

Informe de la actividad sísmica en el Mar de Alborán (versión actualizada a 13/05/2016 a las 10:00h GMT)

La actividad sísmica se inicia el día 21 de enero de 2016, en el sur del mar de Alborán, con un terremoto de magnitud 5,1 Mw seguido el día 25 de otro terremoto de magnitud 6,3 Mw, ambos ampliamente sentidos en el sur de Andalucía, Ceuta y Melilla; desde entonces se han registrado cerca de 2.300 terremotos, 7 de ellos de magnitud mayor de 5,0 (ver Tabla 1).

Tabla 1. Terremotos de magnitud Mw \geq 5 de la serie sísmica Alborán Sur

Magnitud	Fecha (Hora GMT)	Mapa de Intensidades
5.1 Mw	21-01-2016 13:47:19	mapa
6.3 Mw	25-01-2016 04:22:00	mapa
5.2 Mw	25-01-2016 05:54:06	mapa
5.1 Mw	25-01-2016 06:10:42	mapa
5.1 Mw	22-02-2016 03:46:03	mapa
5.0 Mw	11-03-2016 04:16:46	mapa
5.2 Mw	15-03-2016 04:40:39	mapa

Posteriormente, el día 31 de enero a las 16:25:28 (GMT), se produjo un terremoto de magnitud 4,5 al norte del mar de Alborán (al sur de Adra) que fue sentido en una amplia zona de Andalucía oriental, con intensidad máxima de IV en las localidades de Adra, Motril, Pinos Genil y Roquetas de Mar.

En el mapa de la siguiente figura (Figura 1) se muestra la situación de estos terremotos y sus réplicas más destacadas.

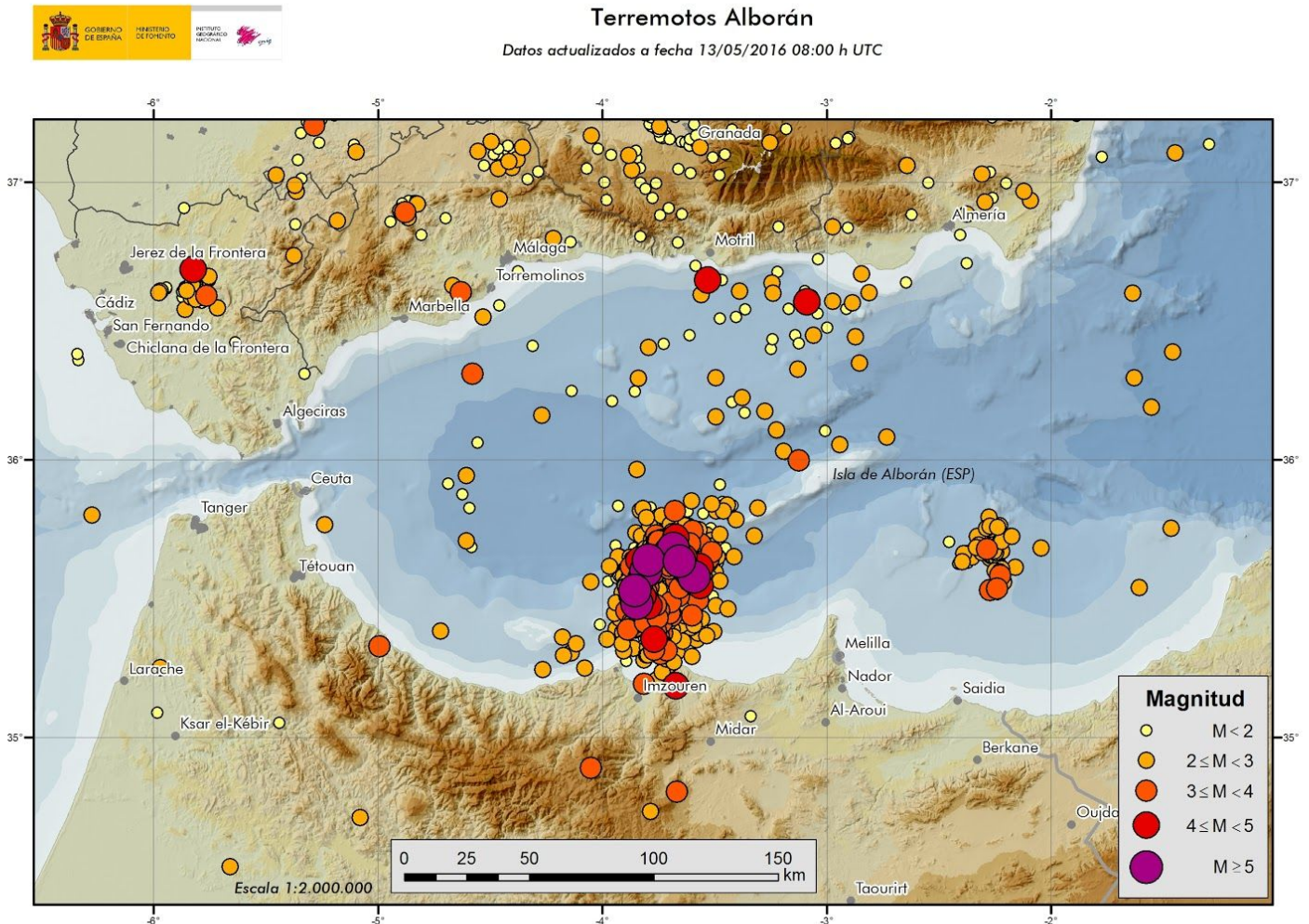


Figura 1. Mapa de sismicidad del Mar de Alborán desde el 21 de enero de 2016 hasta la fecha de realización de este informe.

Para ver todos los terremotos de la zona (últimos 30 días) pinchar [aquí](#).

Desde el día 21 de enero de 2016 hasta la fecha de actualización de este informe se han calculado un total de 2368 terremotos en la zona de Alborán Sur, de los cuales 164 han sido sentidos por la población. En la Figura 2 se muestra el número de terremotos y la magnitud máxima calculados por día.

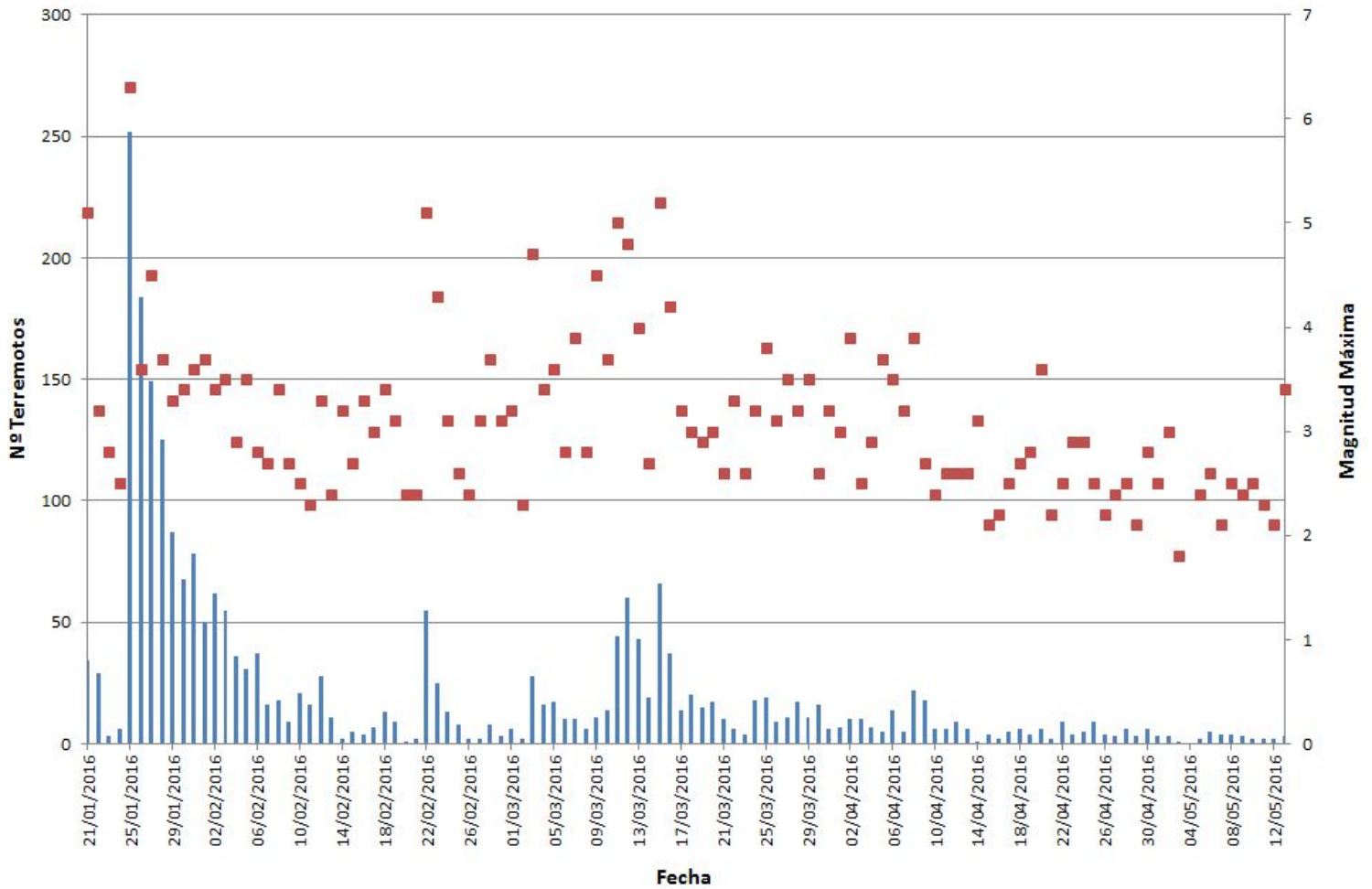


Figura 2. Número de terremotos y magnitud máxima por día

En las Tablas 2 y 3 se recogen los datos del número de terremotos y número de terremotos sentidos para distintos intervalos de magnitud e intensidad.

Tabla 2. Terremotos por intervalo de magnitud

	M<3	3≤M<4	4≤M<5	5≤M<6	M≥6
Nº Terremotos	2147	197	17	6	1

Tabla 3. Terremotos sentidos por intervalo de intensidad

	II	II-III	III	III-IV	IV	IV-V	V	V-V I	VI
Nº Terremotos Sentidos	114	14	29	1	5	0	0	0	1

Información macrosísmica y daños

Desde que se inició la serie el día 21 de enero de 2016, se han recibido más de 40.000 cuestionarios macrosísmicos vía página web y aplicación móvil.

La intensidad máxima observada en España ha sido de VI en la ciudad de Melilla debido al terremoto principal de magnitud 6,3 Mw. El área de perceptibilidad de este sismo tiene un radio aproximado de 600 km, habiéndose observado ligeros daños hasta una distancia aproximada de 150 km (ver Figura 3).

El número de sismos de los que tenemos constancia que han sido sentidos en ciudades españolas por la población (ver Tabla 3), así como los daños observados, no son muy significativos, debido seguramente a la distancia entre el epicentro y la localidad de Melilla.



Figura 3. Daños observados en la ciudad de Melilla

Aceleración

Un registro también muy importante es el de los acelerómetros, instrumentos que sólo registran movimientos fuertes del suelo; los cuales están muy relacionados con los daños. Estos proporcionan un valor de aceleración máxima recogida en cada emplazamiento que es de especial interés en los mapas de peligrosidad sísmica y de aplicación en las normativas de construcción sismorresistente.

La aceleración sísmica máxima para periodo de 475 años en Melilla según el nuevo Mapa de Peligrosidad Sísmica de España del IGN (212) es de 0,16g, tal como se muestra en la Figura 4.

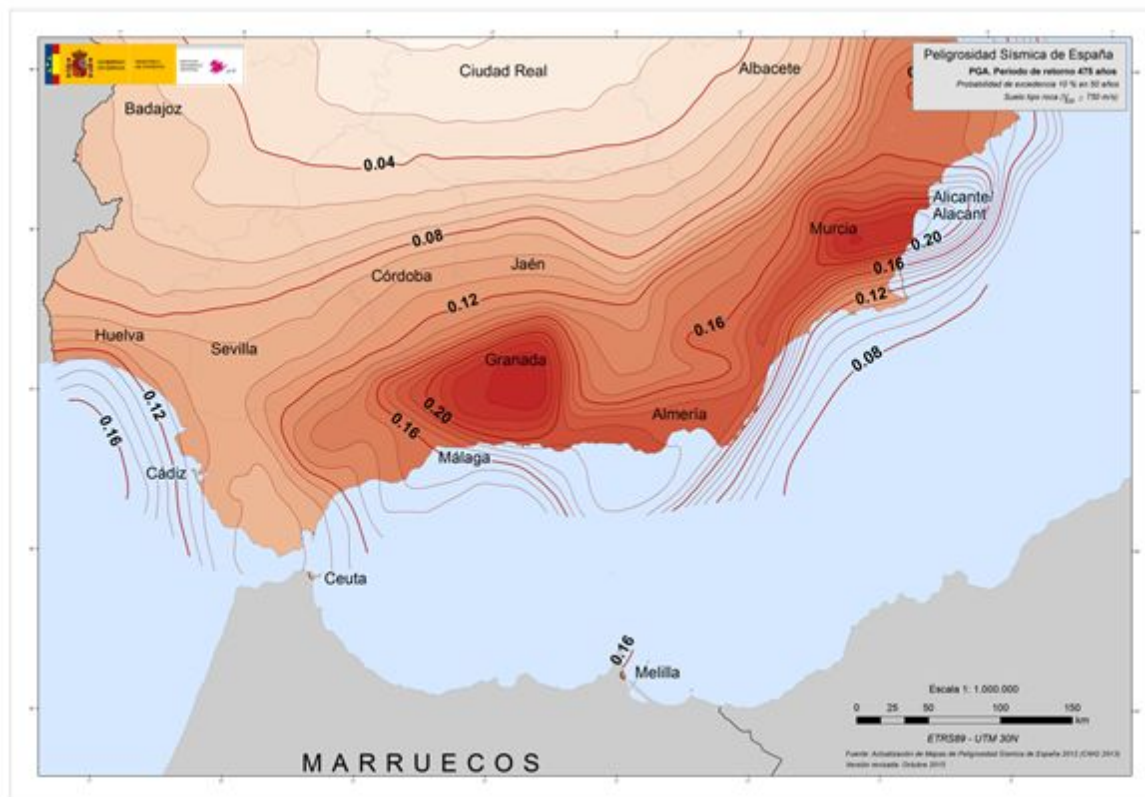


Figura 4. Mapa de peligrosidad sísmica del sur peninsular y Ceuta y Melilla para periodo de retorno de 475 años, (IGN) correspondiente a la actualización de 2012.

En la serie sísmica actual, se han registrado en este tipo de instrumentos un total de 53 sismos en instrumentos conectados en tiempo real, a falta de recoger otros datos en campo. La máxima aceleración registrada ha sido de 0,097g en Melilla, correspondiente al sismo principal de magnitud 6,3.

La relación de aceleración del suelo registrada en varios municipios correspondiente a este terremoto se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. Aceleración máxima (PGA) registrada en las estaciones red de acelerógrafos del IGN para el terremoto del 25/01/2016 04:22:00 (UTC), Mw 6,3.

ESTACIÓN	D. epic (km)	NS	PGA (g)	
			V	EW
Melilla	83,8	0,097	0,058	0,090
Motril (GR)	127,6	0,016	0,005	0,012
Benalmádena (MA)	128,8	0,008	0,006	0,007
Vélez-Málaga (MA)	134,0	0,011	0,004	0,008
Málaga (MA)	135,9	0,011	0,007	0,013
Albuñol (GR)	143,0	0,004	0,002	0,004
Adra (AL)	146,4	0,004	0,002	0,003
Arenas del Rey (GR)	151,1	0,008	0,005	0,008
Estepona (MA)	151,8	0,005	0,003	0,006
Alhama de Granada (GR)	156,9	0,001	0,002	0,004
El Ejido (AL)	158,1	0,004	0,003	0,005
Berja (AL)	158,5	0,003	0,003	0,004
Dílar (GR)	165,0	0,006	0,005	0,008
Ugíjar (GR)	165,8	0,005	0,002	0,006
Chimeneas (GR)	170,4	0,007	0,003	0,007
Ronda (MA)	175,7	0,002	0,002	0,003
Granada (GR)	176,4	0,003	0,002	0,004
Santa Fe (GR)	176,7	0,004	0,002	0,005
Loja (GR)	177,7	0,004	0,003	0,003
Albolote (GR)	181,7	0,006	0,003	0,005
Almería (AL)	184,3	0,003	0,001	0,003
Algodonales (CA)	202,0	0,003	0,002	0,004
Lucena (CO)	209,9	0,002	0,001	0,004
Osuna (SE)	215,4	0,003	0,002	0,003
Baena (CO)	228,8	0,005	0,004	0,004
Écija (SE)	243,8	0,003	0,002	0,000
Vera (AL)	252,4	0,002	0,001	0,002
Córdoba (CO)	267,6	0,002	0,001	0,002

En la Figura 5 se representan los valores de PGA máximos (g) registrados en la estación de Melilla, donde se observan las máximas aceleraciones.

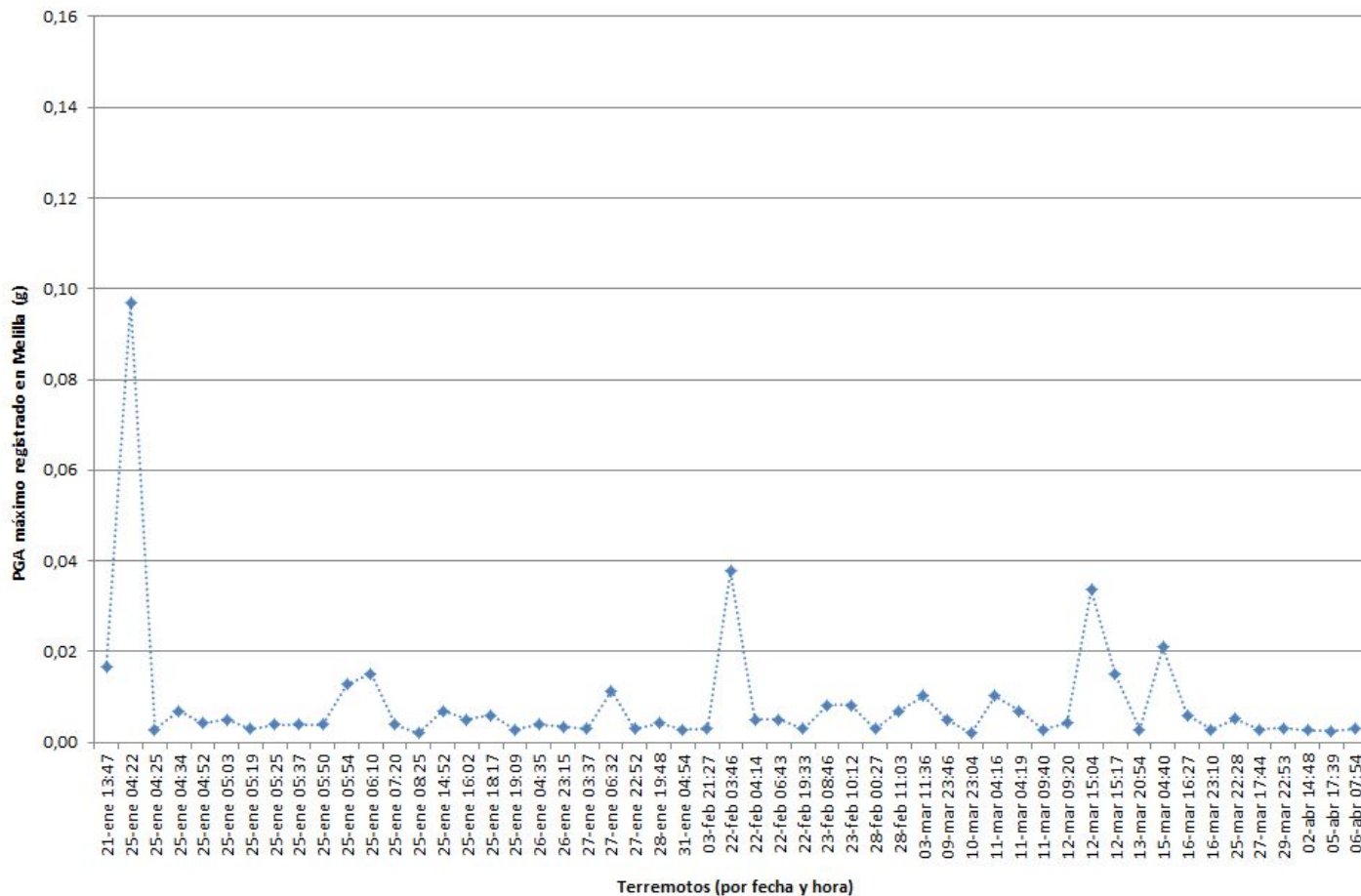


Figura 5. Aceleraciones máximas (PGA) registradas en la estación de Melilla

Sismotectónica de la región

El mar de Alborán es la parte más occidental del mar Mediterráneo, se encuentra bordeado tanto al norte como al sur por las cordilleras de origen alpino de las Béticas y el Rif. Se trata de una compleja zona de contacto entre las placas euroasiática y africana, su génesis y evolución están relacionados por el proceso de convergencia entre dichas placas, debido al movimiento de la placa africana hacia el norte. Este proceso da lugar a un desplazamiento hacia el oeste del bloque de Alborán (pequeña microplaca desgajada de la gran placa africana), a la formación de las cordilleras alpinas referidas y a un adelgazamiento litosférico de la corteza continental con vulcanismo asociado presente en la isla de Alborán.

La tectónica actual está caracterizada principalmente por dos familias de sistemas de fallas de desgarre conjugadas. Unas con dirección predominante NE-SW que conectan la zona de Almería con la zona de El Jebha, en el norte de Marruecos, denominada Zona de Cizalla TransAlborán. Se trata de fallas de desgarre con componente inverso, es decir, un régimen transpresivo (desgarre con compresión). Las otras WNW-ESE, que se dirigen desde Argelia hacia la zona de Málaga, señalan un régimen transtensivo (desgarre con distensión). Estas dos familias de fallas son las que concentran la mayor parte de la actividad sísmica de la zona.

La zona del sur del mar de Alborán ha tenido desde el año 1990 varios episodios importantes de actividad sísmica. El primero ocurrió en 1994, donde una serie de terremotos sucedieron en una zona situada ligeramente al sur de la serie actual de 2016. El terremoto principal de magnitud 5,7 se produjo el 25 de mayo de 1994 y estuvo localizado a unos 7 km al oeste de la ciudad de Alhucemas (Marruecos). Fue sentido con grado V en Melilla y también fue percibido en algunos pueblos de las provincias de Málaga y Jaén. Esta serie tuvo una duración aproximada de tres meses, con una actividad de 230 eventos mayores de magnitud 2,0, seis de ellos con magnitudes comprendidas entre 4,0 y 4,6 (ver Figura 6).

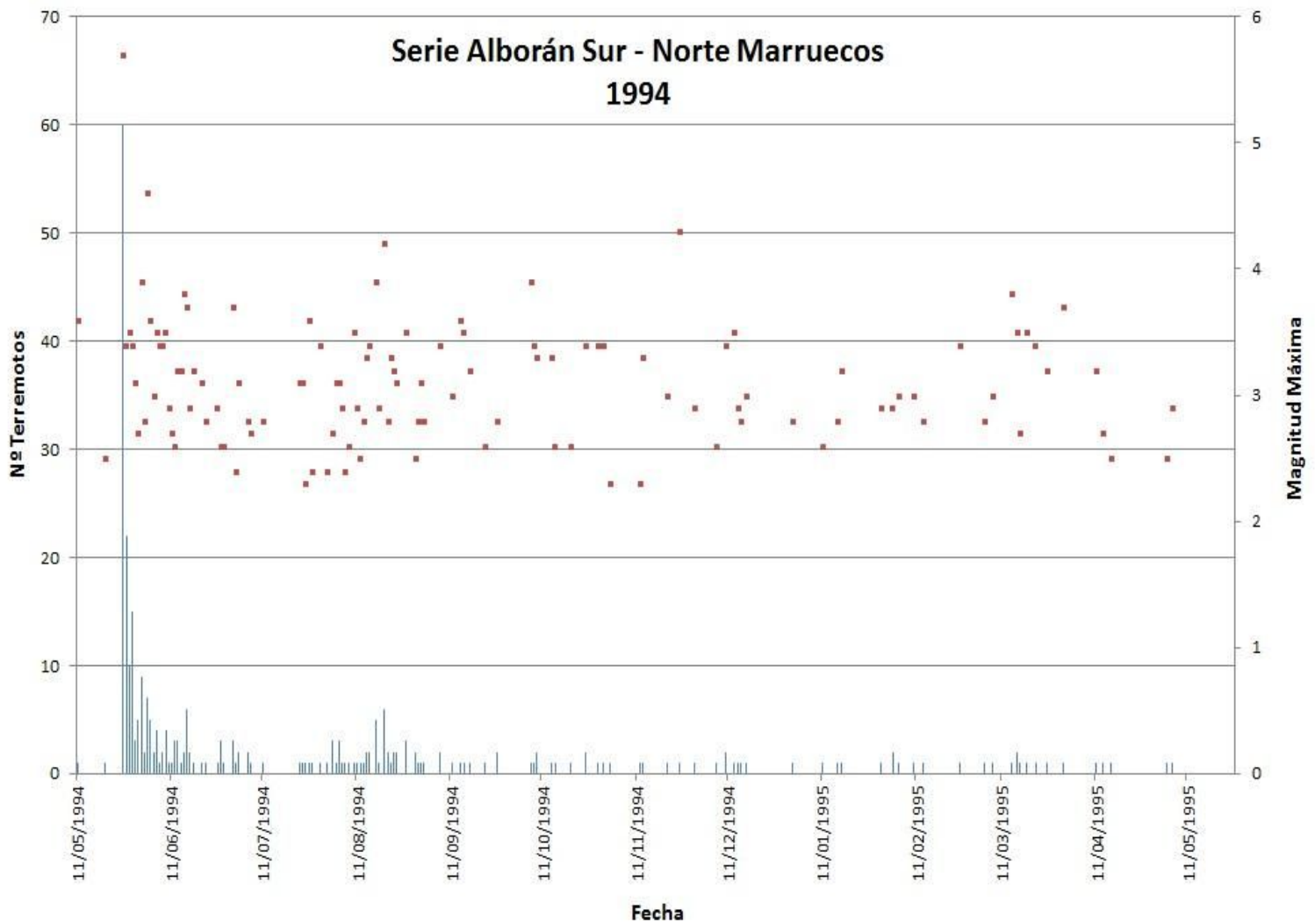


Figura 6. Se muestra la actividad desde enero de 11/05/1994 hasta el 11/05/1995 con el número de sismos registrados y las magnitudes máximas.

Un episodio posterior de mayor magnitud se inició el 24 de febrero de 2004 con un sismo de magnitud 6,2 localizado a unos 12 km al sur de Alhucemas, donde fue percibido con intensidad VIII causando numerosos daños en las edificaciones y un elevado número de víctimas. Fue sentido con grado V en Melilla y también se percibió en las provincias de Cádiz, Málaga, Granada, Jaén y Almería. La serie tuvo una duración algo superior a los cuatro meses y se registraron alrededor de 720 sismos de magnitud superior a 2,0, de los cuales cinco superaron el valor de 5,0 y otros 88 la magnitud 4,0 (ver Figura 7).

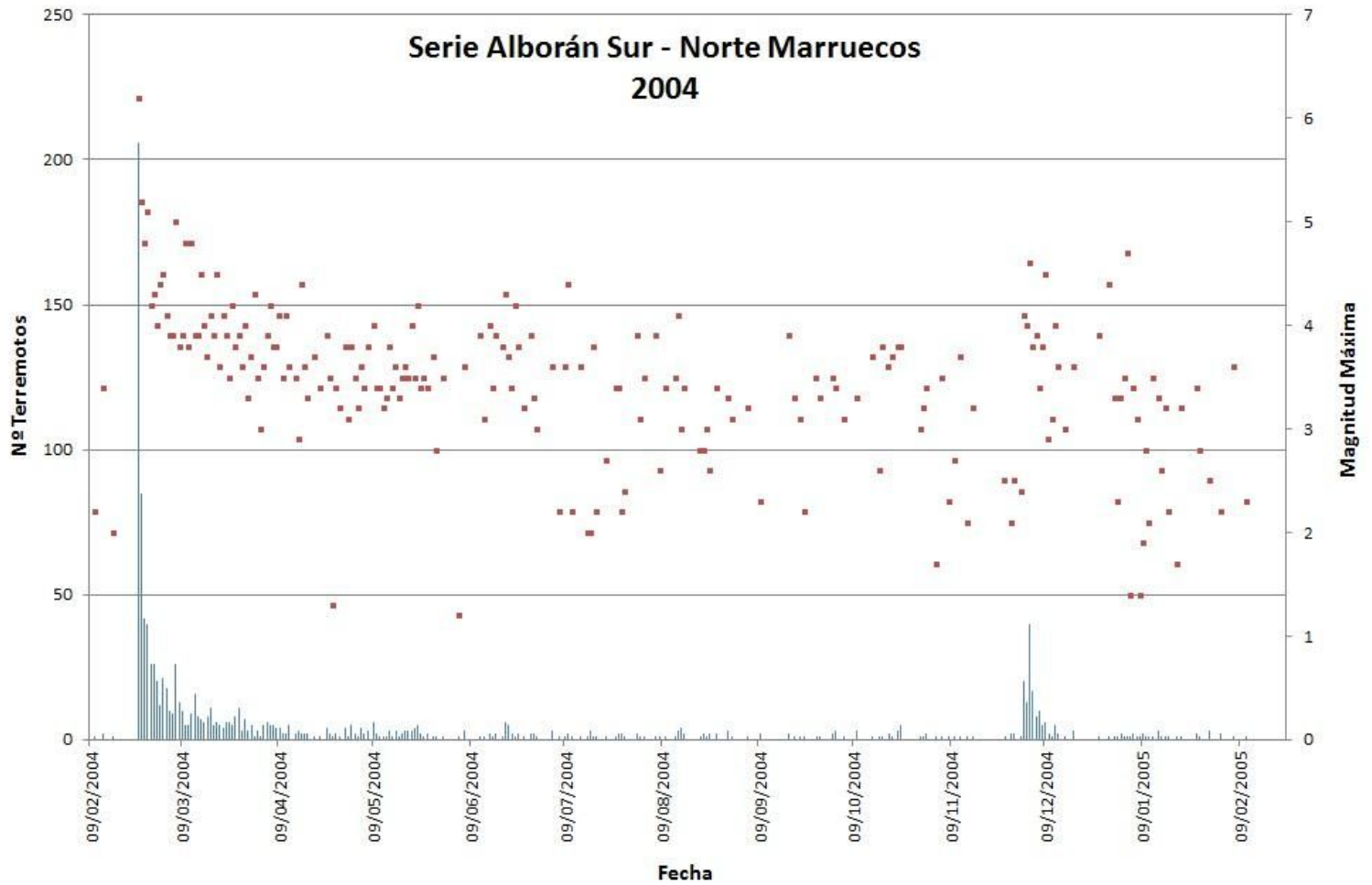


Figura 7. Se muestra la actividad desde enero de 09/02/2004 hasta el 09/02/2005 con el número de sismos registrados y las magnitudes máximas.

La sismicidad de Alborán es en general superficial excepto en la zona del Arco de Gibraltar donde existe una sismicidad que va de intermedia a profunda con una dirección de la distribución de epicentros con dirección N-S (ver Figura 8). Estos sismos se relacionan con la existencia de un bloque de litosfera bajo el W de Alborán que pudiera quedar como resto de una posible subducción de la Península Ibérica bajo Alborán.



SISMICIDAD HISTÓRICA DE LA REGIÓN DE ALBORÁN

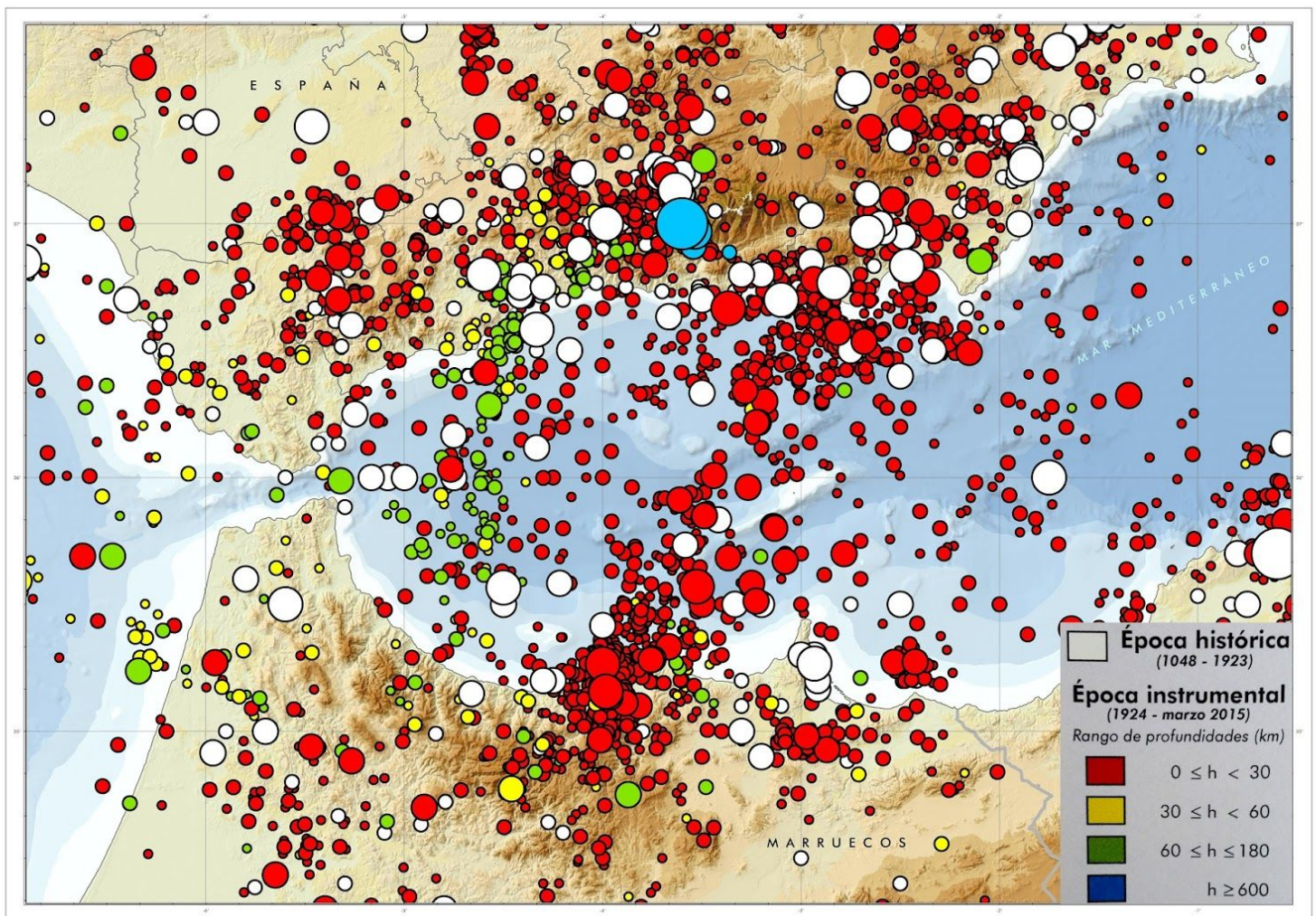



















Figura 8. Sismicidad regional Mar de Alborán-Estrecho de Gibraltar

Mecanismos focales

Hasta el momento el IGN ha calculado el mecanismo focal de 17 terremotos pertenecientes a la serie de Alborán Sur con magnitudes comprendidas entre $M_w=3,8$ y $M_w=6,3$ presentados en la Figura 9 y cuyos parámetros se recogen en la Tabla 5.

Tabla 5. Mecanismos focales Alborán Sur

Fecha	Hora (UTC)	M_0 (Nm)	M_w	H centroide (km)	Mecanismo focal
21/01/2016	13:47:19	5.15×10^{22}	5.1	9	
25/01/2016	04:22:03	3.29×10^{22}	6.3	17	
25/01/2016	05:54:06	8.51×10^{22}	5.2	24	
25/01/2016	06:10:42	4.97×10^{22}	5.1	12	
25/01/2016	08:25:03	5.12×10^{22}	4.4	2	
25/01/2016	14:52:42	2.07×10^{22}	4.8	2	
25/01/2016	18:17:34	1.80×10^{22}	4.1	4	
27/01/2016	06:32:08	5.87×10^{22}	4.5	5	
22/02/2016	03:46:03	4.94×10^{22}	5.1	3	
23/02/2016	08:46:02	3.65×10^{22}	4.3	4	
03/03/2016	11:36:25	1.32×10^{22}	4.7	7	
09/03/2016	23:46:07	7.00×10^{22}	4.5	4	
11/03/2016	04:16:46	3.48×10^{22}	5.0	3	
11/03/2016	09:40:19	6.07×10^{22}	3.8	4	
12/03/2016	15:04:04	1.90×10^{22}	4.8	3	
12/03/2016	15:17:10	1.97×10^{22}	4.8	4	
15/03/2016	04:40:39	7.98×10^{22}	5.2	4	

En la Figura 9 se muestran los terremotos de magnitud $M > 3$ calculados en la zona de Alborán sur y los mecanismos focales correspondientes a los terremotos de la tabla 5.

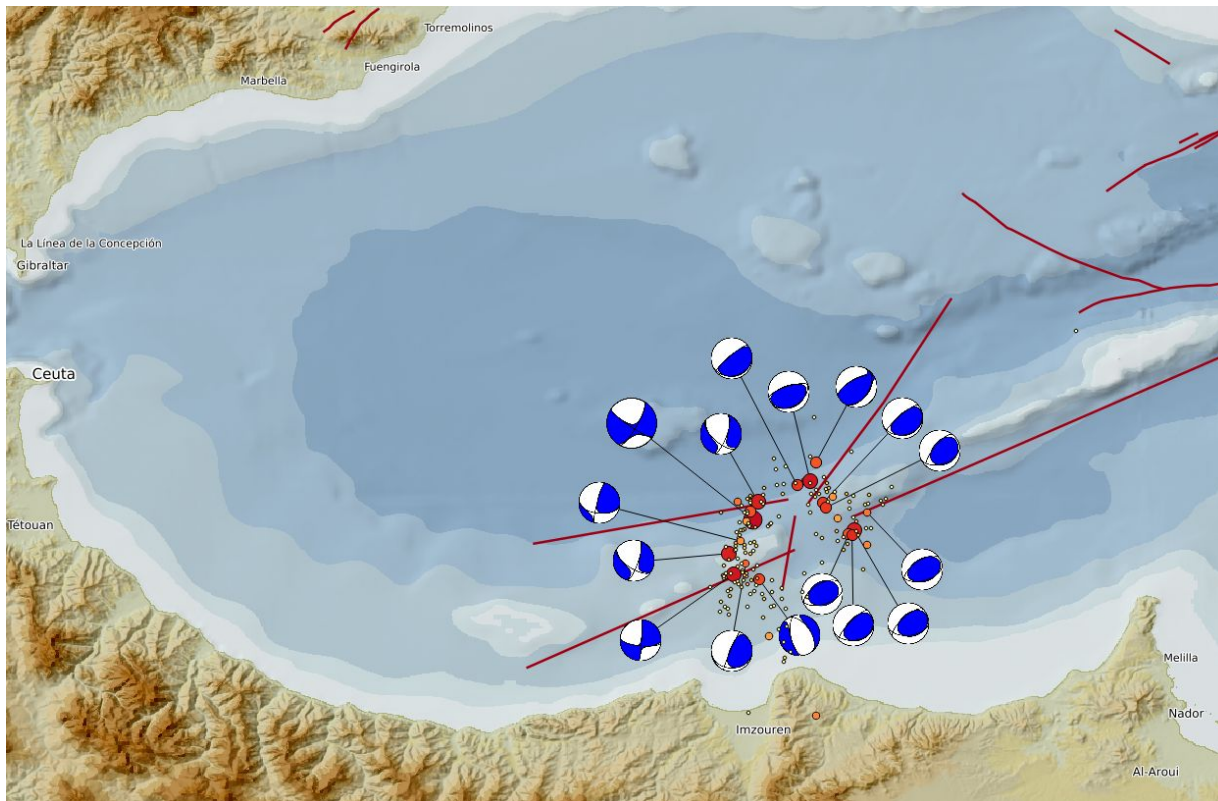


Figura 9. Mecanismos focales calculados (se representa la sismicidad de $M > 3$ de la zona Alborán Sur)

En estos mecanismos pueden distinguirse, a grandes rasgos, dos grupos principales. El primero de ellos corresponde a terremotos de desgarre sinistral (*left-lateral strike-slip*), donde se encuentran el terremoto premonitor ocurrido el día 21 de enero de 2016 y el terremoto principal $M_w=6,3$ del 25 de enero, junto con algunas otras réplicas. El segundo grupo corresponde a mecanismos de falla inversa. Geográficamente, los epicentros del primer grupo se sitúan, en general, más al oeste que los del primero.

Esta distinción de los mecanismos en dos tipos diferenciados sugiere que los terremotos se están produciendo al menos en dos fallas distintas. Por un lado, y a la vista del mapa de fallas activas del cuaternario (QAFI) del IGME, podría deducirse que tanto el terremoto del 21 de enero, como el principal del 25 de enero y muchas de las réplicas, ocurrieron en la falla de Al Idrisi, con dirección NNE-SSO y mecanismo de desgarre sinistral. Por otro lado, a continuación del terremoto principal, y ahora de forma simultánea a las réplicas del principal, están ocurriendo terremotos más al este, con un mecanismo inverso que no es propio de la falla de Al-Idrisi. Una posibilidad es que la falla causante de estos terremotos sea una de las crestas de Alborán (*Alboran Ridge South*), con dirección NE-SO y movimiento de tipo inverso. Estas hipótesis deben de ser corroboradas con una relocalización precisa del conjunto de terremotos de la serie, junto con un estudio sismotectónico posterior.

Relocalización

Se ha realizado la relocalización de los terremotos más importantes ($M > 3.9$) utilizando el modelo de tierra de El Moudnib et al. (2015), el resultado se puede ver en la Figura 10:

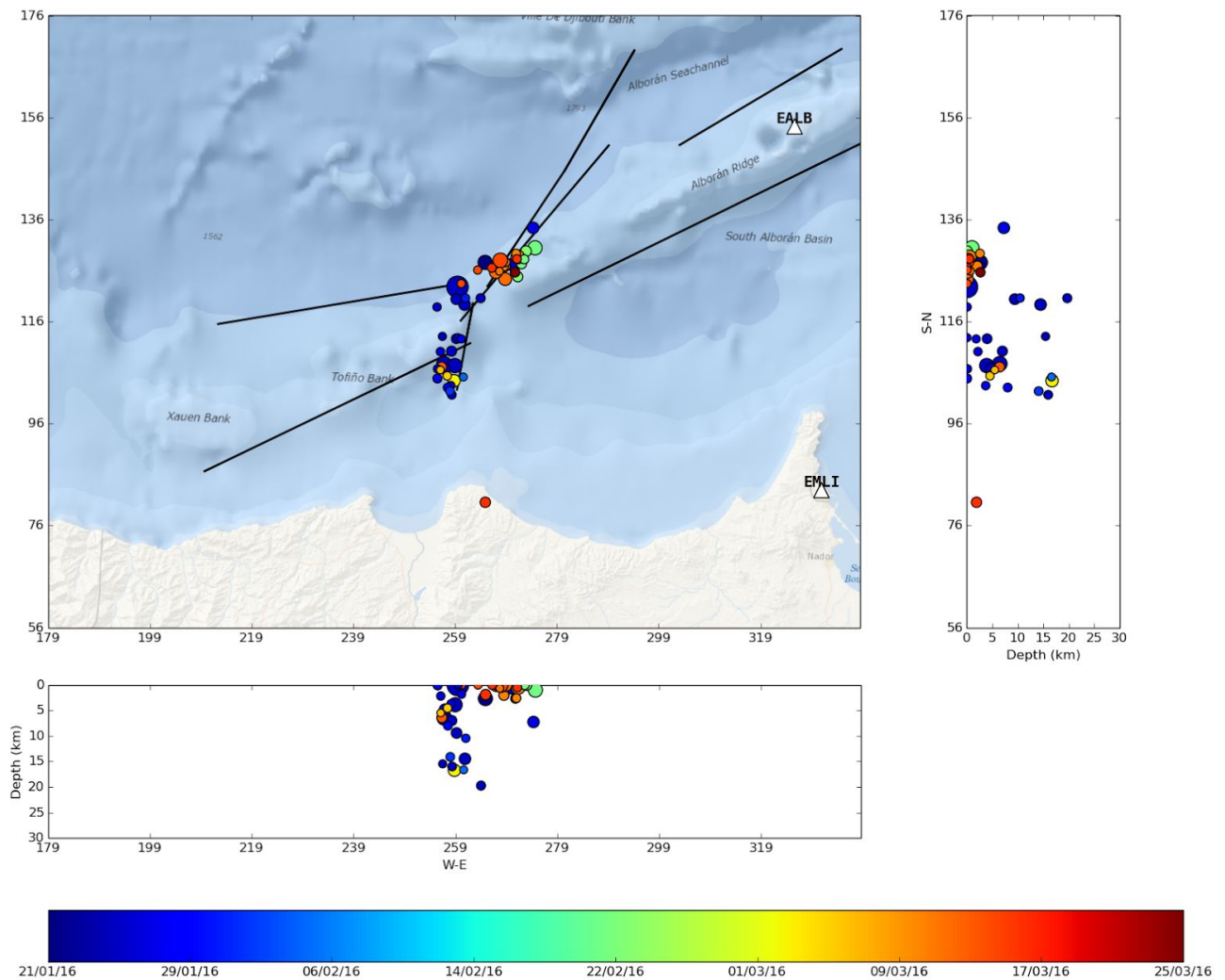


Figura 10. Mapa de los terremotos después de la relocalización.