marcadas que indican la dirección del movimiento de los bloques entre sí. Responden a la fricción entre los bloques que con el movimiento producen esas marcas. Además, a veces hay pequeñas estructuras que permiten conocer no solo la dirección del movimiento sino, además, su sentido. Y no es raro encontrar superficies de falla en las que se observan diferentes juegos de estrías. Cuando las marcas de fricción observables en la superficie de las fallas son de mayor tamaño se les puede llamar acanaladuras. A veces, las superficies de las fallas presentan recristalizaciones de diverso tipo pues los fluidos pueden haberlas aprovechado para circular por ellas, precipitando diversos minerales.

La anterior descripción de lo que significa una falla es el bagaje que viene bien adquirir por parte de una persona que no sea geóloga. Con él ya puede comprender buena parte de lo que se describe más adelante.

Tabla Cronoestratigráfica tomada y muy simplificada de Cohen *et al.* (2023) con la división del Mioceno, utilizada en este texto

