



## **El Terremoto en Marruecos y los Desastres Naturales**

por el Grupo de Trabajo de la Red Mundial de Geoparques (Global Geoparks Network GGN) para los riesgos Geológicos.

### **Introducción**

El terremoto que sacudió Marruecos la noche del 8 de septiembre de 2023 a las 23:11 (hora local) fue una experiencia inédita para muchos de los participantes de la 10ª Conferencia Internacional de la Red Mundial de Geoparques.

A pesar de que el epicentro del terremoto estaba a unos 75 km de Marrakech, sede de la conferencia, el temblor fue tan fuerte que en muchos hoteles donde se hospedaban los participantes, se agrietaron paredes y columnas. En la ciudad antigua, algunas paredes se derrumbaron y algunos edificios colapsaron por completo. Varios grupos de participantes tuvieron que cambiar de hotel debido a los daños. Sin embargo, afortunadamente, ninguno de los participantes resultó herido. Hasta el 18 de septiembre, el número total de muertes superó las 2,900, mientras que más de 5,600 personas resultaron heridas. Muchas de ellas son residentes de las zonas montañosas en las Montañas del Alto Atlas, cerca del epicentro del terremoto. Nos solidarizamos con todas las víctimas.

La Red Mundial de Geoparques (GGN) ha formado un grupo de trabajo para riesgos geológicos, en el cual participan representantes de redes regionales. Hemos estado trabajando en la reducción del riesgo de desastres naturales que cada Geoparque podría enfrentar y compartiendo información. El año pasado, en el Día Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres Naturales, las actividades de cada red regional se presentaron a través de la web de las Naciones Unidas.

Con respecto al terremoto marroquí que experimentamos, es importante compartir nuestro conocimiento y experiencias con todos los Geoparques. Nos gustaría aprovechar esta oportunidad para sugerir que todas las partes interesadas comprendan el importante vínculo entre los riesgos naturales y los Geoparques, y que todos podamos tomar medidas para mitigar los desastres.

Bajo esta perspectiva, hemos recopilado información y datos relacionados con el terremoto de Marruecos de magnitud 6.8 y nos gustaría compartirlo con todos ustedes para comprender mejor el peligro específico, su riesgo y el desastre que ha causado.

### **Principales Características del Terremoto de Magnitud 6.8 en Marruecos**

El 8 de septiembre, el Terremoto de Oukaïmedene (nombre dado por el USGS) ocurrió dentro de la placa africana en las Montañas del Alto Atlas (Fig. 1). Esta ubicación se encuentra aproximadamente a 500 km al sur del límite de la placa euroasiática-africana (Nubia), donde la placa africana se desliza lateralmente hacia la placa euroasiática a una velocidad de 3.6 mm/año hacia el oeste y el suroeste. Este deslizamiento lateral y la convergencia simultánea de ambas placas crean una gran cantidad de fallas inversas en dirección este-oeste (Fig. 2).

El terremoto tuvo su epicentro a aproximadamente 75 km al suroeste de la ciudad de Marrakech y ocurrió a una profundidad de 10 a 30 km. El terremoto se sintió intensamente en todo el norte de Marruecos, así como en Portugal y España (Fig. 3). La intensidad registrada fue muy fuerte (8 en la Intensidad Modificada de Mercalli, MMI) en las Montañas del Alto Atlas y moderada (MMI 6 a 6.5) en la ciudad de Marrakech. Este terremoto fue causado por el desplazamiento de una gran superficie (plano de falla) de aproximadamente 60 km<sup>2</sup> que se movió instantáneamente durante el desarrollo del terremoto (Fig. 4).



## Impacto en los Edificios

El impacto difiere según la distancia al epicentro, la topografía y geología local, el diseño de ingeniería de los edificios, la idoneidad de los sitios y la integridad de los edificios antiguos o con estructuras deficientes, entre otros factores.

Marrakech está ubicada en tierras bajas, y a unos 75 km del epicentro, los edificios siguen intactos o con daños leves, excepto en parte de la zona residencial antigua de la ciudad (Fig. 5). Los edificios diseñados estructuralmente solo sufrieron daños menores, no estructurales, como grietas entre edificios o entre columnas y paredes. Las casas relativamente antiguas, especialmente aquellas sin estructuras (de muros), sufrieron el colapso parcial de paredes o la destrucción total de torres o techos. El número de víctimas fue relativamente bajo.

Por otro lado, en las áreas montañosas, especialmente en los pueblos cerca del epicentro, las casas y edificios quedaron destruidos o gravemente dañados. Algunos de los factores que causaron daños son el diseño de casas hechas de ladrillos sin pilares estructurales, según los estándares locales, sin considerar el sacudimiento del terremoto y la antigüedad de las estructuras. Muchos edificios construidos en áreas inclinadas fueron destruidos o gravemente dañados debido a deslizamientos de tierra o caídas de rocas. Un breve estudio a lo largo de los valles de las Montañas del Alto Atlas, desde Ourika hasta Siti Fadma, a unos 70 km al este del epicentro, muestra numerosos desprendimientos de rocas que causaron graves daños a edificios o bloquearon carreteras (Fig. 6).

## Nuestra Solidaridad y los Peligros Naturales Recientes

La GGN emitió una declaración para la 10ª Conferencia, expresando sus condolencias a las víctimas, agradeciendo a quienes estuvieron involucrados en la gestión su respuesta inmediata tras el terremoto, y apelando a la solidaridad y unidad de los Geoparques Mundiales, manteniéndose cerca del pueblo marroquí.

En los últimos años, el calentamiento global ha influido en una creciente proliferación de desastres naturales: huracanes, lluvias torrenciales, deshielo de glaciares y desertificación debido a eventos climáticos extremos. Los desastres naturales inherentes a la Tierra, como terremotos, tsunamis y erupciones volcánicas, también continúan ocurriendo. Estos peligros naturales han causado desastres en muchas partes del mundo, incluidos los territorios de los Geoparques Mundiales de la UNESCO, como deslizamientos de tierra, inundaciones a gran escala e incendios forestales, sequías, olas de calor y escasez de agua. Además, existen más y más casos en los que estos fenómenos están interrelacionados o causan desastres compuestos o en cascada.

Los Geoparques están destinados a disfrutar, proteger y utilizar el patrimonio geomorfológico y geológico que es la prueba viva de la Tierra. Para ello, es necesario comprender la historia del planeta y la relación entre los humanos y la naturaleza y el medio ambiente en el pasado. Por lo tanto, es imperativo comprender –tanto como sea posible– los mecanismos de los desastres naturales, ya sean de origen geofísico o por cambios globales, y prepararse para ellos.



## **La propuesta del Grupo de Trabajo de la Red Mundial de Geoparques sobre Riesgos geológicos.**

Además del Día Internacional de la Geodiversidad el 6 de octubre, se establece el **13 de octubre como el Día Internacional para la Reducción del Riesgo de Desastres Naturales.**

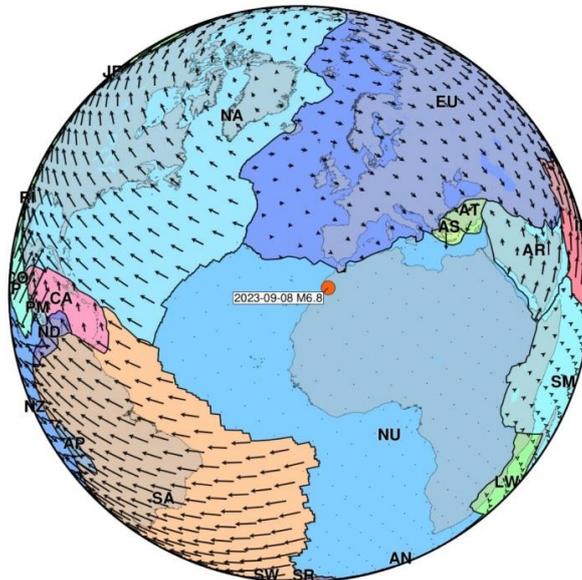
El tema de este día internacional se alinea con el **Marco de Sendai** (2015-2030) [https://www.unisdr.org/files/43291\\_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf)

Es el acuerdo internacional para prevenir y reducir pérdidas en vidas, medios de vida, economías e infraestructura básica.

El Marco de Sendai forma parte de los **Objetivos de Desarrollo Sostenible** (ODS) como un elemento clave para minimizar el sufrimiento humano causado por desastres naturales y apoyar el desarrollo sostenible. La estrategia de la Red Mundial de Geoparques fomenta celebrar y promover las actividades relacionadas con los días internacionales en cooperación con las comunidades de Geoparques de todo el mundo.

Desarrollaremos actividades con las personas que viven en los Geoparques para comprender la historia y los riesgos naturales en cada territorio, con actividades de educación y concienciación para la mitigación de desastres producidos por la naturaleza, y –donde sea necesario– con simulacros de evacuación y otras medidas adicionales.

(S. Nakada, C. Fassoulas e I. Komoo, 23 de septiembre de 2023)



La **Figura 1** muestra el epicentro del terremoto y los límites de las placas en el globo terráqueo. Los movimientos relativos hacia la placa africana se representan como vectores. (©USGS)

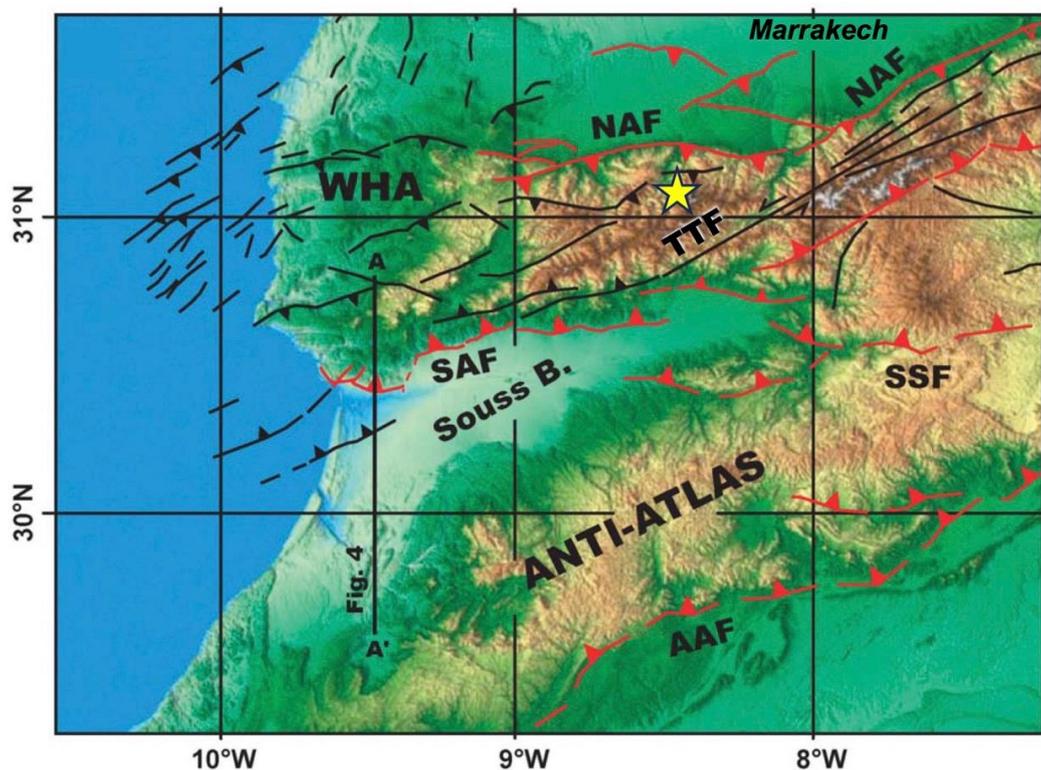


Figura 2: Sistema de Fallas en la Parte Occidental de las Montañas del Alto Atlas (WHA) y su Rama Suroeste (Anti-Atlas) y el Epicentro del Terremoto del 8 de Septiembre. Se presenta el sistema de fallas en la parte occidental de las Montañas del Alto Atlas (WHA) y su rama suroeste (Anti-Atlas), así como la ubicación del epicentro del terremoto del 8 de septiembre (estrella amarilla). Se identifican varias fallas, incluyendo la TTF (Falla Tizi'N'Test), NAF (Falla del Atlas Norte), ASF (Falla del Atlas Sur), SSF (Falla de South Siroua), y AAF (Falla del Anti-Atlas). Las líneas con cabezas de flecha representan fallas inversas, y las fallas activas están resaltadas en rojo. (Adiciones a la Figura 3a en Sébrier et al., 2006, C. R. Geociencias, 338(1-2), pp. 65-79. <https://doi.org/10.1016/j.crte.2005.12.001>).

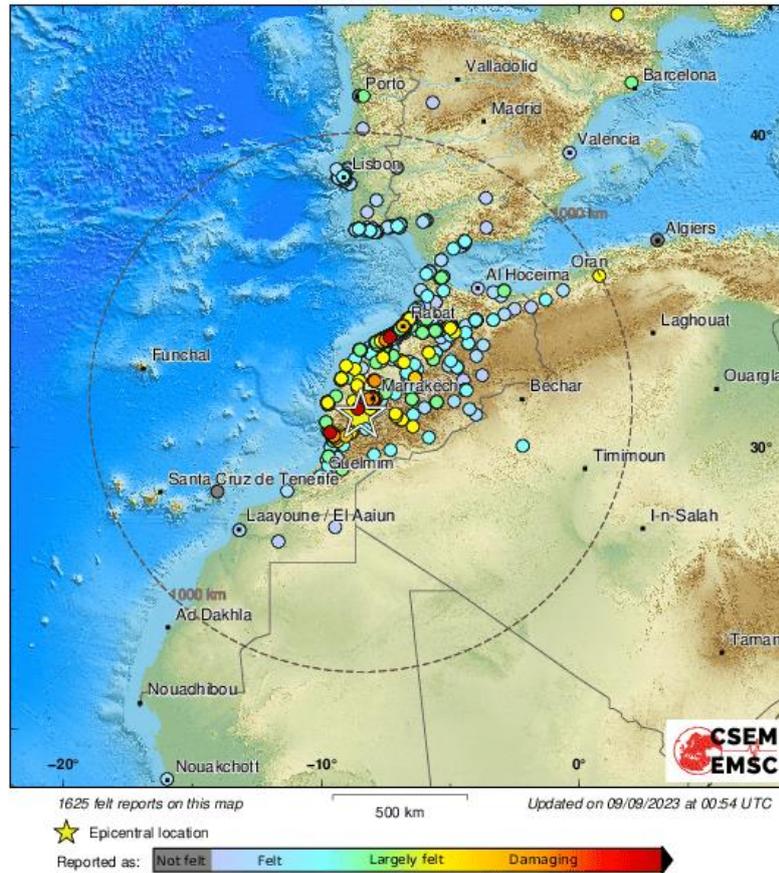
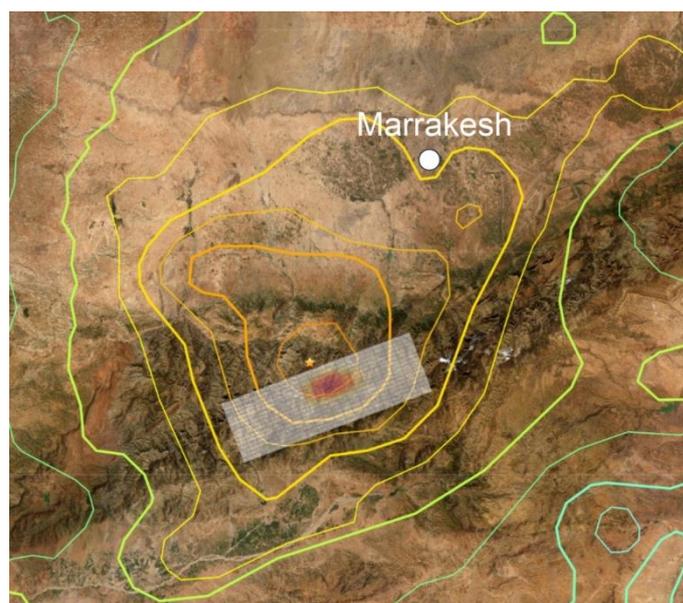


Figura 3: Mapa de Informes de Sensación del Terremoto del 8 de Septiembre por EMSC



En la Figura 4, se representan los contornos de intensidad y el plano de falla desplazado (rectángulo blanco) proyectado en la superficie terrestre del terremoto del 8 de septiembre. La parte coloreada en el rectángulo representa el área desplazada. El modelo fue proporcionado por el USGS. (<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us7000kufc/finite-fault>).



La Figura 5 ilustra los impactos del terremoto del 8 de septiembre en edificios en Marrakech. A) Edificio colapsado en la plaza Djemaa el Fna, en la ciudad antigua (11 de septiembre de 2023). B) Casa colapsada en la zona residencial (Rue de la Bahía) de la ciudad antigua (11 de septiembre de 2023). C) Pared agrietada del salón de conferencias Geopark 2023, Complexe Culturel et Administratif des Habous (10 de septiembre de 2023).



Figura 6: Impactos del Terremoto del 8 de Septiembre en las Montañas del Alto Atlas

La Figura 6 muestra los impactos del terremoto del 8 de septiembre en las Montañas del Alto Atlas. A) Rocas bloqueando una carretera (probablemente cerca de Okimden, a unos 40 km al sur de Marrakech, el 11 de septiembre de 2023). Fuente: Maroc Defender (@Empirechrifien1). <https://twitter.com/Empirechrifien1/status/1700845696864117238>. B y C) Depósito de deslizamiento de tierra (acumulación de bloques de roca) que destruyó edificios, fotografiado a lo largo del cañón desde Ourika hasta Siti Fadma (11 de septiembre de 2023).