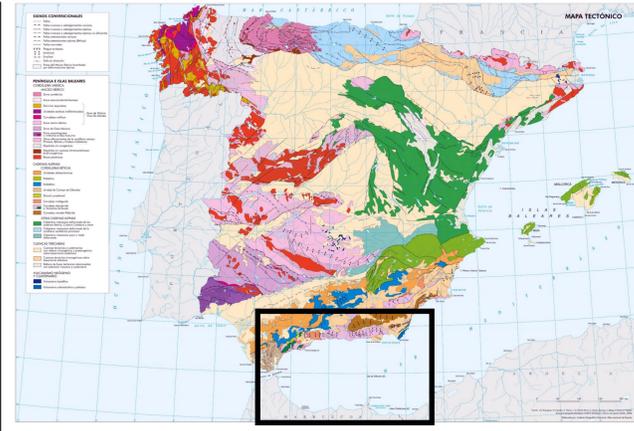


# ZONAS SISMOTECTÓNICAS DE ESPAÑA: ALBORÁN

## Descripción regional

La cuenca de Alborán se localiza en el extremo occidental del mar Mediterráneo. Conformada por la zona interior del Arco de Gibraltar al quedar rodeada por la cordillera arqueada que forman el Sistema Bético en la península ibérica, el estrecho de Gibraltar y la cadena montañosa del Rif en Marruecos.

El mar de Alborán que cubre esta cuenca baña las costas del sureste peninsular, noreste de Marruecos y noroeste de Argelia. Se extiende unos 350 km en dirección E-O y su anchura máxima son 180 km (N-S). Su profundidad media es de 1000 metros, aunque alcanza más de 2000 en sus zonas más profundas. Existen numerosos relieves batimétricos, en la zona meridional destacan la cresta de Alborán y los bancos de Francesc Pagès y Tofiño, cordilleras submarinas con orientación NE-SO, y en la zona septentrional los bancos de Djibouti y Chella. Además, algunas islas emergen en esta región, son mayoritariamente de origen volcánico, y la más importante es la Isla de Alborán, único afloramiento en superficie de la cresta de Alborán.



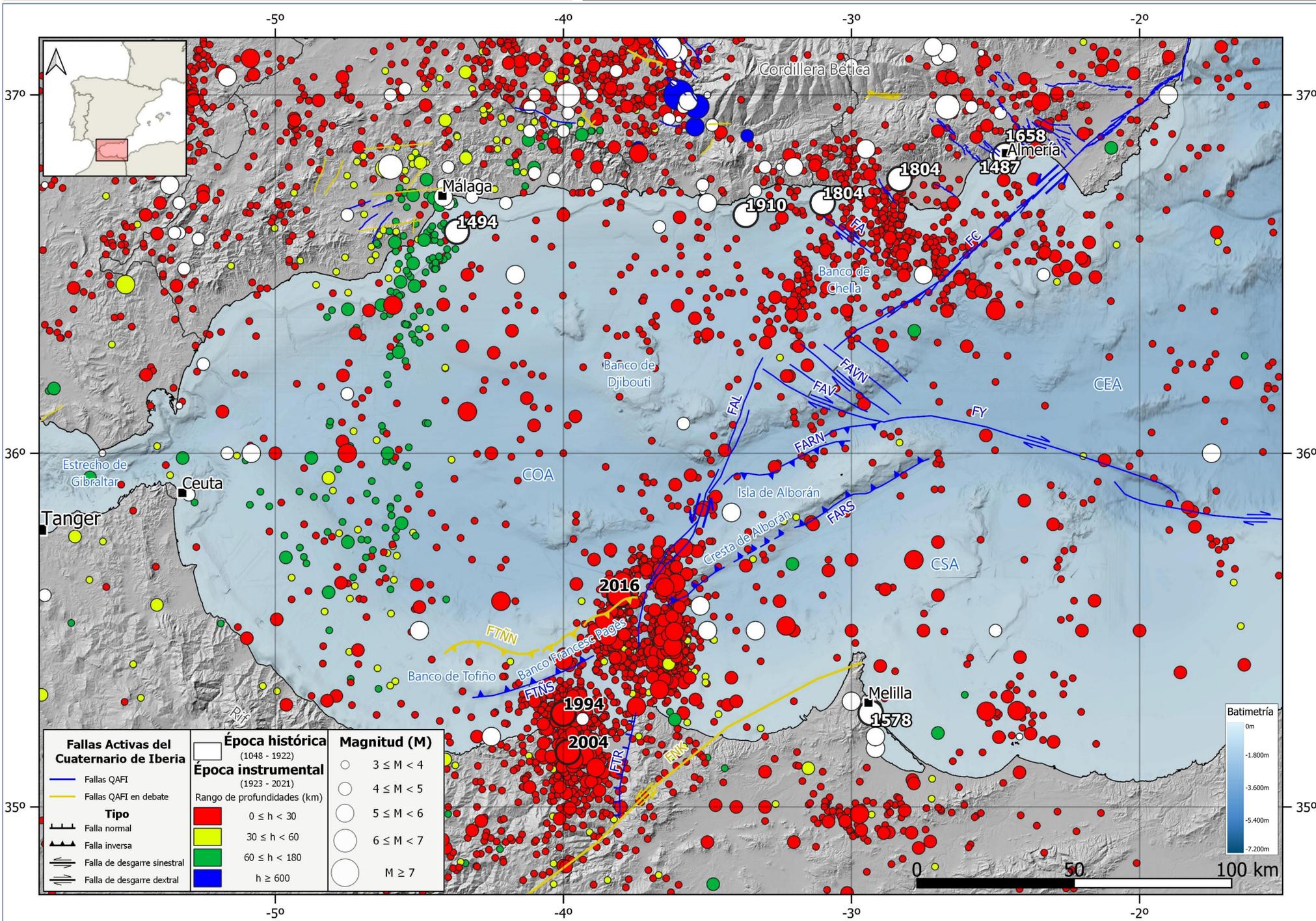
## Contexto Geológico y Marco tectónico

Se trata de una región compleja con diferentes dominios corticales. De manera simplificada, el fondo del mar de Alborán lo constituye una corteza continental adelgazada (12-20 km) formada fundamentalmente por rocas de edad paleozoica y mesozoica intensamente metamorizadas. Sobre el basamento que conforma la corteza se depositó de manera discordante una cobertura sedimentaria de edad terciaria (Neógeno) y cuaternaria y por tanto contemporánea a la formación de la cuenca y el levantamiento de las cordilleras del Arco de Gibraltar. El espesor de estos sedimentos varía significativamente de unas zonas a otras de la cuenca, alcanzando valores máximos de 8 km en la región más al oeste.

La formación de la cuenca de Alborán se engloba dentro de la orogenia Alpina, proceso tectónico a gran escala que estuvo activo al final del Mesozoico y gran parte del Cenozoico, y que en la región mediterránea se caracteriza por la convergencia entre las placas euroasiática y africana. En este contexto se produjo la migración de la microplaca de Alborán hacia el oeste colisionando tangencialmente con la placa ibérica. Como consecuencia, a lo largo del Mioceno (Cenozoico medio) se dio de manera simultánea una compresión que provocó la formación de las cordilleras circundantes del Arco de Gibraltar y una extensión que supuso la apertura de la cuenca de Alborán. Esta extensión produjo el adelgazamiento de la corteza continental y diferentes episodios de magmatismo y volcanismo durante el Mioceno superior, especialmente en la región sur y este. De este modo, los fondos del mar de Alborán presentan un accidentado y complejo relieve, con subcuencas separadas por elevaciones submarinas y conos volcánicos. La etapa extensiva cesó en el Mioceno superior pasando la región a estar dominada por un régimen predominantemente compresivo acomodado mediante plegamientos alineados perpendicularmente a la compresión y fallas inversas y de desgarre con orientaciones NNE-SSO y ONO-ESE.

En la actualidad, la convergencia oblicua entre las placas euroasiática y africana continúa, con una dirección NO-SE y una tasa de movimiento de unos 5 mm/año. Por tanto, un campo de esfuerzos compresivo con componente de desgarre es el dominante en la región (régimen transpresivo).

Consecuencia de la compleja e intensa actividad tectónica en esta zona, se han generado diferentes estructuras como la cresta de Alborán y los bancos de Francesc Pagès y Tofiño que están delimitadas al norte y al sur por fallas inversas activas con buzamiento opuesto. Parte de la cresta de Alborán fue un activo edificio volcánico durante el Mioceno superior. Esta elevación divide el mar de Alborán en tres subcuencas: oeste (COA), este (CEA) y sur (CSA). Estos tres dominios están delimitados por diversas fallas activas, entre las que destacan principalmente dos familias de fallas de desgarre conjugadas con componente inverso, una de movimiento sinistral y otra dextral con orientaciones aproximadas NE-SO y NO-SE respectivamente. Estas dos familias de fallas direccionales son las que concentran la mayor parte de la actividad sísmica de la zona.



Fallas Activas del Cuaternario de Iberia		Época histórica (1048 - 1922)	Magnitud (M)
—	Fallas QAFI	□	○ 3 ≤ M < 4
—	Fallas QAFI en debate	□	○ 4 ≤ M < 5
—	Tipo	Rango de profundidades (km)	○ 5 ≤ M < 6
—	Falla normal	0 ≤ h < 30	○ 6 ≤ M < 7
—	Falla inversa	30 ≤ h < 60	○ M ≥ 7
—	Falla de desgarre sinistral	60 ≤ h < 180	
—	Falla de desgarre dextral	h ≥ 600	

Principales terremotos del periodo histórico (1048-1922) ocurridos en la zona de Alborán. (INT>VII y M≥6,0)

FECHA	LOCALIZACIÓN	INT (EMS-98)	M	COMENTARIOS
1487	Almería	VIII	6,0	
1494	Sur de Málaga	VIII	6,0	Daños en la mayor parte de las casas de Málaga
1578	Melilla	VIII	6,0	
1658	Almería	VIII	6,0	Graves destrozos en Almería
1804	Adra (Almería)	VII-VIII	6,1	Generó un pequeño tsunami que afectó a las costas españolas (Granada y Almería) y africanas
1804	Dalías (Almería)	VIII-IX	6,4	Produjo alrededor de 400 muertos y la destrucción de la mayoría de los edificios en Dalías, Berja y Roquetas
1910	Adra (Almería)	VIII	6,1	

Principales terremotos del periodo instrumental (1923-2021) ocurridos en la zona de Alborán. (INT≥V y M≥6,0)

FECHA	LOCALIZACIÓN	INT (EMS-98)	M	COMENTARIOS
1994	Alhucemas (Marruecos)	V	6,0	Graves daños en edificaciones y 80% de construcciones destruidas en las proximidades de Alhucemas. 2 muertos
2004	Tamassint (Marruecos)	VIII	6,2	Graves daños, y 2500 edificios colapsados en las proximidades de Alhucemas. Más de 600 muertos
2016	Alborán Sur	VI	6,3	Ligeros daños observados en la ciudad de Melilla

## Sismicidad histórica e instrumental

El dominio de Alborán es una de las zonas de mayor actividad sísmica del Mediterráneo occidental. Se caracteriza por una sismicidad principalmente superficial (<40 km) de magnitud baja a moderada, aunque con la ocurrencia de varios terremotos históricos destructivos. Esta sismicidad superficial está en gran medida controlada por los sistemas de fallas activas que cruzan la cuenca, siendo los mecanismos focales predominantes de tipo desgarre, aunque también se observan algunos de tipo inverso y normal. Existe también un conjunto significativo de terremotos que ocurren a profundidades intermedias (40-150 km) en la parte occidental de la cuenca de Alborán, cuyos epicentros se alinean en dirección NNE-SSO desde Málaga hasta la costa de Marruecos. La existencia de esta sismicidad intermedia ha dado lugar a distintas teorías sobre su origen sobre las que todavía no existe acuerdo unánime. Algunas de las más aceptadas son la existencia de una subducción de la litosfera oceánica del Atlántico bajo el arco de Gibraltar con un buzamiento hacia el este que se hace prácticamente vertical en profundidad o la ocurrencia de distintos procesos de delaminación bajo el mar de Alborán.

En el periodo histórico, cabe resaltar el terremoto de 1804 en Dalías (Almería), con intensidad máxima VIII-IX y magnitud estimada de 6,4 que produjo unas 400 víctimas mortales y la destrucción de la mayoría de los edificios en Dalías, Berja y Roquetas. También destacan varios terremotos históricos de intensidad VIII y VII-VIII y magnitudes estimadas en torno a 6,0, ocurridos en las costas de Almería, sur de Málaga y en Melilla.

En época instrumental, la mayor parte de la sismicidad se concentra en la zona sur de la cuenca, en torno a la falla de Al-Idrissi (FAL) y el norte de la costa de Marruecos, aunque también se han detectado multitud de terremotos superficiales en la zona norte, en torno a las fallas de Adra (FA) y de Carboneras (FC). Desde el año 1990, han ocurrido tres episodios importantes actividad sísmica. El primero en 1994 con un terremoto principal de Mw 6,0 al NO de la ciudad de Alhucemas (Marruecos), sentido con intensidad V en Melilla. Un segundo episodio en 2004, con un sismo principal de Mw 6,2 localizado al sur de Alhucemas (Marruecos), donde fue sentido con intensidad máxima de VIII y causó numerosos daños en las edificaciones y un elevado número de víctimas. Y un tercer episodio en 2016 localizado en el mar, en torno a la falla de Al-Idrissi. Esta serie se inició con un terremoto precursor de Mw 5,1 seguido por un terremoto principal de Mw 6,3, ambos localizados a unos 100 km al NO de Melilla. Este terremoto fue ampliamente sentido en el sur de Andalucía, Ceuta y Melilla, donde se observó una intensidad máxima de VI produciéndose ligeros daños y presenta la magnitud máxima conocida en la zona. Desde el año 2021 se están registrando miles de terremotos superficiales de pequeña magnitud (inferior a 3,0) sin un claro evento principal (enjambre sísmico), en una zona muy próxima a la serie de 2016 pero localizados al este de la falla de Al-Idrissi, siendo los mayores sismos registrados entre 2021 y 2023 dos terremotos de magnitud ligeramente superior a 5,0.

## Principales fallas activas en la zona de Alborán

CÓDIGO	NOMBRE FALLA
FA	Falla de Adra
FC	Falla de Carboneras
FAV	Falla de Averroes
FAVN	Falla de Averroes Norte
FARN	Falla de la Cresta de Alborán Norte
FARS	Falla de la Cresta de Alborán Sur
FY	Falla de Yusuf
FAL	Falla Al-Idrissi
FTÑS	Falla de Tofiño Sur
FTÑN	Falla de Tofiño Norte

**Fuente de datos**

- Información sísmica procedente de la base de datos del IGN (<https://doi.org/10.2419/162.03.2022>) y del Mapa de sismicidad de la península ibérica y zonas próximas (IGN-CMIG, 2022) (<https://doi.org/10.2419/162.03.2022>).
- Datos geológicos: Mapas tectónicos del Atlas Nacional de España (ANE) CC BY 4.0 ign.es - Mapa tectónico (2016) y Mapa geológico (2020).
- Cartografía Ráster de España del IGN CC BY 4.0 ign.es.
- Principales fallas activas durante el Cuaternario extraídas de la base de datos QAFI (García-Mayordomo et al., 2012; IGME, 2022).
- Catálogo de tsunamis del Instituto Geográfico Nacional (IGN) (<https://doi.org/10.2419/162.03.2022>).
- Batimetría: IGN y EMOdnet Bathymetry (European Marine Observation and Data Network). (<https://tiles.emodnet-bathymetry.eu>).

**Referencias**

- Méndez-Heredia, J. (2004). Geología de España. Una historia de seiscientos millones de años.
- Journal of Iberian Geology: An international publication of Earth sciences. Vol 38 (1): Active Faults in Iberia (2012). Editors-in-Chief: López-Gómez, J., Martín-Chivelet, J. Guest Editors: Martínez-Díaz, J.J., Masana, E., Rodríguez-Pascua, M. A.
- Platt, J. P. et al. (2013). The Betic-Rif Arc and its orogenic hinterland: a review.
- Gómez de la Peña, L. et al. (2018). The crustal domains of the Alborán Basin (Western Mediterranean).
- The Geology of Iberia: A Geodynamic Approach. Volume 5: Active Processes: Seismicity, Active Faulting and Relief. Editors Quesada, C. and Oliveira, J. T., Springer Nature, Switzerland, 2020.

**Zonas Sismotectónicas de España:**  
[https://www.ign.es/web/resources/sismologia/proximos/sismotectonica/pag\\_sismotectonicas/indicigeo.html](https://www.ign.es/web/resources/sismologia/proximos/sismotectonica/pag_sismotectonicas/indicigeo.html)