



Universidad de Valladolid

**GRADO EN GEOGRAFÍA Y ORDENACIÓN DEL
TERRITORIO**

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA

**FACTORES DEL RIESGO SÍSMICO. ESTUDIO
COMPARADO**

Trabajo Fin de Grado

Autora:
Noelia Gaona Vázquez

Tutor:
Carlos G. Morales Rodríguez

**Facultad de
Filosofía y Letras**
Universidad de Valladolid

Junio de 2024

RESUMEN

Se entiende por terremoto al temblor y movimiento del suelo causado por el desplazamiento de la corteza terrestre. Este fenómeno puede tener muchas repercusiones en un territorio, afectando a la población, a la actividad económica y a las infraestructuras. La falta de preparación por parte de los países ante los desastres naturales es uno de los principales motivos por los que un territorio acaba siendo más vulnerable, especialmente en áreas donde no están acostumbrados a que se produzcan eventos sísmicos. Por ello, en este estudio se pretende analizar y comparar la vulnerabilidad y la respuesta de emergencia que hubo en el terremoto de Lorca (España) en 2011 y el terremoto de Marruecos en 2023, contrastando al mismo tiempo un país desarrollado, con otro en vías de desarrollo.

Palabras claves: [Terremoto, vulnerabilidad y población].

ABSTRACT

An earthquake is understood as the shaking and movement of the ground caused by the displacement of the Earth's crust. "This phenomenon can have many repercussions on a territory, affecting the population, economic activity, and infrastructure. The lack of preparation of countries in the face of natural disasters is one of the main reasons why a territory becomes more vulnerable, especially in areas not accustomed to seismic events. Therefore, this study aims to analyze and compare the vulnerability and emergency response to the 2011 earthquake in Lorca (Spain) and the 2023 earthquake in Morocco, while contrasting a developed country with a developing one.

Keywords: [earthquake, vulnerable y population].

Índice del TFG

1. Introducción.....	7
2. Objetivos.....	8
3. Marco teórico	9
4. Metodología	12
5. Características de las zonas de estudio	16
5.1 Caracteres geológicos	17
5.2 Caracteres sísmicos.....	23
5.3 Valoración comparada de los terremotos	27
6. Los Factores de la vulnerabilidad.....	30
6.1 Dinámicas demográficas	30
6.1.1 Población.....	31
6.1.2 Densidad y distribución de la población.....	32
6.1.3 Estructura de edad	35
6.1.4 Poblamiento.....	40
6.2 Aspectos socioeconómicos	43
6.3 Infraestructuras.....	47
6.3.1 Tipología de edificaciones.....	47
6.3.2 Red de transporte	57
7. Gestión del riesgo y respuestas	61
7.1 Normas sismorresistentes y planes para la gestión de desastres.....	61
7.2 Actuaciones y ayudas	64
7.3 Reconstrucciones	68
8. Resultados.....	70
9. Conclusión.....	72
10. Índice de figuras.....	73
11. Índice de tablas	74
12. Índice de gráficos	75
13. Bibliografía	75

1. Introducción

Según la ONU cerca de 1,35 millones de personas perdieron la vida en los últimos 20 años como consecuencia de los fenómenos naturales, que han dado lugar a desastres naturales. (Noticias ONU; 2016)

Los terremotos en las zonas mediterráneas, así como en el noroeste de África, ocurren de manera esporádica, y como consecuencia el ser humano se olvida o minimiza del riesgo. Esto lleva a que las construcciones y planeamientos urbanísticos no tengan en cuenta el riesgo sísmico, dejando al territorio mal preparado, indefenso ante un evento de esta categoría. Pero no es solo una cuestión de percepción social del medio físico como un medio peligroso, pues los estados elaboran procedimientos de protección más o menos eficaces. En Marruecos, la primera norma de construcción sísmica se creó en el año 2000. En España, la normativa de construcción sísmica se inició en 1994 en especial en las zonas más propensas a tener terremotos, como es el caso de Lorca. Sin embargo, existe un gran quebrantamiento de la normativa en estas zonas, en gran medida por no promover su implantación ni sancionar su incumplimiento como se debería en las infraestructuras nuevas, a ello hay que añadir que estas normas no se aplican a las construcciones anteriores a la aprobación de la norma, por lo que su eficacia será menor. A la vez, existen diferencias entre las normas sísmicas de las dos zonas a estudiar. En el caso de España, las normas se centran en las innovaciones tecnológicas y cumplen unos estándares más precisos. Por su parte, Marruecos cuenta con unas normas menos evolucionadas y más centradas en el contexto local. Al contrario, en países donde los terremotos ocurren frecuentemente, caso de Japón, por ejemplo, las normativas sismorresistentes, están diseñadas para garantizar la seguridad siguiendo una serie de estándares muy altos en la construcción.

Esto pone de manifiesto que, si habitualmente se dimensionan las catástrofes como un reflejo directo de la magnitud sísmica, no es extraño observar cómo terremotos de poca magnitud generan intensidades grandes y viceversa. Así, sociedades bien preparadas, son capaces de amortiguar las consecuencias y evitar que incluso grandes terremotos generen grandes desastres. Y es que los efectos de un riesgo natural y en este caso concreto, del riesgo sísmico, con frecuencia tienen que ver más con la exposición y la vulnerabilidad de la población que con los caracteres y parámetros físicos del evento.

Se trata, en consecuencia, de valorar aquellos aspectos, estudiar el peso que tienen esos factores que podríamos considerar “humanos” en la generación de un desastre.

2. Objetivos

Existe un debate entre quienes sostienen que los efectos causados por los riesgos naturales están asociados a las características de las sociedades, es decir, a la dimensión social de la catástrofe, y aquellos que piensan que los efectos se relacionan más con el medio natural y la magnitud del riesgo. Pues bien, el pensamiento de los primeros se ve reforzado cuando ocurre un desastre natural en áreas menos desarrolladas, donde las condiciones suelen ser más precarias, y las pérdidas humanas tienden a ser más significativas que las pérdidas económicas, independientemente de las características del riesgo o del medio natural donde ocurra. Por tanto, es importante considerar la dimensión social al analizar una catástrofe.

Los riesgos ocurridos en Marruecos (2023, Al-Hauz) y en Lorca (2011, Murcia) ofrecen la oportunidad de realizar un análisis comparativo que permita examinar las dimensiones que han tenido dichos riesgos, buscando criterios de diferenciación y similitud en sociedades distintas. Para ello, se trabajará con los aspectos vulnerables, abarcando todas las características de una sociedad que, al ser más vulnerables, hacen que su exposición ante un riesgo sea más peligrosa. Para saber la vulnerabilidad de un territorio ante un riesgo, no solo se debe incluir aspectos como la población o infraestructura, sino también aspectos como la prevención, preparación, normativas, capacitación, etc. De esta manera se evaluará cuál de las dos sociedades es más vulnerable ante un riesgo, en este caso, sísmico. Fortaleciendo así el argumento de que los efectos de los riesgos dependen más del tipo de sociedad a la que afecte. Cuanto más preparado esté un territorio, menos vulnerable es, independientemente del medio donde se encuentre o de la magnitud de este.

3. Marco teórico

No se puede saber cuándo ocurrirá un evento catastrófico, pero si se puede reducir la vulnerabilidad mediante el estudio y la preparación de la sociedad. En este trabajo se analizarán algunos de los factores de riesgo de los dos terremotos.

Se entiende por **riesgo** a la probabilidad de que ocurra un fenómeno natural independiente al hombre, que cause daños y pérdidas. En este caso se está ante un riesgo geológico de origen interno, como son los sismos. Este evento dará lugar a un desastre natural, cuando sus efectos no se pueden afrontar solo con los recursos del propio lugar, sino que necesitan ayuda externa. Cuando ocurre un desastre se generan alteraciones en las comunidades con distintos grados, es decir, en unas zonas más que en otras, como daños físicos o daños en las infraestructuras, pérdidas humanas, entre otros. Pues esto nos dirige a la vulnerabilidad. A partir de los 2000 la ONU comienza a estudiar los desastres naturales, centrándose más en la vulnerabilidad. *“pues ya no se entiende la sociedad como un factor pasivo, sino activo en la formación del riesgo”* (Gellert de pinto. G; 2012).

La gravedad del riesgo se calcula mediante sus factores de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad, a esto se le llama *“ecuación del riesgo”* (ONU 1970).

Fig. 1. Evolución del concepto del riesgo en función de los decretos de las Naciones Unidas.



Fuente: Rosales-Veitia, J. (2021).

Por lo tanto, hoy en día se habla de riesgo cuando existe una **peligrosidad**, probabilidad de que ocurra un fenómeno natural que puede ser dañino en un momento y lugar concretos. Para ello se tendrá en cuenta algunos factores como la distribución

espacial (lugares donde ocurren los eventos) y temporal (como varían los eventos en el tiempo) del suceso o el periodo de retorno (tiempo medio entre sucesos independientes); una **exposición**, entendido como todos los elementos (personas, bienes y actividades) que pueden llegar a ser afectados por el fenómeno natural; y una **vulnerabilidad**, pues es un concepto complejo que no solo va asociado con la persona, sino también, con el entorno y sus condiciones. Por ello, se habla de poblaciones vulnerables al referirse a personas que, por las condiciones de su entorno, son más propensas al daño. Feito divide la vulnerabilidad en dos corrientes: la vulnerabilidad antropológica y la vulnerabilidad social. (Feito, L. 2007). Del mismo modo y en las mismas corrientes lo enfoca Liedo, la vulnerabilidad antropológica, hace referencia a que el ser humano no es inmortal, es frágil y puede ser ya dañado fácilmente. La vulnerabilidad social, se centra en los espacios de vulnerabilidad donde existen desigualdades por las condiciones desfavorables (Liedo, B. 2021).

M. Kottow define “vulnerabilidad” como la condición humana de fragilidad que todos compartimos. Mientras que utiliza el término “susceptibilidad” para referirse a las necesidades que predisponen al sufrimiento y amenazan con daño (Kottow, MH 2003). Para este trabajo se podría definir la vulnerabilidad (o susceptibilidad según Kottow, 2003) cómo el daño que puede sufrir todo lo expuesto a un peligro, en este caso un terremoto. La vulnerabilidad puede variar según el contexto geográfico o socioeconómico, es más alta en países en vías de desarrollo, y más baja en países desarrollados debido a sus diferencias en las infraestructuras, economía, políticas, respuestas ante el desastre, etc.

Conocer la vulnerabilidad que existe en una sociedad y territorio es una tarea compleja. Son infinidad de factores que pueden intervenir en su valoración. Nos centraremos para su caracterización en aquellos más visibles ante un riesgo sísmico, como son las condiciones socioeconómicas, en los aspectos demográficos y en la forma en la que cada sociedad ocupa y se establece en el territorio. Unos definen una vulnerabilidad que podemos considerar endógena, que se refiere a factores internos de un territorio, como es la estructura demográfica, economía, recursos; y junto a ella, una vulnerabilidad exógena, que son todos los daños debido a factores externos y como estos afectan en la sociedad. En este trabajo se analizará la vulnerabilidad exógena de

los dos terremotos, de este modo se tendrá una visión más global de la capacidad de Marruecos y de Lorca para recuperarse ante un factor externo (Castilla, R. 2019).

Si no existe alguno de estos tres factores explicados (peligrosidad, exposición y vulnerabilidad) el riesgo no existiría.

$$R = P \times E \times V$$

Por consiguiente, para que exista un riesgo sísmico, tiene que haber una relación directa entre la peligrosidad sísmica, la exposición sísmica, y la vulnerabilidad sísmica. Por lo que un **riesgo sísmico** son las consecuencias sociales y económicas causadas por un terremoto, evaluado normalmente mediante matrices de probabilidad. El primero de los factores del riesgo sísmico es la **peligrosidad sísmica**, entendida como la probabilidad de que ocurra un terremoto en un momento y un lugar determinado que cause otros fenómenos secundarios, como son deslizamientos de la tierra, rupturas de falla o inundaciones, entre otros. La dimensión y distribución de éstos depende de las características del terremoto, entre las que se puede destacar la magnitud (definida por primera vez por el profesor Richter) entendida como la medida cuantitativa del tamaño de un terremoto, y está relacionada con la liberación de la energía; la intensidad, entendida como los efectos de las ondas sísmicas en la superficie, es medida mediante la escala modificada de Mercalli (MMI) o la escala macrosísmica europea (EMS), que va desde una intensidad representada en números romanos de I a XII ; o los mecanismos focales, utilizados para estudiar los distintos tipos de falla, que interpretan en representaciones bidimensionales de una falla y cómo se mueve durante el sismo. Además, hay que considerar que éstos pueden ser simples (un terremoto) o complejos (varios terremotos asociados a la misma falla). El segundo factor sísmico es la **exposición sísmica**, representa la densidad de personas, el número de infraestructuras y las actividades en un territorio que pueden ser dañados ante el terremoto; como tercer y último factor está la **vulnerabilidad sísmica**, definida como el daño que el terremoto puede causar a un territorio. Habitualmente medida como el porcentaje de pérdida o a través de indicadores de vulnerabilidad dependiendo de su población, estructuras y economía, entre otros. Esta se distingue en rangos que van desde zonas, estructuras o grupos de población nada vulnerables a muy vulnerables.

Son pues tres los factores esenciales de vulnerabilidad que se van a analizar y comparar entre el terremoto de Lorca y el de Marruecos. La población (indica las personas expuestas, la respuesta de emergencia y la recuperación), los aspectos socioeconómicos (nos indican la preparación, la respuesta y la recuperación) y las infraestructuras (nos indican la calidad del territorio y su rápida o lenta recuperación). En conclusión, con el estudio de estos factores, se va a poder apreciar las desigualdades que existen ante un terremoto en dos sociedades diferentes atendiendo a como los efectos se deban más a uno u otro de ellos.

4. Metodología

Para el análisis comparativo, se ha partido del estudio de dos eventos, separados en el tiempo y afectando a dos sociedades de caracteres muy contrastados: el conocido como terremoto de Lorca, sufrido el día 11 de mayo de 2011 y el que se registró en Marruecos, el 8 de septiembre de 2023. En el de Murcia, España, resultó más dañada la ciudad de **Lorca**, donde se encontraba el epicentro a poca profundidad, lo que hizo que los daños fueran más severos. En el caso de **Marruecos**, el terremoto afectó a una zona más amplia destacando las provincias de Al Haouz, lugar del epicentro que provocó graves daños; Marrakech, Chichaoua, Ouarzazat y Taroudant, zonas que sufrieron graves repercusiones debido a la magnitud e intensidad del terremoto.

Se eligieron estas áreas tras un análisis exhaustivo debido a la severidad de los daños ocasionados. Para poder ver las dimensiones del desastre, y comparar cuál de las dos zonas puede salir más dañada ante un riesgo sísmico, nos centramos en la vulnerabilidad que existe en todo lo expuesto. De esta manera, se permitirá una comparación más efectiva de la vulnerabilidad en cada evento.

Otro aspecto crucial para la realización del estudio fue localizar las zonas geológicas del terremoto y las características de estos, por ello fue lo primero que se realizó, y a la vez fue la información más fácil de encontrar en comparación con los aspectos de vulnerabilidad. Las características de los dos terremotos se encontraron en

el Instituto Nacional de Estadística (INE), donde se proporcionaron datos sobre la magnitud, intensidad y mecanismos focales, entre otros.

Respecto a su geología, en Marruecos se encontró información en diversos estudios de universidades como la de Burgos y la de Zaragoza, que estudiaron el Atlas, así como revistas científicas y estudios geológicos tanto de universidades de España como de estudios de Marruecos.

En Lorca, la información era mucho más amplia. Se encontraron estudios geológicos realizados por muchas universidades, ya que se trata de una zona de interés sísmico, también se consultaron libros publicados por el Instituto Tecnológico GeoMinero de España, centrados en el estudio de la peligrosidad y vulnerabilidad sísmica en Lorca, así como distintos artículos científicos.

Los datos que se han podido obtener en el estudio de los aspectos de vulnerabilidad, ya nombrados, son:

- **La población, estructura de edad, densidad de población y el poblamiento.** En la comparación de los resultados para observar cuál de los factores tuvo más influencia en los efectos en la sociedad, en unos casos económicos, en otros sanitarios, etcétera. Los datos obtenidos de Lorca han sido del Instituto Nacional de Estadística (INE). En el caso de Marruecos la información se ha obtenido a través de *Haut-Commissariat Au Plan* (organismo encargado de producir, analizar, y publicar datos estadísticos de Marruecos, es el equivalente al INE español) y un informe realizado por ese organismo donde se centran en los aspectos que afectaron al terremoto (*Profil sociodémographique de la zone sinistrée suite au tremblement de terre survenu au Maroc le 8 septembre 2023; Haut-Commissariat Au Plan*)
- **Los aspectos socioeconómicos**, en los que se ha enfocado el respuestas de las personas cuando sucede un acontecimiento de este calibre, del mismo modo las personas que cuenten con más estudios y que tengan formación en **medidas de prevención** ante los desastres naturales, serán menos vulnerables, pues sabrán cómo actuar. Otro de los aspectos en los que se ha enfocado es en el **desempleo o paro**, siendo los más vulnerables los territorios que cuenten con menos empleo, además, la **reconstrucción** ante este tipo de eventos es cara, y no todos

pueden permitírsela, aunque cuenten con ayudas. La información se obtuvo del INE y la web del Ayuntamiento de Lorca, en Lorca y en el *Haut-Commissariat Au Plan* y el informe ya nombrado en Marruecos.

- **Las infraestructuras también han sido objeto de estudio**, haciendo hincapié en las **edificaciones** y qué materiales se han utilizado en su construcción, para conocer el índice de vulnerabilidad que tienen. Se verá como arquitectos y medios de comunicación culpan al tipo de material de construcción en Marruecos, pero si se compara con Lorca (Murcia) que en sus construcciones utilizan hormigón se puede ver diferencias significativas, Lorca sufría un terremoto de magnitud inferior y se derrumbaron muchos edificios. En este apartado se ha incluido la **red de transporte**, destacando la **red de carreteras** y la **red ferroviaria**. Aspecto importante para el estudio de la vulnerabilidad de un territorio, puesto que el bloqueo de salidas o entradas para las evacuaciones y los rescates serán más complicados de realizar, lo que lleva a que pueda haber más pérdidas humanas de las que ha causado el mismo terremoto. En Lorca un informe proporcionado por el Instituto Geográfico Nacional, IGN, (informe del sismo de Lorca del 11 de mayo de 2011; IGN) muestra los daños en la arquitectura, la red de carreteras y edificaciones en la web del Ayuntamiento donde tienen toda la información de las infraestructuras y de los barrios de la ciudad, así como del INE donde se obtendrá el número de infraestructuras de la ciudad, la evolución de estos y su edad. En el caso de Marruecos la información de las infraestructuras que se pudo encontrar fue principalmente del *Haut-Commissariat Au Plan* y del informe sobre el terremoto.

El último apartado en el que se comparan los dos terremotos se enfoca en cómo estos dos países, uno en vías de desarrollo y otro, siendo un país desarrollado han gestionado el desastre y cómo han respondido ante él en el periodo de un año. Utilizar este umbral temporal permitirá una comparación más exacta, para compensar el desfase que hay en la evolución post-desastre entre dos eventos tan separados en el tiempo. Se hará una comparación de las reconstrucciones llevadas a cabo tras un año, y se valorarán de las políticas que existían en el momento del terremoto. La mayoría de los países entre los que se encuentran Marruecos y España no dan tanta importancia a “los

riesgos sísmicos”, pues suele ocurrir que el interés y la preocupación depende de la frecuencia con la que se manifiesten. También, se entiende porque las inversiones en protección suelen ser costosas y a veces pueden tener impactos sociales, económicos y ambientales importantes que se suele evitar afrontar. Así, en muchos casos o los edificios no aplican **normas de construcción sísmicas** o la población no está preparada para que esto suceda, esto hace que el riesgo aumente. En el caso de Marruecos cuando ocurrió el terremoto en Marrakech muchas personas pensaron que era una bomba y se refugiaron en los primeros edificios que veían, en vez de ir a los espacios abiertos más cercanos donde es más difícil sufrir daños al estar seguros de que nada puede caer encima. Por ello, tras el terremoto se está intentando concienciar a la población de que las catástrofes pueden suceder, aunque no sean zonas propensas a ello. La información con la que se ha trabajado en este último apartado ha sido con las normas sismorresistentes de cada país. En el caso de Lorca con las normas sismorresistentes NCSE-02 y en el caso de Marruecos con *Le Reglement De Construction Parasismique (RPS 2002)* y *(RPS 2011)*.

Los aspectos de vulnerabilidad y gestión del riesgo que se analizarán se han enfocado principalmente en función de la información disponible sobre el terremoto de Marruecos. Esto se debe a la falta de datos por su poca accesibilidad y a la falta de recursos en esa región. La información recopilada de Marruecos proviene en gran medida del *Haut-Commissariat Au Plan*. Sin embargo, esta información no está actualizada, su última actualización fue en el censo de 2014. En este contexto, el informe “*Rapport sur le seisme d’Al-Hauz*”, ayudó para entender y explicar algunos aspectos que se estudiarán.

En el caso del terremoto de Lorca la información disponible ha sido abundante y procedente de gran variedad de fuentes, lo que podría haber permitido un análisis más detallado del área de estudio. Sin embargo, esto también podría provocar una sobrevaloración de un caso frente al otro caso por tener más información, dificultando o sesgando la comparación entre las dos regiones.

Por ello en todo momento se han utilizado los datos disponibles en las dos áreas que permitieran esa comparación.

5. Características de las zonas de estudio

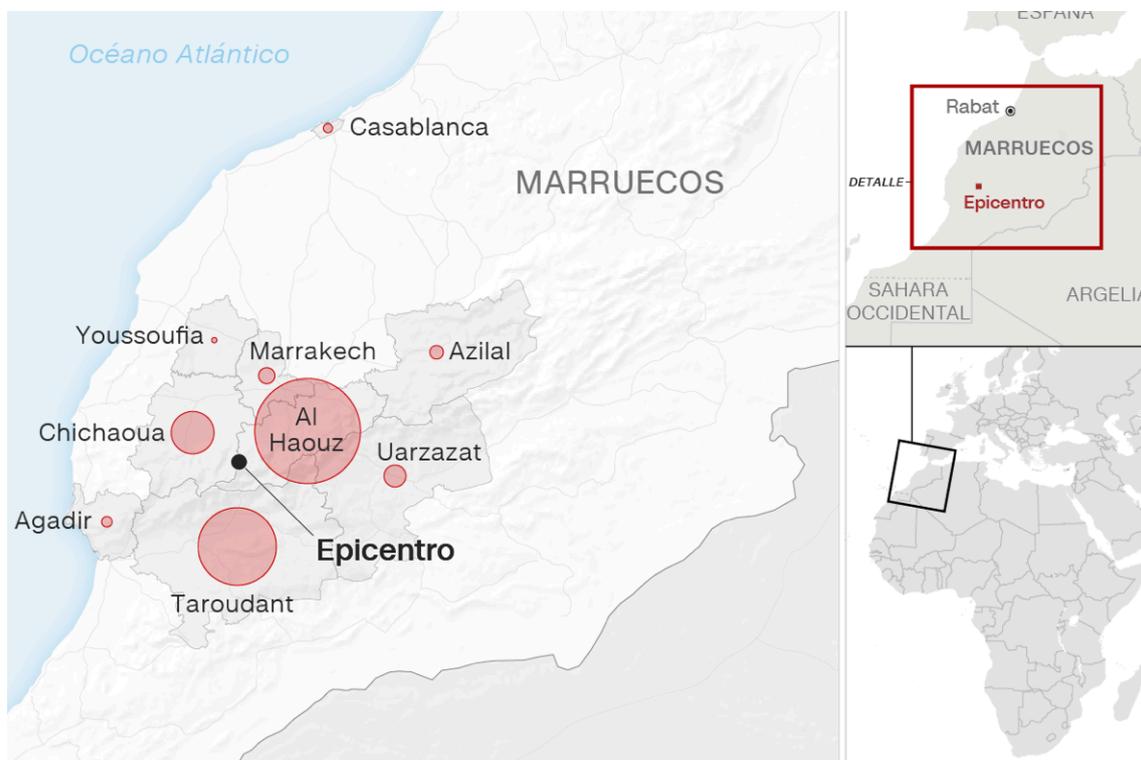
En este trabajo se analizarán dos áreas de estudio totalmente distintas, afectadas por terremotos distintos. Comenzaremos localizando las áreas para contextualizar el análisis. El primer terremoto se produjo en Lorca (Murcia, España) en 2011, *Figura 2*. El segundo ocurrió en Marruecos en 2023, en una zona mucho más amplia que abarca 5 provincias, las cuales se encuentran en tres regiones distintas, por un lado, Marrakech, Chichaoua y Al-Hauz que se encuentran en la región de Marrakech-Safi, por otro lado, Urzazat que se encuentra en la región de Draa-Tafilalet, y por último, Tarudant que se encuentra en la región de Sus-Masa, *Figura 3*.

Fig. 2. Mapa de localización de Lorca



Fuente: IGN (Instituto Geográfico Nacional)

Fig. 3. Mapa de localización de Marruecos



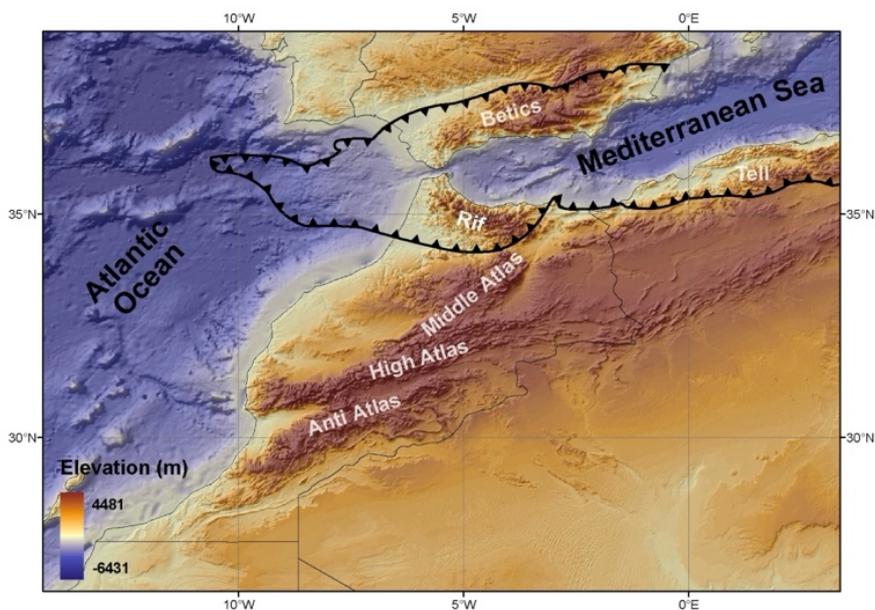
Fuente: Servicio Geológico de EE.UU (2023)

5.1 Caracteres geológicos

En la zona de Lorca nos encontramos en la **Cordillera Bética**, que constituye el extremo occidental del cinturón orogénico Alpino. Cuenta con cumbres de hasta 3.000 metros de altitud. Es una cadena montañosa que se dirige desde el golfo de Cádiz hasta Alicante y Baleares y se originó por el choque de dos placas tectónicas (euroasiática y africana) en el Terciario, momento en el que el relieve estaba dividido en islas separadas por pasillos marinos. Estas placas se aproximan por año entre 4 y 5 mm, pues esto crea una convergencia que hace que las fallas activas con el tiempo acorten notablemente el espesor de su corteza pudiendo así, crear terremotos de grandes magnitudes por la liberación de energía del esfuerzo acumulado. La **Cordillera Bética** se ha dividido siempre en dos zonas: la penibética y la subbética. Actualmente se divide en dos zonas geológicas, la externa, que se sitúa al norte, y que a su vez se divide en prebética y subbética, donde se encuentran las zonas de menor altitud; y la interna, al sur, donde se encuentra la zona penibética, lugar de las

cotas más altas. Además, también se pueden ver representadas las unidades de los Flyschs o unidades del campo de Gibraltar. “La estructura principal responsable del relieve son los **pliegues** junto a la compresión NNO-SSE y fallas normales” (Juan A. Vera, 2004).

Fig. 4. Cordillera bética y cordillera del atlas analizadas en este trabajo.



Fuente: De la tectónica de placas a la Cordillera Atlántica, María Luisa Arboleya. Teixell et al (2003).

En la comarca de Lorca hay dos estilos tectónicos; en primer lugar, los **cabalgamientos**, que afectan a los materiales Paleozoicos-Triásicos del dominio de Alborán (zona interna de la Cordillera Bética), estos predominaban en la Cordillera Bética durante el ciclo alpino, sus últimos movimientos ocurrieron en el Mioceno superior. Y, en segundo lugar, se encuentran las **fallas rectas y verticales**, las cuales marcan los valles y cuencas Neógeno-Cuaternarias, como la cuenca de Lorca, rellena por sedimentos neotectónicos y limitada por las Fallas de Aledo y los Cautivos, al NE y SW. La **Falla de Alhama de Murcia** es una zona de fracturación con dirección NE-SW, desde Huerca Overa hasta Alcantarilla, con un recorrido de 1000km. Su movimiento durante la época neotectónica fue vertical, levantando las Sierras de la Torrecilla y de la Tercia con respecto al Valle del Guadalentín. Esta elevación fue importante en el Mioceno superior y Pleistoceno inferior y medio. En ese momento destacó el movimiento por desgarre levógiro.

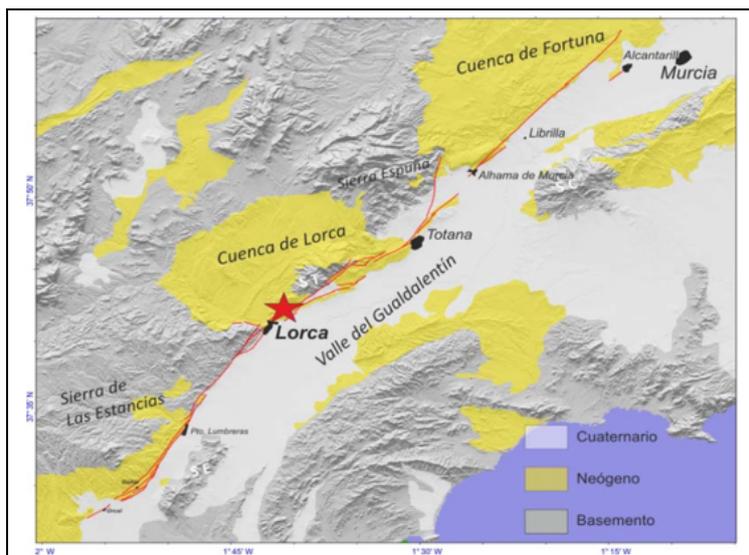
Fig. 5. Mapa geológico de la Cordillera Bética.



Fuente: García-Mayordomo et al., 2015; IGME, 2015.

En Lorca la falla causante del terremoto es la **Alhama de Murcia (FAM)**. Esta falla es de las más activas de la Península Ibérica y ha sido el objeto de muchos estudios paleosísmicos. Con un sentido SW-NE, en esta zona se produce un giro de la falla en sentido horario. Se divide en diferentes sectores, cuando ocurre un terremoto en una falla grande, no involucra a toda la falla, sino al sector correspondiente. El sector causante del terremoto de Lorca es el de **“Lorca-Totana”**.

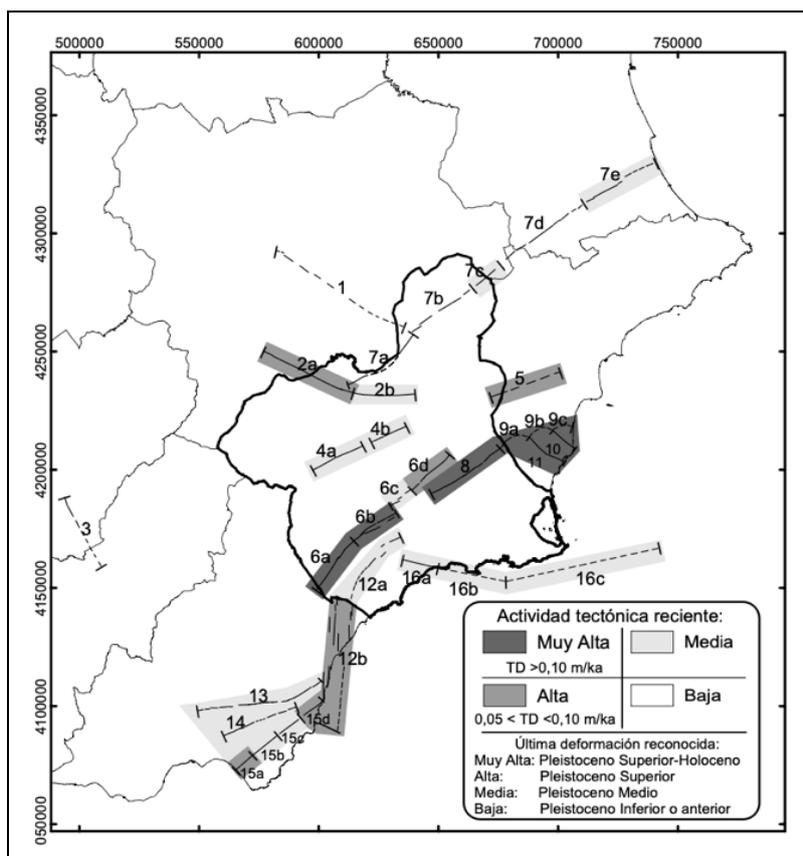
Fig. 6. Zona de estudio de la falla de la Alhama de Murcia y localización del epicentro.



Fuente: IGN 2011.

En las *figuras 5 y 6*, se observa cómo la ciudad de Lorca se encuentra en el centro de la línea de la falla **FAM**, por ello tuvo tantas repercusiones, ya que pasaba por debajo de la ciudad.

Fig. 7. Fallas de la región de Murcia. 6: Falla de Alhama de Murcia (6b: Lorca-Totana)



Fuente: IGN 2011.

En la *figura 7* se muestran las fallas existentes en toda la región de Murcia, así como su actividad tectónica. Las fallas se dividen desde una actividad tectónica muy alta, hasta una actividad tectónica baja. La **FAM** se distingue por tener una actividad tectónica muy alta, por lo que sus últimas deformaciones en los materiales han sido del Pleistoceno superior y Holoceno. Los materiales del sector “**Lorca-Totana**” son originarios del Neógeno-Cuaternario, el cual se encuentra dentro del Cenozoico, más concretamente del Mioceno superior-Plioceno inferior, donde encontramos margas calcarenitas y sedimentos detríticos. Estamos ante una **falla de desgarre**, estas fallas se originan por cizalladura con un movimiento horizontal levógiro en este caso. La **FAM** va desde Alcantarilla en Murcia hasta Góñar en

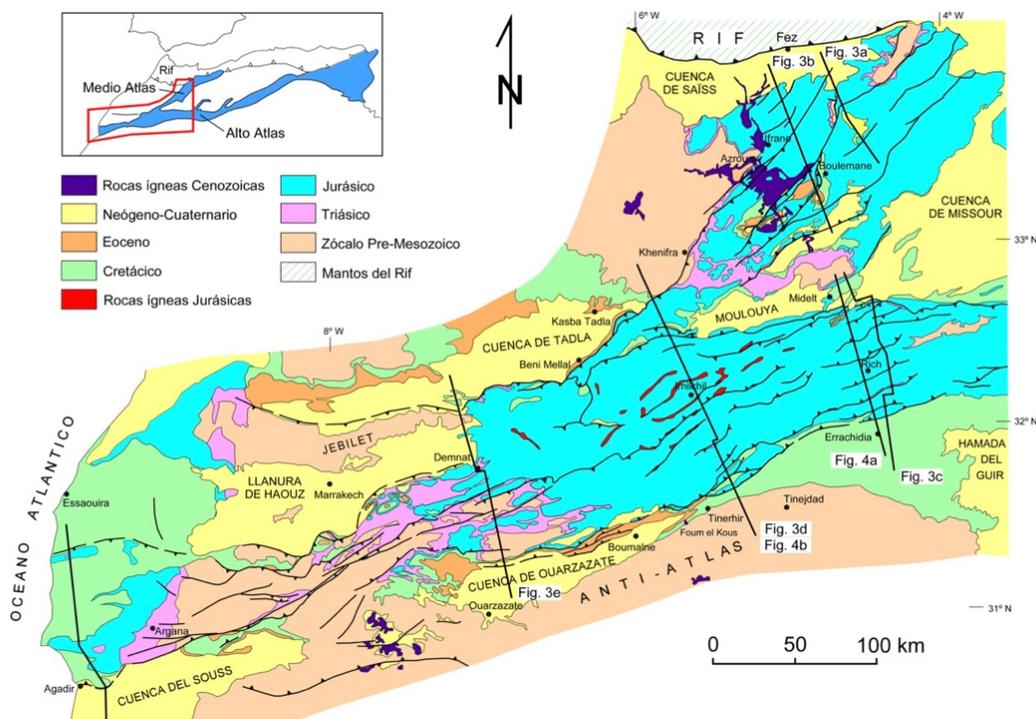
Almería. El tipo de suelo o de roca es importante, pues afecta a la amplificación de las ondas, el término municipal de Lorca se puede dividir en tres zonas (1992): la zona donde destacan las rocas o materiales duros, que corresponden al Paleozoico como son las cuarcitas o las pizarras; la zona de rocas blandas, destacando las margas, arcillas y conglomerados entre otros, son materiales del Terciario que cuentan con más peligrosidad sísmica que las rocas duras; y los materiales blandos, depósitos sedimentarios del Cuaternario, donde destacan algunos como los materiales de relleno o los aluviales.

El tipo de suelo afecta a la amplitud de la vibración, donde los materiales más blandos aumentan la vibración, siendo así más peligrosos. En el área de estudio del terremoto destacan en gran medida los materiales blandos (no rocosos) que son depósitos sedimentarios constituidos por gravas, arcillas, arenas, etc. Formados por terrenos del Cuaternario como las terrazas aluviales (sedimentos fluviales) que van depositando los acuíferos del alto y bajo Guadalentín a su paso, así como el río.

La zona marroquí estudiada es la **Cordillera Alpina del Atlas** que se extiende desde el Atlántico hasta el Mediterráneo, pasando por Marruecos, Argelia y Túnez, como consecuencia de un movimiento N-S de la placa africana respecto a la placa euroasiática. A las montañas del Atlas se las consideran cadenas intracontinentales formadas en el interior de la placa africana. Cuenta con 2500 km de longitud y una topografía muy alta, con cumbres de hasta 4000 metros de altitud. “Está formada por el acortamiento por compresión -dando lugar a pliegues- de una serie sedimentaria que se depositó durante el Triásico, Jurásico y Cretácico inferior. A su vez, está influida por la actividad diapírica, que ha estado en diferentes momentos de su evolución, justamente entre el Pliensbachiense y el Calloviense, debido a la carga litostática impulsada por la extensión, desarrollando la provincia salina del Atlas” (Torres. S; 2020). Esas cuencas Mesozoicas están compuestas por sedimentos similares a las que se encuentran alrededor de las Cordilleras Alpinas Mediterráneas, rodeadas de la meseta oriental y occidental y el **Anti-Atlas** del Precámbrico al Paleozoico (Chalouan, A. et al., 2023). La cordillera se empuja 1mm cada año. Esta se ha formado, al igual que la Cordillera Bética, por la obducción de las placas euroasiática y africana. Cuenta con una estructura sencilla. Sin zonas internas metamórficas. En ella se distinguen 3 áreas: dos con rocas Mesozoicas y Terciarias

deformadas por los pliegues y cabalgamientos, que son el **Alto Atlas** y el **Medio Atlas**, y otra formada por rocas del Triásico y Cretácico que es el **Anti-Atlas**.

Fig. 8. Mapa geológico de la Cordillera del Atlas



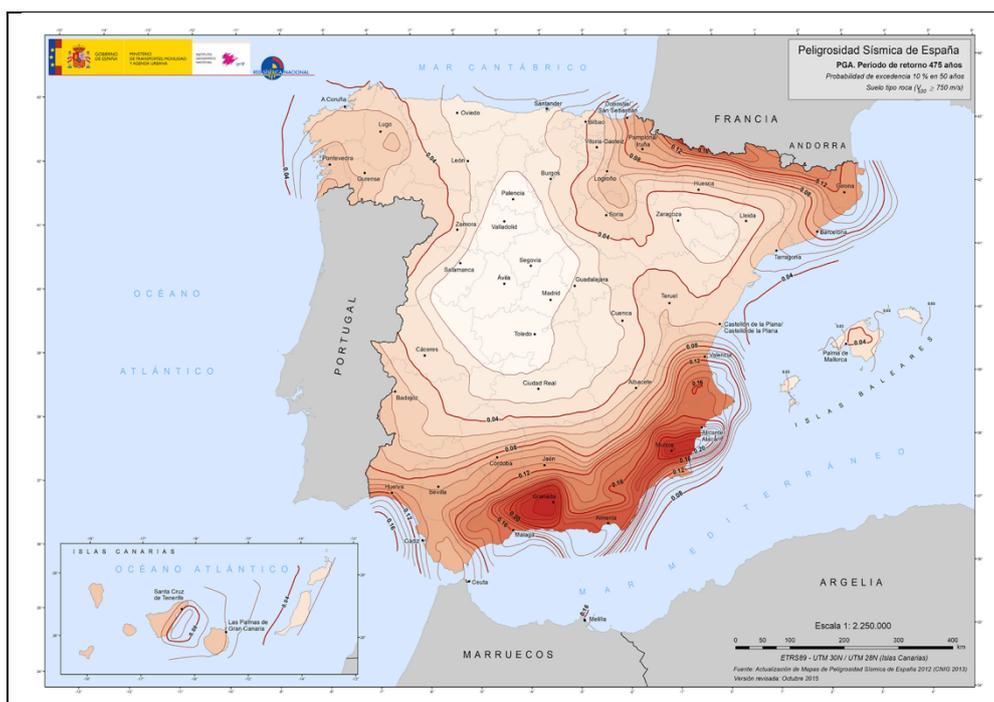
Fuente: Revista de la Sociedad Geológica de España, 20(3-4), 2007

En este trabajo, el análisis se ha centrado en el **Alto Atlas**, lugar donde ocurrió el terremoto. Con una dirección ENE-OSO, situado en las **fallas inversas** entre la meseta marroquí y el margen de África occidental donde se encuentran rocas Paleozoicas y Precámbricas. El **Alto Atlas** coincide con una depresión del Triásico-Jurásico, en él se han experimentado cambios como extensiones y rupturas (Charroud, M. 2003). Se divide en cuatro segmentos: el Alto Atlas Occidental, el Alto Atlas Marrakech, el Alto Atlas Central y el Alto Atlas Oriental. El seísmo del 9 de septiembre de 2023 ocurrió en el límite del **Alto Atlas Occidental**, al sur de Marrakech, donde se encuentran rocas Premesozoicas y materiales del Jurásico superior y Cretácico. A su vez, delimita con estructuras tectónicas que dividen las montañas y con basamentos. Al mismo tiempo, favorece al desarrollo de la cuenca de Haouz y de la cuenca del Souss (Sensores 1999).

5.2 Caracteres sísmicos

La sismicidad en España se concentra principalmente en los bordes de las grandes placas tectónicas, la euroasiática y la africana. Entre las zonas sísmicas más peligrosas del país se encuentran la costa Mediterránea que abarca regiones como Cataluña, Valencia, Alicante y Murcia, así como la región de Granada y Los Pirineos. La zona del SE de España es la zona con mayor sismicidad de la Península Ibérica. Ha sufrido desde sismos con intensidad I hasta sismos con una intensidad X, como el de Torrevieja (1829). La mayoría han tenido una profundidad inferior a 10 km, superficiales. Los terremotos con más profundidad se encuentran en otras áreas continentales, como los de Málaga o Granada.

Fig. 9. Mapa de peligrosidad sísmica en España

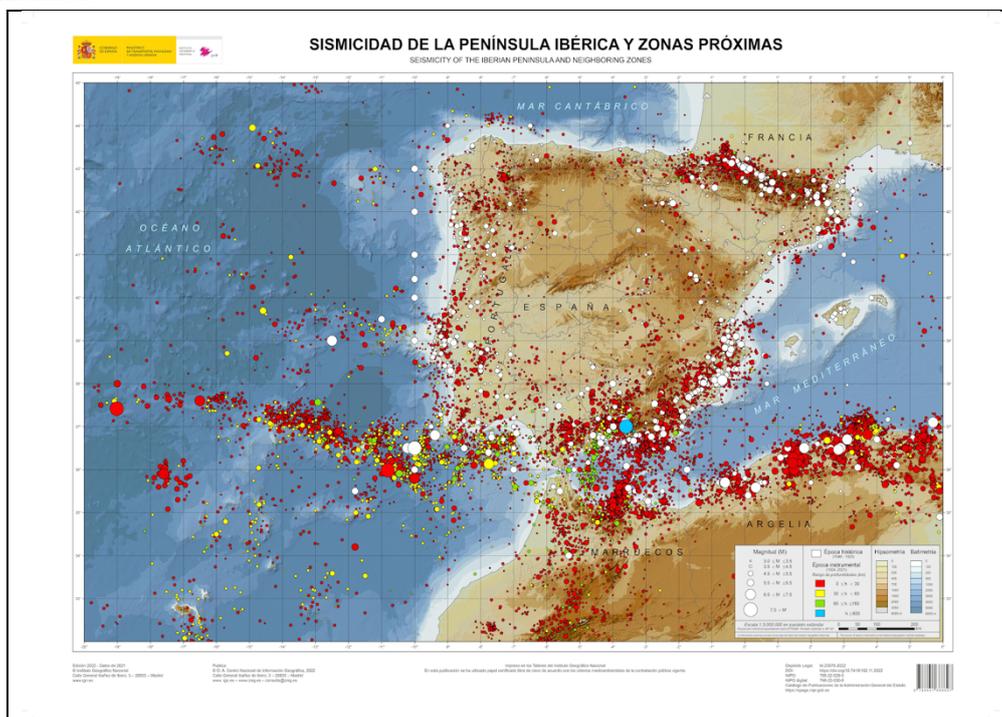


Fuente: IGN.

Los terremotos en España, aunque no son tan frecuentes como en otras regiones, han alcanzado magnitudes importantes a lo largo de la historia. Algunos ejemplos son el terremoto de Dúrcal (Granada) en 1954 con una magnitud de Mw 7; el de Albolote (Granada) en 1956 con una magnitud de Mw 5 y una intensidad de VIII. O si nos remontamos más atrás en el tiempo otro en Granada en 1522 con magnitud Mw 6,5 y el de Málaga en 1680 con una magnitud Mw 6,8. Estos sismos se producen en fallas o

estructuras tectónicas que separan la corteza. Todos los datos de los terremotos que ha habido en España se encuentran recopilados en el Instituto Geográfico Nacional y son utilizados para realizar estudios de futuros sismos.

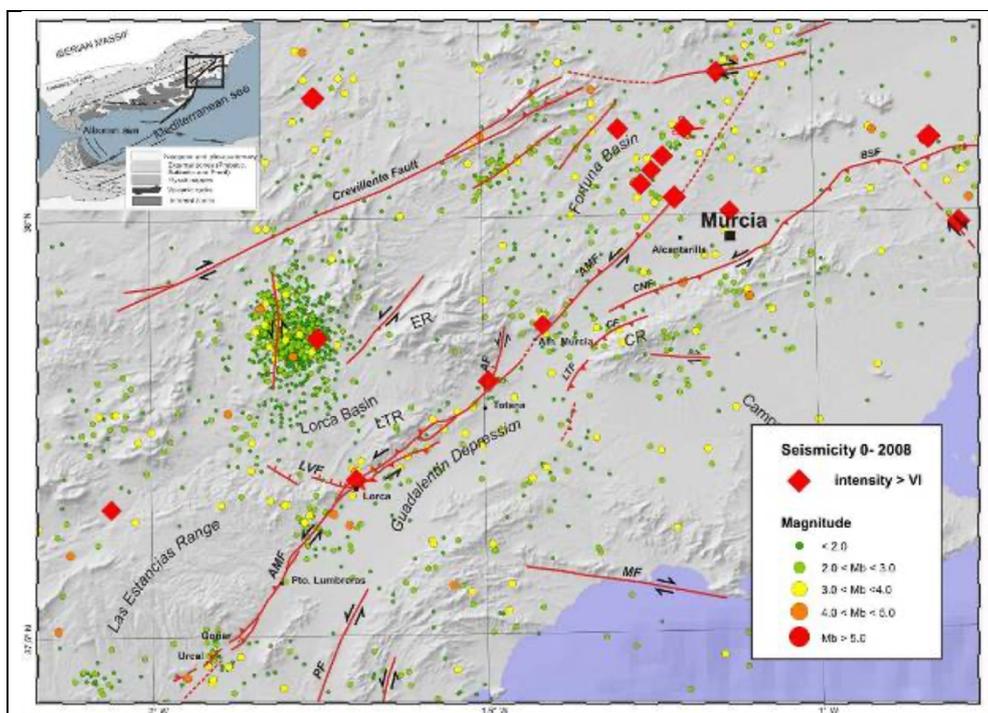
Fig. 10. Sismicidad en España. Terremotos ocurridos a lo largo de la historia, con su magnitud y profundidad.



Fuente: IGN

Nuestra área de estudio, Lorca, tiene una actividad sísmica moderada, donde se han producido terremotos con intensidades de hasta XI en épocas históricas, y magnitudes de hasta Mw 5. La mayoría de los terremotos se han producido en la **Falla de Alhama de Murcia**. Responsable del terremoto que estudiaremos a continuación. En esta ciudad los registros datan a comienzos del siglo XV, destacando el sismo ocurrido el 30 de enero del año 1579. La sismicidad en Lorca es controlada por las fallas que ya se conocen, que pueden llegar a producir terremotos de magnitudes de hasta Mw 6, y la **Falla de Alhama de Murcia**. (Fig.11)

Fig. 11. Localización, magnitud e intensidad de los terremotos ocurridos en las fallas de la región de Murcia

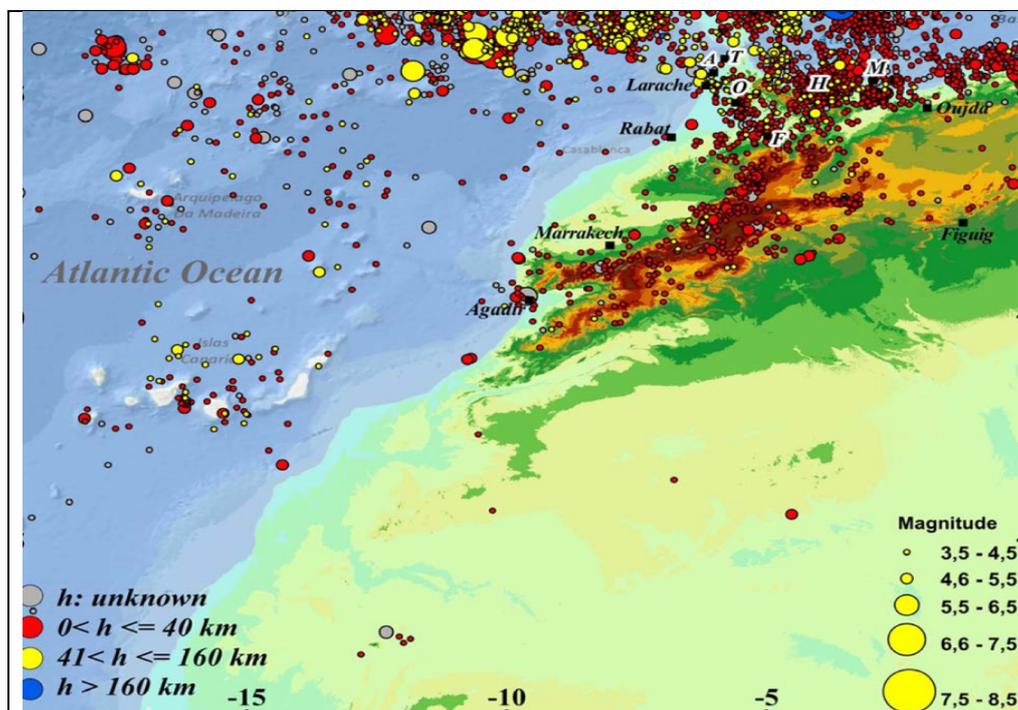


Fuente: IGN 2011.

En la segunda área de estudio, Marruecos, se han realizado varias investigaciones en las últimas décadas que han demostrado que la placa africana se está aproximando a la placa euroasiática a un ritmo de 8 mm/año, reduciéndose a 4mm/año en el estrecho de Gibraltar. Esta convergencia tectónica es clave para entender la actividad sísmica del país, dado que se encuentra en el límite entre las dos placas. Como consecuencia, muchas provincias experimentan una sismicidad moderada.

Si nos remontamos en el tiempo, Marruecos ha sido escenario de grandes terremotos en el pasado. Destacando regiones como Agadir y Fez. Entre 1992 y 2010 se registraron aproximadamente 27.500 eventos sísmicos en el país. (Cherkaoui y Hassani, 2012).

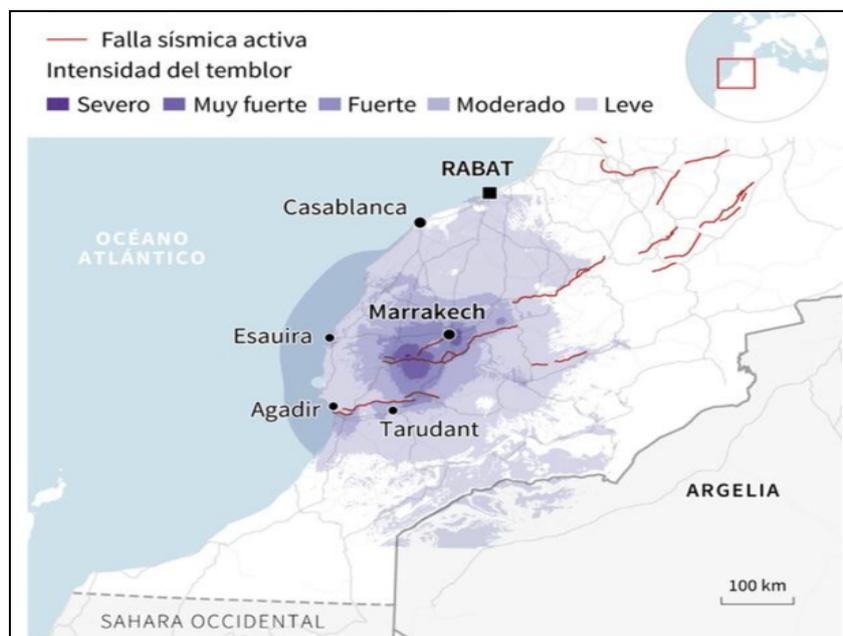
Fig. 12. Sismicidad en Marruecos entre 1900-2010



Fuente: T.-E. Cherkaoui & A. El Hassani. (2012)

El lugar donde ha ocurrido el evento no se considera peligroso (M. Viciosa, 2023). Los terremotos en esta zona son poco frecuentes, dentro del territorio marroquí la actividad sísmica es notable en el norte del país. Sin embargo, en el **Alto Atlas**, la sismicidad se concentra entre las fallas del **Alto Atlas Norte** y del **Alto Atlas Sur**, aunque los terremotos de esta área tienden a ser de baja intensidad. A medida que se va acercando al **Anti-Atlas** el terreno se vuelve más singular debido a que la falla sur ha experimentado una transformación geológica importante, convirtiéndose en falla inversa. Este seísmo ocurrió por la colisión de dos placas tectónicas que levantaron la corteza, a este proceso se le denomina **falla inversa**.

Fig. 13. Mapa de localización e intensidad del terremoto de Marruecos. Fallas activas



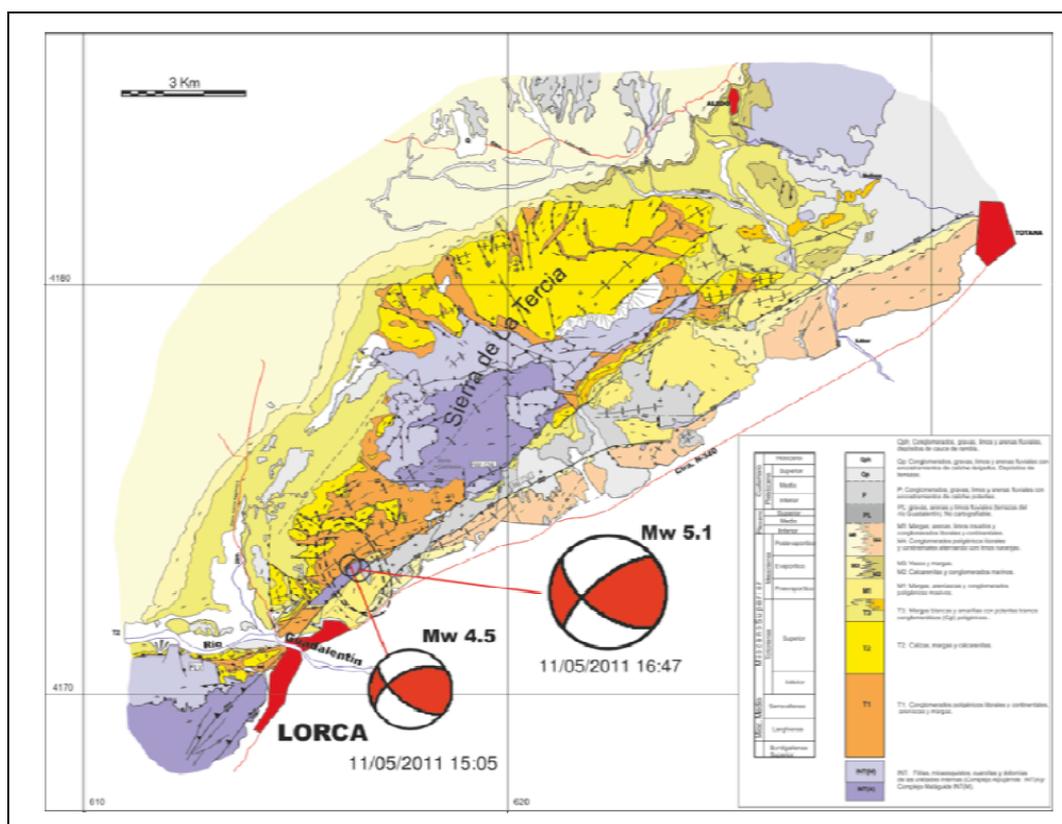
Fuente: USGS

5.3 Valoración comparada de los terremotos

El 11 de mayo de 2011, Lorca (Murcia, España) fue sacudida por dos terremotos considerables. El primer sismo ocurrió alrededor de las 15:00 h de la tarde, con una magnitud de 4,5 MW en la escala Richter. 3 horas más tarde ocurrió el terremoto principal, con una magnitud de 5,1 MW y una intensidad máxima de VII en la escala macrosísmica europea, (EMS-98). Estos eventos tuvieron su epicentro a 3 km de la ciudad, y aproximadamente a 3 km de profundidad, lo que provocó que las ondas sísmicas tuviesen un periodo muy corto, y contasen con una amplificación de sus ondas sísmicas al encontrarse en terreno aluvial. La aceleración sísmica fue de 0.37 g horizontal (el triple de lo previsto por el NCSE-02). La distancia entre los dos epicentros y la traza de la falla, se pueden explicar por el buzamiento hacia el noroeste de la **Falla de Alhama de Murcia** que cuenta con una inclinación entre 55° y 65°, con una componente oblicua-desgarre del 50%. Los mecanismos focales calculados por el INE (Instituto Nacional de Estadística), indican un plano paralelo a la **FAM** con buzamiento hacia el noroeste y un plano NO-SE con buzamiento hacia el suroeste. En la *figura 14* se aprecia las características del terremoto y su geología.

Este evento dejó importantes repercusiones socioeconómicas en la ciudad, aunque su tamaño fue moderado. Causó 9 pérdidas humanas, más de 300 heridos y daños a más de 1.300 edificios, las pérdidas económicas se estiman alrededor de 2.000 Mill. de euros.

Fig. 14. Mapa geológico donde se muestra la localización, la magnitud, el momento y los mecanismos focales de los terremotos de Lorca.



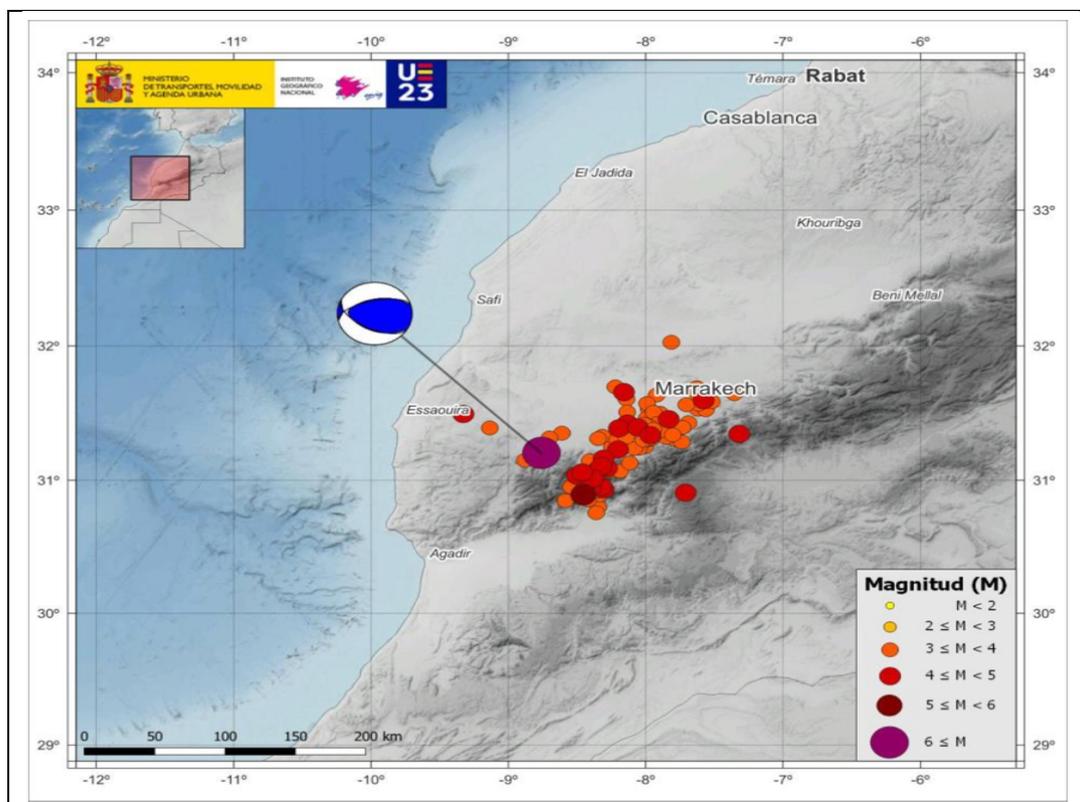
Fuente: Instituto Geográfico Nacional (IGN).

En Marruecos, el terremoto ocurrió la noche del 8 de septiembre de 2023. Localizado en la placa africana, con una magnitud de 6,8 MW en la escala Richter y una intensidad máxima de X en la escala de Mercalli (según USGS). Este evento sacudió la región de las montañas del **Alto Atlas**, a unos 70 km al suroeste de Marrakech. Este sismo tuvo una duración de 20 segundos, y se produjo a una profundidad de 25 km propagándose hasta detenerse a unos 10 km bajo la superficie terrestre. La ruptura de la falla donde se produjo fue de aproximadamente 25 km de longitud y 20 km de ancho, con un deslizamiento de 1,5 metros a lo largo de 100 km, indicando una liberación de energía considerable. El mecanismo focal del terremoto sugiere una posible **falla**

inversa oblicua, según explica el geólogo Nahúm Méndez. Esta falla se caracteriza por una combinación de deslizamiento vertical y horizontal, lo que provoca una elevación del terreno. Este terremoto ha sido el más fuerte registrado desde el ocurrido en Agadir en 1960 con una magnitud de Mw 5.9, y una intensidad de X.

Las pérdidas humanas causadas fueron más de 2.900, y el número de heridos ascendió a 5.674. Siendo 6,6 millones de personas las que viven en las zonas afectadas. No solo hubo pérdidas humanas, también hubo aldeas devastadas y edificios en ruinas contruidos con mampostería no reforzada.

Fig. 15. Mapa de sismicidad y mecanismo focal del terremoto principal



Fuente IGN.

La comparación de los dos terremotos se puede ver resumida en la siguiente tabla. En ella se refleja las características de cada terremoto, así como los daños que estos produjeron. Con ello se concluye que la zona más afectada y que sufrió mayores daños y mayor exposición de la población dado que este afectó a más zonas fue el terremoto de Marruecos.

Tabla 1. Características sísmicas de episodios de análisis

Características	Terremoto de Lorca 2011	Terremoto de Marruecos 2023
Fecha	11 de mayo de 2011 a las 18:47 UTC + 2H	8 de septiembre de 2023 a las 22:11 UTC
Epicentro	3 km SSE de Lorca	70 km SW de Marrakech
Magnitud	5,1 Mw	6,8 Mw
Intensidad Máxima	VII (EMS-98)	VIII-X (EMS-98)
Profundidad	3 km	25 km
Tipo de Falla	Falla de desgarre	Falla inversa oblicua
Daños	Daños considerables en edificios y 9 fallecidos	Más de 2.900 fallecidos, aldeas y edificios en ruinas
Estaciones sísmicas	Información registrada a nivel local	Estación más cercana a 150 km del epicentro

Fuente: IGN. Elaboración propia.

6. Los Factores de la vulnerabilidad

Cuando se hace referencia a los factores de vulnerabilidad de una zona, se alude a las características de esos lugares afectados por el terremoto que han hecho que sean más propensos a sufrir daños. Por ello en este apartado se analizará la población, los aspectos socioeconómicos, y las infraestructuras.

6.1 Dinámicas demográficas

Se habla de dinámicas demográficas en el contexto de la vulnerabilidad sísmica al referirse a todos los cambios que pueden afectar a la población, de este modo se analizará el **volumen de población**, para conocer la población a la que afectaron los dos terremotos; la **densidad y la distribución** para saber qué zonas estaban más expuestas al haber mayor densidad o al contrario, y qué áreas contaban con mayor vulnerabilidad dependiendo del asentamiento de la población; la **estructura de edad**, aspecto muy importante a la hora de estudiar la vulnerabilidad; y por último, se tendrá en cuenta el tipo de **poblamiento** cómo y dónde la población está asentada, valorando así el volumen de población de los asentamientos rurales y urbanos de las dos zonas a estudiar.

6.1.1 Población

Según el INE (Instituto Nacional de Estadística) la población de un lugar son todas aquellas personas que viven de forma habitual en él. A continuación, se encuentra la población de las cinco provincias que se analizarán para el terremoto de Marruecos del 8 de septiembre de 2023, con la información recogida en el último censo realizado en 2014 y en los datos encontrados de 2024, permitiendo así una comparación de la evolución de la población en los últimos 10 años y como el terremoto afectó al crecimiento demográfico.

Tabla 2. Población de las provincias afectadas por el terremoto de Marruecos (2023)

Provincia	Población 2014	Población 2024
Al Hauz	571.999	669.026
Chichaoua	369.494	403.120
Marrakech	1.323.005	1.438.731
Uarzazat	295.622	317.667
Tarudant	834.907	859.427

Fuente: Recensement général de la Population et de l'Habitat -RGPH- 2014 y DatosMacro. Elaboración propia.

Como se observa, la evolución de la población ha tenido un aumento progresivo en todas las provincias, siendo la provincia del epicentro del terremoto la tercera más poblada. Su crecimiento sigue una tendencia positiva que se debe a la alta tasa de natalidad, la migración interna, y el apoyo tras el sismo. Teniendo un volumen de población total de todas las áreas afectadas en 2014 de 3, 300 millones de personas, y en 2024 de 3.600 millones de personas. Dentro de las provincias afectadas el terremoto causó daño en todos los municipios de Al-Hauz -40 municipios en toda la provincia- y de Uarzazat, -17 municipios- el siguiente con los municipios más afectados fue Chichaoua afectando aproximadamente al 90% de estos, y en los últimos lugares se encuentran Marrakech -19 municipios- y Tarudant -89 municipios- afectando aproximadamente al 60% de los municipios. A pesar del número de pérdidas humanas que llegaron a pasar de los 3.000 fallecidos, este impacto no se ha visto reflejado en el crecimiento demográfico.

Por el contrario, la ciudad de Lorca en **2011** contaba con un **volumen de población** de 92.869 habitantes, mientras que, en los últimos datos obtenidos en el INE de **2023** contaba con un **volumen de población** de 98.447 habitantes. Este crecimiento ha sido continuo, pero más lento que en Marruecos. Indicando una recuperación tras el

terremoto, influenciado por la migración interna o la recuperación de las infraestructuras. El sismo no afectó a tanta población como en el caso anterior, por ende, hay menos personas expuestas al terremoto lo que le hace menos vulnerable. Lorca cuenta con 39 pedanías, las cuales solo fueron afectadas las más cercanas a la ciudad.

Tabla 3. Población de Lorca en 2011 y 2023

Ciudad	2011	2023
Lorca	92.869	98.447

Elaboración propia. Fuente: INE.

Al menos 20.000 vecinos tuvieron que pasar la noche fuera de sus casas por temor a nuevas réplicas y desprendimientos. La ciudad tuvo alrededor de 9 muertos. Mientras que en Marruecos hubo alrededor de 2.900 víctimas y 6.000 heridos. Según un comunicado del ministerio de Exteriores marroquí ha causado daños a unas “50.000 viviendas”.

6.1.2 Densidad y distribución de la población

La **densidad de población** en las zonas afectadas por el terremoto en Marruecos muestra que Marrakech cuenta con la tasa más alta, seguida por Al Hauz. Lo cual les hace más vulnerables ante el desastre, ya que necesitan más cantidad de recursos y ayudas de primera necesidad.

Marrakech, cuenta con una extensión de 2.598 km², es la provincia más pequeña de las afectadas y a su vez, es la que más densidad de población tiene, mientras que la provincia más grande, Tarudant, cuenta con 15.947 km² y, aun así, su densidad de población es alta. Se concluye que, en el área de estudio de Marruecos el volumen de la población es una parte esencial para el estudio de su vulnerabilidad.

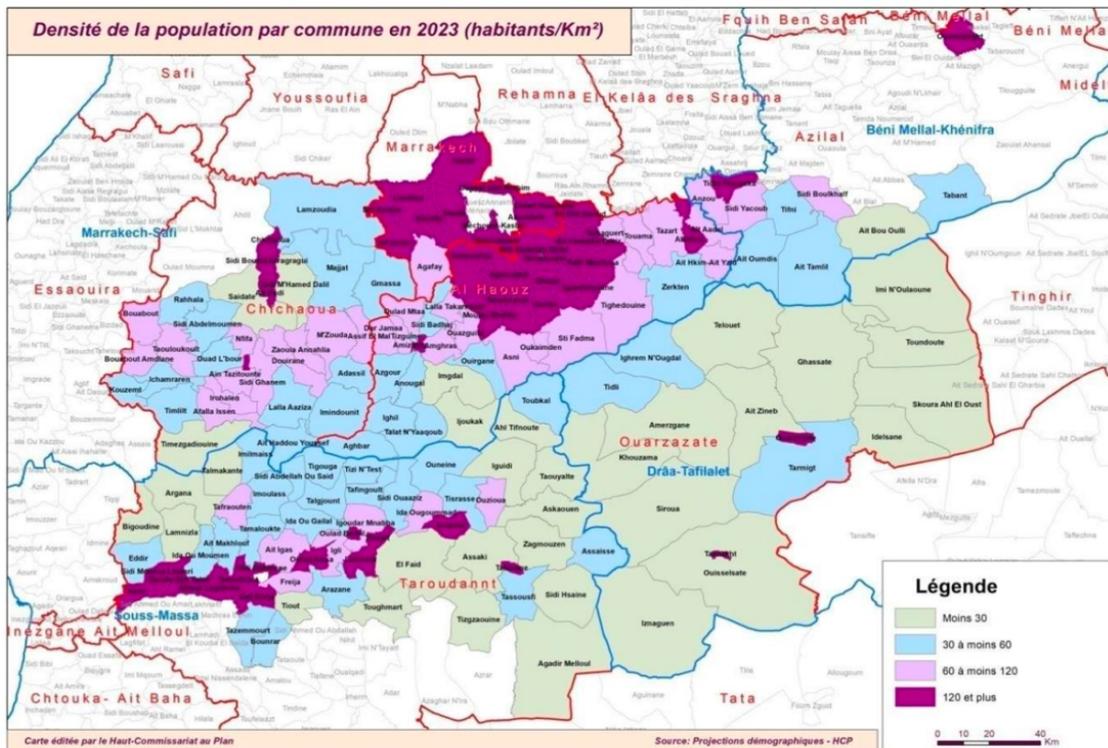
Tabla 4. Densidad de población del área de estudio de Marruecos

	Densidad (Hab/ km ²)
Tarudant	53,9
Al Hauz	111,3
Chichaoua	56,6
Marrakech	553,8
Uarzazat	26

Fuente: Recensement général de la Population et de l'Habitat (RGPH2014). Elaboración propia

La **distribución de su población** varía mucho de unas zonas a otras, hay áreas con población muy dispersa y otras que cuentan con una población muy densa y concentrada como las ciudades de Marrakech y Chichaoua, aunque el resto de esta provincia tiene una población más dispersa. La región más afectada se situaba cerca de la montaña lo que la hace más vulnerable debido al aumento del riesgo de los rescates y a los riesgos secundarios que se pueden ocasionar, como deslizamientos de tierra, los cuales estuvieron presentes en la zona del Atlas.

Fig. 16. Densidad de población de las regiones afectadas en Marruecos



Fuente: Haut-Commissariat Au Plan

Que una población sea dispersa o concentrada es importante para valorar la vulnerabilidad de esas áreas. Las que cuentan con **poblaciones dispersas y grandes**, tienen más desafíos logísticos o una mayor tardanza de ayudas de primera necesidad dependiendo de la localidad, aunque la peor parte se la llevan las **áreas concentradas y densas**, donde los efectos negativos son mucho mayores, habiendo un aumento de riesgo de sobrecarga en los edificios, que pueden llevar a un aumento de muertes, por el colapso también en las calles y la dificultad para llegar a tiempo de las emergencias.

Por tanto, estamos ante dos áreas que cuentan con poblaciones concentradas en las ciudades, teniendo así, una densidad de población elevada en ellas, y poblaciones dispersas en el resto de los municipios. Esto principalmente viene dado por la migración a las ciudades para mejorar la calidad de vida y encontrar nuevas oportunidades. Por ende, las dos áreas de estudio cuentan con una vulnerabilidad demográfica alta en las ciudades, aunque en Marruecos su vulnerabilidad también aumenta en el resto de los municipios, donde se encuentran la mayoría en zonas alejadas de la población, sin carreteras principales cerca y con una densidad de población entre 50 y 60 Hab./ km², al contrario que Lorca que en muchos municipios alejados del centro no llega ni a 10 Hab/ km².

6.1.3 Estructura de edad

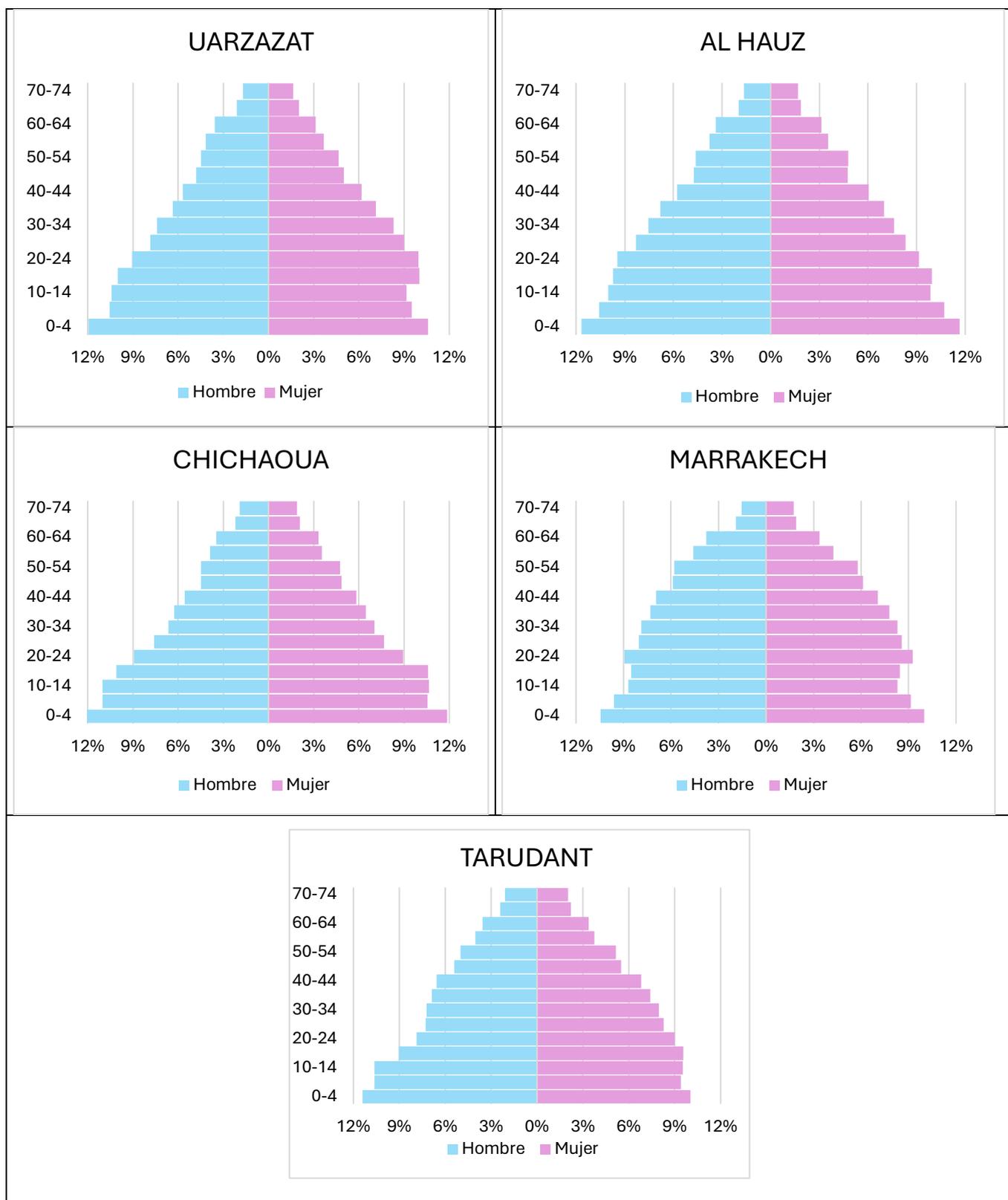
Los datos analizados son la estructura de edad de las provincias de Marruecos y de la ciudad de Lorca. Se entiende por **población vulnerable** aquella que tiene más dificultades para salir adelante ante cualquier catástrofe de manera independiente, el ser humano es vulnerable, pues puede ser dañado en cualquier momento, como ya se explicó anteriormente existen grupos más vulnerables que otros. Entre las personas con más tendencia a la vulnerabilidad, se distinguen dos grupos: **los niños y los ancianos** (Carnerero, R., 2019). Esto es a causa de que los niños son dependientes de los mayores ya que no cuentan con madurez física ni mental, necesitan protección y cuidado. Por su parte los ancianos en su mayoría son grupos marginales y desprotegidos que a su vez necesitan atención especial y pueden carecer de medios económicos, esto empeora en países subdesarrollados o en vías de desarrollo. Ante una situación como un sismo, hay

que añadir en grupos vulnerables a los enfermos, sobre todo en los países con peores sistemas sanitarios y donde puede haber más enfermedades. Son indicadores netos de mayor vulnerabilidad.

Las cinco provincias afectadas por el terremoto de Marruecos cuentan con una estructura de población parecida, destacando en todas ellas la pirámide progresiva-base ancha y cima pequeña- aunque existen algunos desequilibrios entre hombres y mujeres, como en Tarudant, entre hombres y mujeres; la pirámide de Uarzazat, en la cual también existe desequilibrio entre hombres y mujeres, siendo más ancho el lado de las mujeres. El caso de Marrakech es algo distinto, donde se acentúa su población joven por la migración de las provincias cercanas. Es uno de los motivos por los que las provincias cercanas tienen menos población adulta, dado que se van a emprender la búsqueda de nuevas oportunidades a las zonas más dinámicas, con mejor vida y con más oportunidad de trabajo. La esperanza de vida de los hombres en Marruecos es de 71,89 años en 2018 y de 76,4 para las mujeres en el mismo año.

Como se observa en la siguiente figura, las zonas afectadas de Marruecos son áreas densamente pobladas, con una notable presencia de los grupos más vulnerables, como son los niños y ancianos, los cuales ya se encuentran en su mayoría en condiciones precarias, lo que hace que la vulnerabilidad aumente a la hora de enfrentarse a un riesgo sísmico. La combinación de estos factores hace que la respuesta de emergencia y los efectos del terremoto sean un desafío.

Gráfico 1. Estructura por edades del área de estudio marroquí en 2014



Fuente: RGPH2014. Elaboración propia

En el caso de Lorca, el siguiente gráfico muestra su población en el año del terremoto. Primero, hay que destacar cómo en este caso la esperanza de vida ha aumentado, ya que se encuentra en un país desarrollado. En 2020 era de 79, 5 años los hombres y de 85 años las mujeres. En segundo lugar, se puede apreciar menos población vulnerable, debido a que la distribución etaria muestra más población adulta. Esta estructura indica que un evento sísmico en esta zona afectaría a una menor proporción de población vulnerable. Además, las condiciones de vida son mejores de las personas mayores son mejores, reduciendo más la vulnerabilidad de este grupo etario. Otro aspecto relevante es la mayor proporción de mujeres mayores, lo que podría reflejar diferencias en las condiciones laborales entre hombres y mujeres. Tradicionalmente los hombres han tenido más trabajos físicos y manuales. En contraste, las mujeres han tenido trabajos menos exigentes físicamente lo que puede contribuir a una mayor longevidad.

Gráfico 2. Estructura por edades del área de estudio de Lorca en 2011

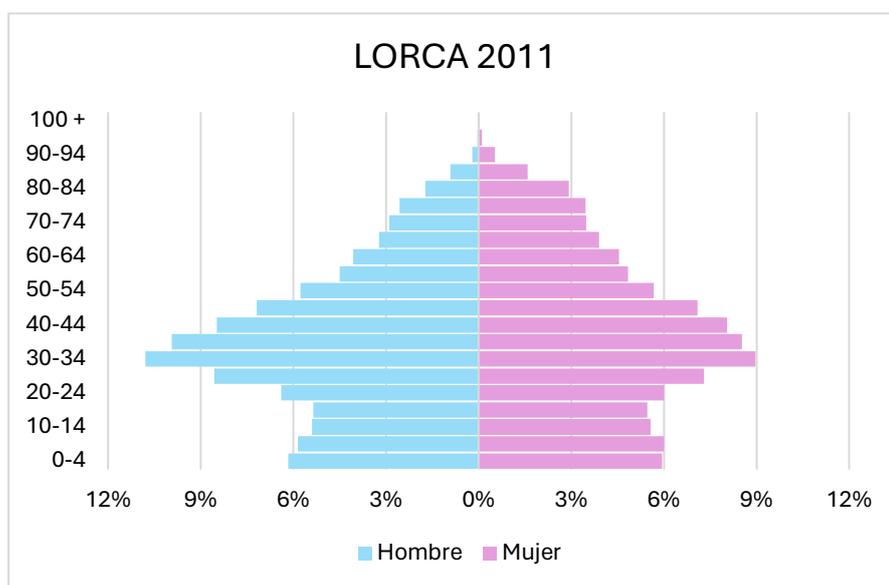


Gráfico n° 2. Elaboración propia. Fuente: INE

Los datos de los gráficos obtenidos en el caso de Marruecos no son del año del terremoto, son del último censo registrado en *Haut-Commissariat Au Plan* (Alto Comisionado de Planificación), organismo encargado en analizar datos estadísticos en Marruecos. Esto es un factor de vulnerabilidad, puesto que, aunque se sabe la población

total en el momento del terremoto, no se sabe la estructura de edad (lo que dificulta saber cuál es la población más vulnerable de una zona), ni qué lugares son los que han disminuido o se han extendido. Esto dificulta la gestión por parte de las autoridades de emergencia en la catástrofe al no contar con esta información. Cuando se conoce la cantidad de personas que han sido afectadas y el grupo de edad predominante en un lugar, se puede planificar de manera más efectiva la ubicación y cantidad de refugios, así como los recursos primarios necesarios en cada zona, por ejemplo, cuando en un área predominan niños los refugios tendrán que estar más adaptados para ellos teniendo pequeñas zonas de juegos o personal encargado en cuidar de ellos, si en un hogar predominan los mayores, deberán tener más atención sanitaria. En el caso de Marruecos y Lorca que no estaban preparados para un evento sísmico, los refugios fueron improvisados, y en el primer caso donde no se sabía con exactitud el tipo de población que había, estos no se centraron en un grupo etario en concreto. Por ello, datos como la población y estructura de edad pueden llevar a que las estrategias, la mitigación y la gestión, así como la evacuación y evaluación del desastre sea más fácil y tenga un resultado más positivo. La antigüedad de estos datos llevó a una respuesta por parte de las autoridades más tardía y a una gestión más complicada. Un ejemplo de ello es el desconocimiento de nuevas construcciones, donde podría haber gente que necesitaba ayuda, o llevar recursos a un pueblo donde pensaban que había menos personas, pero en los últimos años se había producido una expansión, y como consecuencia, no había recursos para todos. Esto puede ser algo muy negativo. En concreto las zonas rurales del Atlas han sufrido muchos cambios demográficos en los últimos 10 años, los cuales no están reflejados en el censo. Por tal razón, aunque su gestión no haya dado malos resultados, teniendo en cuenta la localización y magnitud del sismo, una de las cosas que se debería cambiar para que esto no ocurriese sería revisar y actualizar los datos, en este caso demográficos de los países, de este modo se sabría lo que cada región necesita ante un desastre así.

Si comparamos la estructura de edad para analizar la vulnerabilidad, hay que destacar que el área de estudio de Marruecos cuenta con un volumen de población mayor, lo que incrementa considerablemente la vulnerabilidad. Lorca, por su parte cuenta con una población más reducida y adulta. La vulnerabilidad de la población

mayor es parecida, ya que, aunque en el caso de Lorca, España cuente con más población mayor, las personas de 60 años tienen una vida más estable y cuentan con una mejor asistencia sanitaria que las personas de 60 años de Marruecos. A su vez, Marruecos presenta una estructura demográfica con una alta proporción de niños entre 0-4 años que representa la elevada tasa de natalidad, como se explicó antes, junto a los ancianos son la población más vulnerable, pues estos necesitan más recursos y atenciones especiales, por ende, existe más vulnerabilidad de la población en Marruecos que en Lorca, donde la población es mayoritariamente adulta, seguida por los ancianos, aunque estos suelen tener mejores condiciones de vida.

Las tradiciones familiares de cada país también hacen que la vulnerabilidad aumente o disminuye en un lugar, por ejemplo, en Marruecos las familias tienden a ser más grandes, y por contraste serán más vulnerables en el caso de desastre, pues estas tendrán más carga en el cuidado de los hijos o ancianos y en el mantenimiento del hogar, aparte la adaptación tras el desastre es más lenta y difícil. Por el contrario, en Lorca las familias son más pequeñas, hay más adultos que niños y ancianos y por tanto la capacidad de respuesta de estas será más rápida, en los núcleos familiares hay más personas dependientes que independientes.

6.1.4 Poblamiento

Se entiende por poblamiento forma en la que la población vive en un territorio. De este modo se pueden diferenciar dos tipos principales: **poblamiento urbano** - personas que se asientan en ciudades- y **poblamiento rural** -personas que se asientan en zonas de campo como son los pueblos, las aldeas o casas aisladas-. Los desastres naturales normalmente afectan de manera distinta. En el caso de las ciudades, supuestamente están más preparadas ante una situación de desastre, la respuesta de emergencia es más rápida y los edificios son más modernos, y por lo tanto más resistentes, aunque la concentración de población puede hacer que haya un mayor impacto. En los pueblos o zonas rurales, la respuesta es más lenta, y está puede ralentizarse más si la accesibilidad que ofrecen las vías de comunicación es mala y durante el sismo sufre de bloqueos con escombros, rocas, entre otros. Además, las viviendas suelen ser más antiguas, muchas veces autoconstruidas y, por lo general, menos preparadas, acogiendo frecuentemente más población de edad avanzada.

En las **poblaciones rurales** de Marruecos se encuentran buenas oportunidades de trabajo, cuenta con una gran población joven. Aunque existan numerosos pueblos o aldeas bien conectados con la ciudad, también existen otros más aislados y con menos densidad demográfica, como en el **Alto Atlas**. Por su parte Lorca cuenta con 39 pedanías de las cuales algunas no llegan a 10 habitantes, destacando en ellas la población mayor, por ello no existen tantas oportunidades en el mundo rural en España, dado que la mayoría de estas zonas se están despoblando.

En las **poblaciones urbanas**, la diferencia entre ambas áreas de estudio es aún mayor debido a la cultura, economía y tradiciones. En Lorca, al igual que en las áreas urbanas de todo España, se aprecia una planificación urbana estructurada, donde destaca la presencia de plazas, parques y zonas de bares que dan vida durante todo el día. Estas áreas son dinámicas y con una alta interacción social. En Marruecos, las ciudades tienen una planificación más informal y tradicional que gira en torno a *la medina* (antigua ciudad) donde se encuentran abundante mercados y calles estrechas peatonales enfocadas principalmente en las tradiciones, reflejando su historia y cultura. Las nuevas áreas que se han ido construyendo tiene un estilo más moderno, se parecen a las ciudades de España, con grandes avenidas, tiendas y centros comerciales.

Fig. 18. Las dos caras de Marrakech



Imagen 1: plaza del zoco, foto (Anaam 2023). Imagen 2: avenida M, foto (Webmaster 2023).

El poblamiento en Marruecos es una mezcla de lo urbano y rural, destacando dentro de las áreas afectadas las zonas rurales, aunque cuenta con una gran urbe como es Marrakech, por ello y dado que el epicentro fue en el Alto Atlas donde se encuentran pequeños municipios rurales, se concluye que el poblamiento más afectado fue el **poblamiento rural** principalmente por ser la zona del epicentro, sumado a que cuenta

con más población expuesta. con unas antiguas infraestructuras, con lejanía a carreteras principales, entre otras.

Tabla 5. Población urbana y rural en el área de estudio de Marruecos y Lorca.

Áreas afectadas	Población rural	Población urbana
Al Hauz	487.794	84.205
Chichaoua	307.276	62.218
Tarudant	587.189	247.718
Uarzazat	183.530	112.092
Marrakech	348.984	974.021
LORCA(*)	30.000	60.000

Fuente marroquí: Recensement général de la Population et de l'Habitat (RGPH2014). Fuente española: INE. Elaboración propia.*

Por su parte Lorca cuenta con una población esencialmente urbana, alrededor de 60.000 habitantes viven en el núcleo urbano, y las pedanías y urbanizaciones cuentan con 30.000 habitantes. Las cuales también se vieron afectadas, pero en menor medida que la ciudad, pues el epicentro del sismo fue en la ciudad de Lorca, afectando más al área urbana que a sus pequeñas urbanizaciones.

El tipo de poblamiento en las áreas de Marruecos y Lorca afectadas ha influido en el impacto del desastre y en la respuesta de emergencia. Las diferencias entre los dos tipos de asentamientos; urbanos y rurales, han determinado el daño y la capacidad de respuesta.

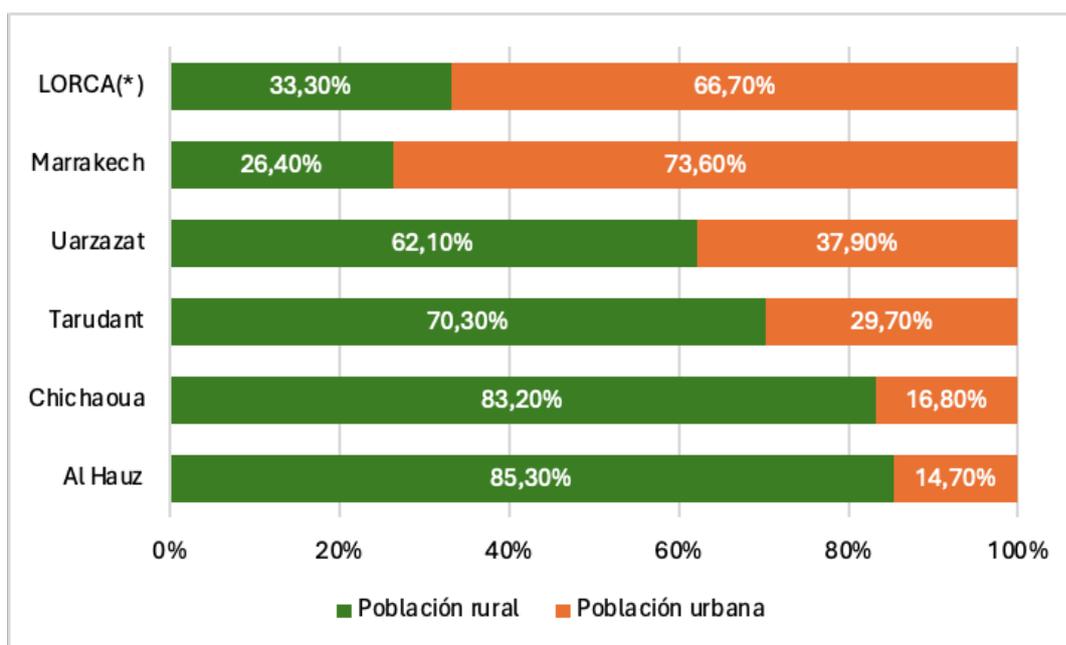
Dentro del **medio urbano**, el área más afectada fue Marruecos, principalmente por su cercanía al epicentro, seguido por su gran densidad de población y las infraestructuras precarias y no preparadas para este evento, aunque la respuesta de emergencia fue eficaz y rápida, sin embargo, en Lorca el epicentro se encontraba más alejado de las grandes zonas urbanas, sumado a las mejores infraestructuras y a la rápida capacidad de respuesta de estas zonas, aunque la densidad de población sea elevada.

En el **medio rural**, el área más afectada fue Marruecos, pues estas áreas se encontraban más cerca del epicentro, destacando en zonas del Atlas, donde hubo eventos secundarios a causa del terremoto como los desprendimientos de tierra que

afectaron principalmente a los asentamientos rurales de alrededor, sumado a las antiguas infraestructuras, a la lejanía a una carretera principal, y a la densidad de muchas de estas zonas, la cual no es baja. En Lorca por el contrario debido a su lejanía del epicentro, a la menor magnitud del terremoto y a la menor densidad de población estas zonas no tuvieron prácticamente repercusiones.

Como se ve en el siguiente gráfico, los terremotos afectaron de forma distinta a las dos áreas de estudio, siendo la zona más afectada de Lorca el área que predomina es decir el urbano y la zona más afectada de Marruecos el área rural, también el área predominante. Habiendo, a la vez, una gran similitud entre el asentamiento de la ciudad de Lorca y el de la ciudad de Marrakech.

Gráfico 3. población rural y urbana en Lorca y Marruecos



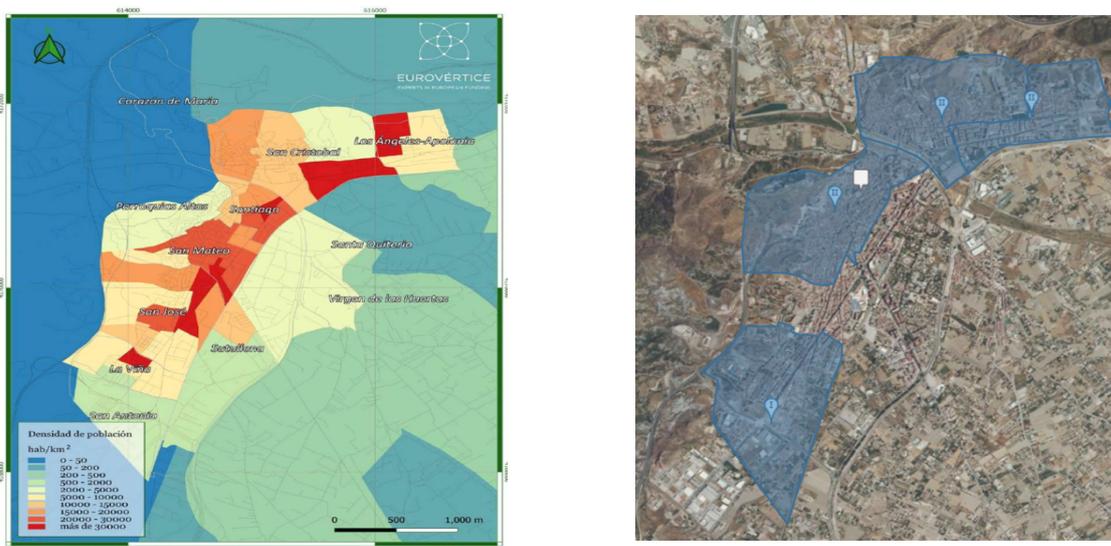
Fuente marroquí: Recensement général de la Population et de l'Habitat (RGPH2014). Fuente española: INE. Elaboración propia. Elaboración propia.

6.2 Aspectos socioeconómicos

La zona urbana de Lorca a 35 km del mar mediterráneo se divide en barrios: San Cristóbal, Los Ángeles-Apolonia, Barrios o parroquias Altos, Santiago, San Mateo, Santa Quiteria, San José la Viña, San Antonio, Sutullena y Corazón De María. El *Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana*, dividió estos barrios en distintas zonas

dependiendo de la vulnerabilidad de cada una de ellas. Los indicadores básicos de vulnerabilidad que se utilizaron fueron: el nivel de educación, el estado de la vivienda, y el desempleo, pues estos indicadores, nos reflejan las zonas que peor se adaptarían ante un riesgo o un cambio y las más propensas a sufrir daños. Estos indicadores, han concluido que tras ver qué poblaciones contaban con más paro, menos estudios y viviendas más deficientes, la zona 1 (San Cristóbal), la zona 2 y la zona 4 (Barrios altos) obtuvieron un nivel medio de vulnerabilidad en 2011; mientras que la zona 3 obtuvo el mismo año un nivel de vulnerabilidad bajo, debido a que cuenta con mejores condiciones tanto de empleo, como de educación como de viviendas, siendo sus infraestructuras más robustas. Dentro de estas zonas, las que cuentan con más vulnerabilidad son la zona 2 que sobrepasa a Lorca, Murcia y España; y la zona 1 de la cual no se encontraron datos, lo que hace que sea más vulnerable. (Ministerio de fomento; 2011).

Fig. 19. Zonas vulnerables de Lorca y su densidad de población



Fuente: Imagen 1, densidad de población de las zonas de la ciudad de Lorca (Agenda urbana Lorca 2030). Imagen 2, zonas vulnerables de la ciudad de Lorca (Ministerio de vivienda y agenda urbana).

La *figura 19* muestra como la vulnerabilidad aumenta cuando las zonas más vulnerables de la ciudad de Lorca a su vez están densamente pobladas. Aumentando así su exposición e incrementando los daños en caso de desastre.

La tasa de paro en Lorca en 2011 era alta, agravada por las repercusiones de la crisis de 2008 que alcanzaron su máximo en 2013. Según los últimos datos del INE, en 2015, la renta media anual por persona era de 8.286 euros, mientras que en 2021 ascendió a 10.146 euros. Aunque esto muestra una evolución progresiva, en el momento del terremoto era más vulnerable ya que contaban con menos renta y más paro.

La tasa AROPE (*At Risk of Poverty and/or Exclusión*), determina la población en riesgo de exclusión social y pobreza, y está calculada por el INE mediante la encuesta de las condiciones de vida por comunidades autónomas 2015-2022 (dato más antiguo). Este índice revela que la región de Murcia en 2015-2022, era la comunidad autónoma en peores condiciones, con un -21,1%. La siguiente tabla muestra como el porcentaje de la población sin estudios tanto de las zonas urbanísticas más vulnerables como de todo el municipio, casi duplica al porcentaje de población sin estudios de España, en el caso de la población en paro y de los ocupados no cualificados tanto en Murcia como en Lorca, cuentan con un porcentaje más alto de lo normal. Al igual que las viviendas en estado ruinosos que son significativamente mayor en Lorca que en España o incluso en la región de Murcia. Este tipo de viviendas son más susceptibles a sufrir daños en caso de terremoto.

Tabla 6. Nivel de estudios, paro, ocupados y viviendas ruinosas del área de estudio de la ciudad de Lorca

Municipio de Lorca	% Población sin estudios	% Población en paro	% Ocupados no cualificados	% de viviendas en estado ruinoso, malo o deficiente
Zona 1	21,86			8,58
Zona 2	24,63	33,85	42,4	4,61
Zona 3	10,08	28,39	14,92	38,57
Zona 4	17,35	30,76	23,69	13,05
Lorca	18,69	29,4	23,6	14,28
Murcia	14,7	32,68	15,51	7,81
España	10,92	29,64	11,03	6,99

Fuente: Ministerio de vivienda y agenda urbana. Elaboración propia

Por su lado, Marruecos cuenta con mucha más vulnerabilidad a nivel socioeconómico, lo cual perjudica a la población ya que no están preparados para afrontar un acontecimiento como un terremoto. En la siguiente figura se aprecia como la tasa de analfabetismo es alta, lo que en caso de desastre dificulta la respuesta de emergencia.

La tasa de desempleo cada vez descende más, hay más porcentaje de paro en Lorca que de desempleados en Marruecos. Como se puede observar en la *tabla 7* la

población en desempleo es mayor en España que en Marruecos. Esto es debido a las grandes diferencias en el mercado laboral. En España, se encuentra más empleo estacional y temporal que depende de algunos servicios y sufre muchas irregularidades con las crisis, como con la crisis de 2008. A la vez, también sufre de desempleo juvenil por las pocas oportunidades que ofrece. En cambio, Marruecos cuenta con más probabilidad de trabajar a largo plazo aunque el trabajo sea peor. El *HCP* señala que 4 de cada 10 desempleados tienen un diploma de nivel superior. La creación de empleo está aumentando en los últimos años en el sector servicios, el comercio minorista y el sector de la construcción. El informe tras el terremoto del *HCP (Profil sociodémographique de la zone sinistrée suite au tremblement de terre survenu au Maroc le 8 septembre 2023)* informa de que el desempleo afecta con un 15,1% a las mujeres y con un 8,9% a los hombres.

Tabla 7. Actividad de empleo, desempleo y analfabetismo del área de estudio de Marruecos.

Provincias/prefecturas	% Tasa de empleo	% Tasa de desempleo	% Analfabetismo
Al Hauz	45,7	9,2	44,1
Chichaoua	43,6	7,7	51,1
Marrakech	50	15,9	32,4
Uarzazat	43,6	12,3	33,9
Tarudant	41,3	12,7	31,8

Fuente: *RGPH2014. Elaboración propia*

La vulnerabilidad por ingresos varía entre las provincias de la zona de desastre. Según el *HCP*, la tasa de pobreza monetaria es del 8%, siendo Marrakech la menos vulnerable a nivel económico de todas las zonas afectadas, estando solo el 1% de la población por debajo del umbral de pobreza monetaria. Al contrario que la provincia de Al-Hauz, que es de las más desfavorecidas, y cuenta con grandes desigualdades que oscilan entre el 0,4% y el 20%. Siendo las zonas más afectadas tanto en esta provincia como en el resto de las provincias perjudicadas por el terremoto, las zonas rurales. Por su lado, Chichaoua cuenta con una pobreza monetaria 7,1%, aunque algunos municipios tengan un índice de pobreza superior. Tarudant cuenta una tasa del 9,6%, dentro de la provincia existen diferencias significativas. Es el ejemplo de Tizi N'Test con una tasa del 28,8%. Lo mismo ocurre en Uarzazat, provincia que cuenta con grandes desigualdades. Entre sus municipios se puede encontrar Imi- N'Ouladune con un 35,3% o Tidili, que cuenta con una tasa de pobreza monetaria del 6,1%.

En toda esta zona afectada por el terremoto, la tasa de actividad de las mujeres es del 16,5%, siendo inferior a la tasa de actividad de los hombres, con un 76,2%. Esto se aprecia sobre todo en las zonas rurales. Aunque cada vez la mujer va tomando más importancia y obteniendo puestos de trabajos más cualificados.

Por tanto, aunque España enfrente desafíos como el desempleo y un trabajo menos estable, Marruecos está afectado por una pobreza mucho mayor, y con una tasa de analfabetismo alta, lo que ralentiza la respuesta ante el desastre. Esta poca alfabetización, limita la capacidad de las personas para acceder a recursos que mejoren la preparación ante los riesgos. Lorca, se vio muy afectada por la crisis de 2008, lo cual la hizo más vulnerable debido a las pérdidas económicas, junto con los limitados recursos económicos incapaces de enfrentarse a un desastre así. En contraste Marruecos, no estuvo tan afectado por la crisis de 2008, aunque la pobreza generalizada, hace que los recursos sean limitados, y que las reconstrucciones y la recuperación sea lenta, lo que la hace ser más vulnerable.

6.3 Infraestructuras

Las infraestructuras son fundamentales para comprender la vulnerabilidad de un área ante un riesgo sísmico. En este apartado se analizarán las tipologías de las edificaciones a las que el terremoto afectó y la red de transporte que existía antes del desastre, aspectos claves para la respuesta al sismo y la mitigación de sus impactos estas. La calidad y el estado de las infraestructuras influyen en la magnitud de las pérdidas, tanto materiales como humanas. Por ello, es esencial examinar estos factores para evaluar la vulnerabilidad de un área.

6.3.1 Tipología de edificaciones

Los materiales que se utilizan en las construcciones pueden aguantar más o menos sismicidad, por ello, las zonas donde estos eventos ocurren con frecuencia están construidas con materiales muy sismorresistentes, para que los edificios no se vengán abajo. En este caso, estas dos áreas de estudio no estaban reforzadas con materiales

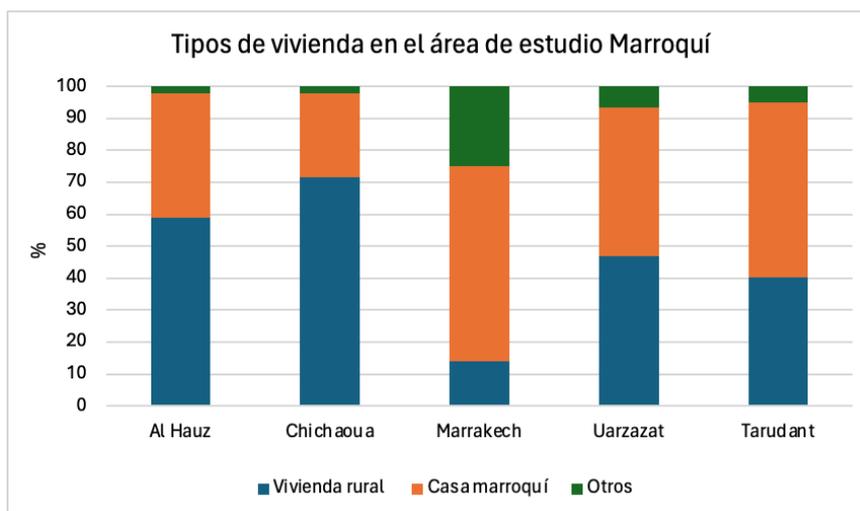
sismorresistentes, por lo que es esencial ver con qué materiales estaban contruidos y cómo esto perjudicó en cada caso.

Las viviendas de Marruecos destacan por ser en su mayoría viviendas rurales o “casas marroquíes”. Las viviendas rurales se encuentran en áreas de montaña, agrícolas y ganaderas. Son casas simples de una planta y que cuentan con una zona abierta como es un patio o una terraza; sin embargo, las casas tradicionales marroquíes resaltan por ser más complejas y se pueden encontrar tanto en zonas rurales como urbanas, estando muy presentes en las *medinas* (antiguas ciudades árabes), en ellas se pueden ver *riads* o *dars*, que eran las casas donde vivían familias enteras adineradas, normalmente comerciantes y cortesanos. Los *Riads* resaltan por sus pocas ventanas para protegerse del calor y del ruido, un patio interior rectangular donde contaban con estanques que ahora se han transformado en piscinas, y con grandes muros de arcilla o adobe, materiales los cuales aguantan poca sismicidad. En ocasiones se utilizaban ladrillos, aunque estos tampoco son materiales resistentes a movimientos sísmicos. Como se muestra en el censo de población de Marruecos de 2014, más de la mitad de las familias que han sido afectadas por el terremoto residen en zonas rurales del Atlas, las prefecturas de Al Hanz y Chichaoua son los dos territorios con más viviendas rurales. Por el contrario, como se expuso anteriormente, Marrakech al ser una ciudad más turística y un importante centro económico, cuenta con más casas tradicionales y más *Riads*, sobre todo cerca de la *medina*, donde ahora se hospedan los turistas. En el caso de las viviendas rurales, los materiales que destacan son el adobe (masa de barro mezclado a veces con paja) y la piedra. Los cuales no son buenos materiales antisísmicos. En los últimos años se está empezando a utilizar la madera, material que tiene buena resistencia sísmica por su alta ductilidad, al ser un material que tiene la capacidad de deformarse sin romperse.

Estas tipologías y el porcentaje que representan se muestran en el *gráfico 4*. En él, el término “otros” se refiere a villas, apartamentos o hábitat sumario, los cuales no tienen mucha relevancia en el país, según el informe del RGHP (*Profil sociodémographique de la zone sinistrée suite au tremblement de terre survenu au Maroc le 8 septembre 2023; Haut-Commissariat Au Plan*).

. En el *gráfico 4* se encuentran las viviendas más afectadas por el terremoto, donde destacan en primer lugar las viviendas rurales, al tener más impacto en las áreas rurales, seguido de las casas marroquí, es decir de las casas tradicionales vinculadas más a las ciudades.

Gráfico 4. Tipo de vivienda en el área de estudio marroquí



Fuente: RGPH2014. Elaboración propia

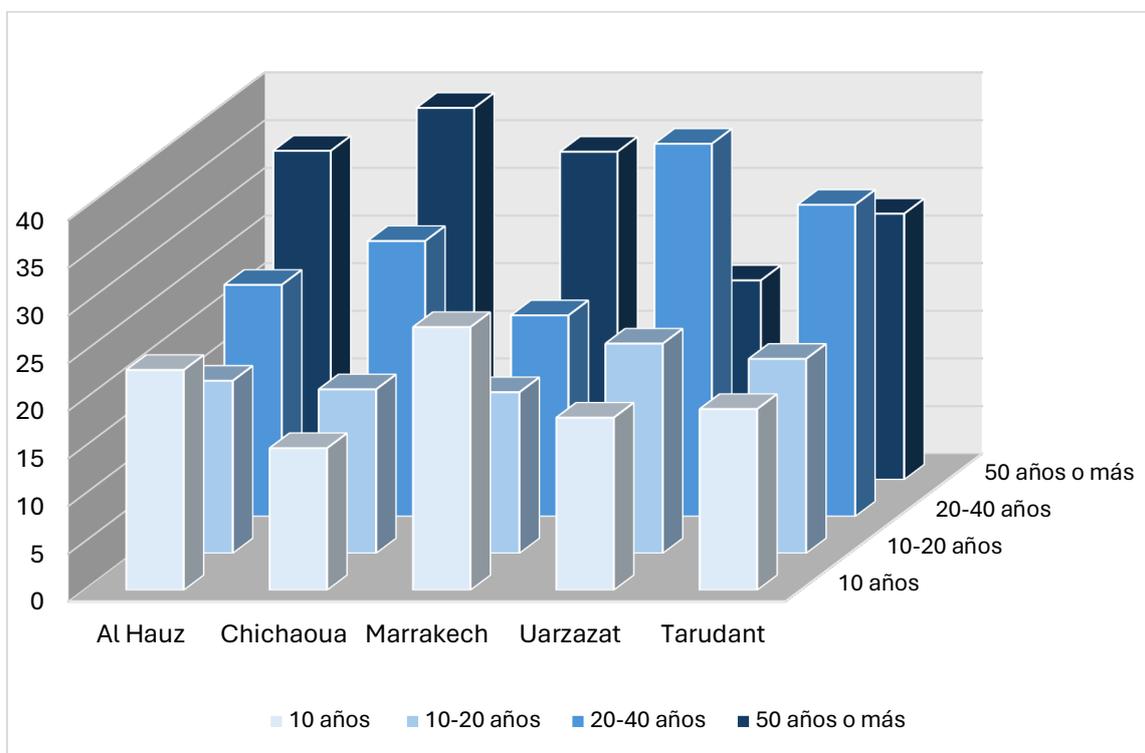
Respecto al número de años que tienen las viviendas, en general, la mayoría son tradicionales y antiguas. Los datos muestran que las que cuentan con más años se encuentran en Chichaoua, seguida por Al Hauz, que a su vez son las dos provincias que cuentan con más población rural, dado que el mayor número de viviendas son rurales, al encontrarse en un medio rural. Del mismo modo, la provincia con construcciones más modernas es Marrakech debido a su avance económico y a su turismo durante todo el año, convirtiéndose en una de las provincias más visitadas de todo Marruecos en los últimos años.

Tabla 8. Edad de las viviendas en Marruecos

Provincias/prefecturas	10 años	10-20 años	20-40 años	50 años o más
Al Hauz	23,1	18,1	24,3	34,5
Chichaoua	14,9	17,2	28,9	39
Marrakech	27,6	16,9	21,1	34,4
Uarazat	18,1	22	39,1	20,9
Tarudant	19	20,4	32,7	27,9

Fuente: RGPH2014. Elaboración propia.

Gráfico 5. Edad de las viviendas en Marruecos %



Fuente: RGPH2014.Elaboración propia

Respecto a los materiales del techo, predominan a partes iguales la losa y la madera recuperada del bambú. Según Madini la madera de bambú tiene una buena relación resistencia/peso y en el caso de una caída, tiene menos riesgo para las personas. Por otro lado, es un material flexible, lo que lo hace más resistente a los choques laterales, siendo uno de los materiales más sismorresistentes (Al Madini.L; 2022). Aunque este material no se utiliza por su disponibilidad, porque no es acorde con las formas de construcción tradicionales.

Tabla 9. Datos sobre pérdidas posibles para distintos tipos de construcciones dependiendo de la intensidad

Tipo de construcción		Porcentaje de daño (%) según la intensidad (MM)				
		VI	VII	VIII	IX	X
1	Adobe	8	22	50	100	100
2	Albañilería no reforzada, diseños no antisísmicos	3,5	14	40	80	100
3	refuerzo de cemento armado, diseños no antisísmicos	2,5	11	33	70	100
4	Armazones de acero, diseño no antisísmico	1,8	6	18	40	60
5	Albañilería reforzada, calidad media, diseño no antisísmico	1,5	5,5	16	38	66
6	Refuerzo de hormigo armado, diseños antisísmicos	0,9	4	13	33	58
7	Estructuras con paredes reforzadas, diseños antisísmicos	0,6	2,3	7	17	30
8	Estructuras de madera, diseños antisísmicos	0,5	2,8	8	15	23
9	Armazones de acero, diseño antisísmico	0,4	2	7	20	40
10	Albañilería reforzada, alta calidad, diseño antisísmico	0,3	1,5	5	13	25

Fuente: Sauter, F. & Shah, H.C. (1978): Estudio de Seguro Contra Terremotos. Inst. Nac. de Seguros, San José (Costa Rica).

Como se observa en la *tabla 9* de arriba entre los materiales más sismorresistentes se encuentran el acero y la madera, pues bien, la resistencia del bambú a una tensión es de 503 MPa (megapascales), mientras que la del acero es de 385 a 400 MPa; por lo tanto, el bambú es incluso mejor opción como material de construcción antes que el acero o algún tipo de madera. Por ello su utilización debería ser mayor.

Las construcciones de Marruecos hoy en día siguen haciéndose en su mayoría con materiales tradicionales, aunque sí que existen las normas sismorresistentes marroquíes del *Reglement de Construction Parasismique (RPS)*, las primeras nacieron en 2002 y en 2011 se crearon otras para reforzar las primeras. Estas normas permiten las construcciones con materiales que tienen buena adaptación al movimiento sísmico, como son la madera, el hormigón armado, ladrillos, acero, entre otros. Haciendo un reforzamiento en las construcciones por si sucede un evento sísmico, incluyendo materiales y métodos de construcción apropiados. Pero las tradiciones de la construcción con sus materiales locales (adobe y piedra) junto con el elevado coste de los materiales del *RPS*, sumado a que las normas no eran estrictas, y que tenían poca supervisión, dificultaron su cumplimiento.

Los datos que se han obtenido de Lorca sobre la edificación son distintos a los de Marruecos, dado que en el INE no diferencian los tipos de viviendas, sino que solo muestra el número de edificios e inmuebles, y el año de construcción de todos ellos. Por ello, se ha querido unir los dos tipos con el fin de obtener todas las construcciones de la ciudad, desde centros de salud o colegios a fincas, pisos o empresas. En la siguiente tabla (*tabla 10*) se aprecian todas las construcciones de Lorca, desde las más antiguas hasta las más nuevas, diferenciándolas por su estado.

Tabla 10. Edad de los edificios e inmuebles en Lorca.

Edificios e inmuebles				
Año de construcción	Ruinoso	Malo	Deficiente	Bueno
Antes de 1900	83	168	507	649
1900 a 1920	46	208	389	541
1921 a 1940	38	266	533	854
1941 a 1950	15	207	738	1.164
1951 a 1960	65	238	1.155	2.943
1961 a 1970	35	189	1.049	5.753
1971 a 1980	69	208	940	9.503
1981 a 1990	95	70	644	7.961
1991 a 2001	0	52	315	8.868
2002 a 2011	0	45	329	10.968

Fuente: INE. Elaboración propia

En Lorca los edificios históricos están contruidos con mampostería de piedra de relleno y cal y durante un sismo, en estos muros se producen fracturas y puede llevar al Colapso del edificio. Aparte, otros factores que pueden empeorar el comportamiento de edificios antiguos ante un sismo son sus reformas. Entre los años 70 y 80 las reformas se realizaron con elementos estructurales rígidos de hormigón. Cuando se introduce un material rígido en una construcción no se puede esperar que ésta resista a un sismo, ya que los materiales rígidos no admiten deformaciones lo que hace que este colapse y caiga entero. A partir de los años 90, las reformas mejoraron. Esto se ha visto reflejado en el terremoto, pues las reformas realizadas a los edificios históricos entre los 70 y los 80 han sufrido grandes daños en las estructuras, mientras que los edificios reformados en los 90 no han tenido prácticamente daños. Las zonas más afectadas fueron el barrio de la Viña, la Avenida de Santa Clara y el centro histórico donde se encuentran la mayor parte de las construcciones de mampostería de piedra. En esta zona el terremoto afectó a 33 edificios históricos. (Salcedo y Campesino 2012).

Fig. 20. Iglesia de Santiago. Derrumbe por materiales rígidos



Foto: Laureae Miró 2012.

Por su parte, dentro de los edificios más modernos de la ciudad solo hubo un caso de colapso. Estos edificios están contruidos con hormigón armado, pilares, vigas, muros de sótano, etc. Los daños se han producido sobre todo en la planta baja, debido a los pilares cortos que surgen de los muros del sótano, los cuales cuentan mucha rigidez, y su vez con mucho movimiento sísmico, este fue el problema del edificio colapsado.

Tras el terremoto se ha observado el incumplimiento que había de la NCSE-02, debido a que en esta norma de construcciones sísmicas tenía como objetivo reducir los elementos de construcción secundarios, como son los cierres de aluminio, falsos techos de escayola, cristal de terrazas, entre otros. La mayoría de los edificios contruidos con la NCSE-02 contaban con estos elementos de construcción secundarios.

Fig. 21. Fig. nº19. Reconstrucción del edificio “princesa”¹ en el barrio de La Viña tras el terremoto y en 2021.

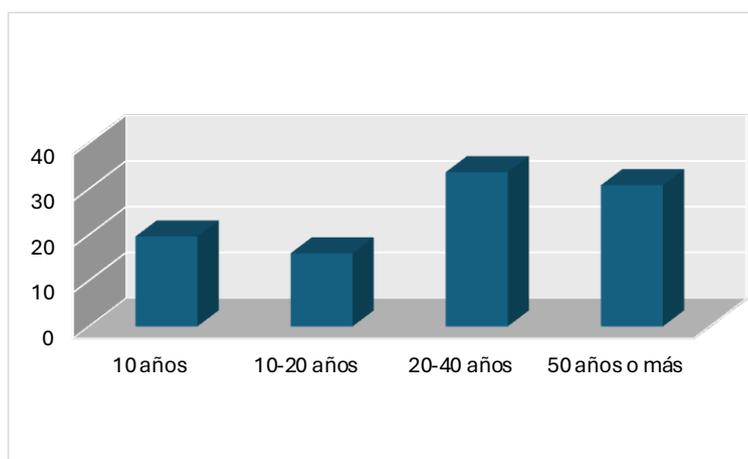


Foto: Marcial Guillén.

¹ Edificio “princesa”: uno de los edificios más grande que fue demolido

En Lorca, al igual que en Marruecos la edad de la mayoría de los edificios y de inmuebles donde también entran las casas rurales y terrenos más del 50% tienen más de 20 años. Por su lado, si hablamos solo de viviendas rurales alrededor del 80% fueron construidas hace más de 20 años, concretamente entre los años 60 y 70. Estas se encuentran a las afueras de la ciudad, es decir, en las pedanías; y son algunas como Cazalla o Campillo. Estas zonas o pedanías cuentan con unos materiales de construcción menos resistentes ante un sismo debido en primer lugar a su antigüedad, las casas más antiguas y rurales se han hecho con mampostería de piedra y de barro o adobe que son materiales tradicionales que se utilizaban antiguamente para la construcción y son más propensos a ser afectados por terremotos debido al elevado peso de la estructura (lo que hace que la fuerza sísmica sea mayor), a su fragilidad y a su baja resistencia (Blondet et al., 2005).

Gráfico 6. Edad de los edificios e inmuebles en Lorca en %



Fuente: INE. Elaboración propia.

Al comparar las edificaciones de Lorca y de Marruecos se puede concluir que en Lorca los daños a edificios han sido del 80%. Las nuevas edificaciones reforzadas por las normas sismorresistentes se mantuvieron estables. Hay que destacar que los edificios más afectados se encontraban en el centro histórico de la ciudad, y en Marruecos se encontraban en la provincia montañosa de Al-Houz por su cercanía al epicentro, así como en distintos pueblos rurales de Tarudant y del Alto Atlas. En Marruecos siguen destacando técnicas antiguas de construcción y, por ende, menos resistentes a los sismos. No obstante, un comunicado que realizó el Consejo Internacional de Monumentos y Sitios expresa que el derrumbe de los edificios que se manifestaban

como “casas viejas de barro y adobe”, forman parte de la cultura del Magreb, y han utilizado los mejores materiales de la zona y sostenibles para afrontar sus necesidades, incluidas las sísmicas (Consejo Internacional de Monumentos y Sitios [ICOMOS], 2023).

La mayoría de las viviendas afectadas en Marruecos estaban construidas con adobe, uno de los materiales más usados desde siempre y aunque parezca una paradoja, es uno de los materiales para la construcción más utilizados en zonas propensas a desastres naturales, como son América Latina, Asia o algunas partes de la India (Blondet et al., 2005). Mientras que en Lorca no sucede lo mismo, por el simple hecho de que la mayoría de las construcciones realizadas con este material se encontraban en las pedanías, a las afueras, donde el terremoto no tuvo el mismo efecto. El adobe y los materiales de tierra son con los que más se ha construido debido principalmente a su bajo coste (por ello están más presentes en países subdesarrollados y en vías de desarrollo) y la facilidad de construcción, aunque esto como se observa puede traer repercusiones. Como consecuencia, se busca llegar a alguna alternativa donde este material permaneciese en las construcciones, pero con una distribución y unas técnicas distintas, de este modo no colapsarían, habría menos pérdidas humanas y se mantendría el bajo coste de la construcción.

Fig. 22. Derrumbes de la ciudad de Marrakech.



Imagen 1: Riad. Imagen 2: mezquita en la plaza del zoco. Imagen 3: casas tradicionales donde se ve el salón y el baño. Fotos: Noelia Gaona.

En el caso de las edificaciones críticas como son los hospitales y las escuelas, en Lorca sufrieron muchas consecuencias. Algunos hospitales como el Virgen del Alcázar fueron evacuados y muchos patios de colegios abrieron sus puertas para tratar a los enfermos (Walls.p; “*Opinión de Murcia*” 2021). Otros hospitales como el Rafael Méndez sufrieron deterioros, al igual que algunos colegios o centros de salud que también tuvieron daños estructurales, teniendo así, que ser cerrados temporalmente (Adán.J; 2011). Esto llevó a la reubicación de las clases y de los servicios. Según la NCSE-02 “las fracturas, derrumbes y daños en ciertos edificios no debería haberse producido si se hubiera cumplido la NCSE-02. Esto es el caso de los hospitales, clasificados dentro de las normas como construcciones especiales, debido a su gran importancia en caso de derrumbe que interrumpiría un servicio para la población. Estas construcciones deberían haber sido reforzadas.” (Ministerio de Fomento, “Norma de construcción sismorresistente NCSE-02”, 2002, Art. 2.2).

En Marruecos la situación fue parecida. “*Escuelas, hospitales y otras instalaciones están dañadas o destruidas por el terremoto de Marruecos, lo que ha afectado aún más a los niños y niñas*” (UNICEF, 2023). Muchas escuelas han llegado a la suspensión de las clases por la inseguridad de su uso. En los hospitales, se tuvo que evacuar a pacientes y crear instalaciones de campaña. Esto ha sucedido por la misma razón que los otros derrumbes, y es que estas construcciones cuentan con materiales poco resistentes a nivel sísmico. como hormigón armado de baja calidad, adobe y mampostería, entre otros.

En conclusión, los terremotos afectaron de manera diferente dependiendo de la preparación y la calidad de las construcciones. Lorca, tenía construcciones más preparadas y con materiales más resistentes, que ayudaban a que el terremoto causara menos daños estructurales. Además, la menor magnitud del sismo junto con las mejores infraestructuras hizo que la vulnerabilidad fuera menor y en consecuencia las pérdidas.

Marruecos por su parte, presentó una mayor vulnerabilidad debido a que los materiales de construcción eran más baratos, y menos resistentes. Además, la magnitud del sismo fue mayor, provocando el colapso de las edificaciones en las poblaciones

cercanas al epicentro, provocando así muchas pérdidas humanas. Sin embargo, en las zonas urbanas de Marruecos, las zonas más nuevas tuvieron efectos parecidos a los de la ciudad de Lorca.

6.3.2 Red de transporte

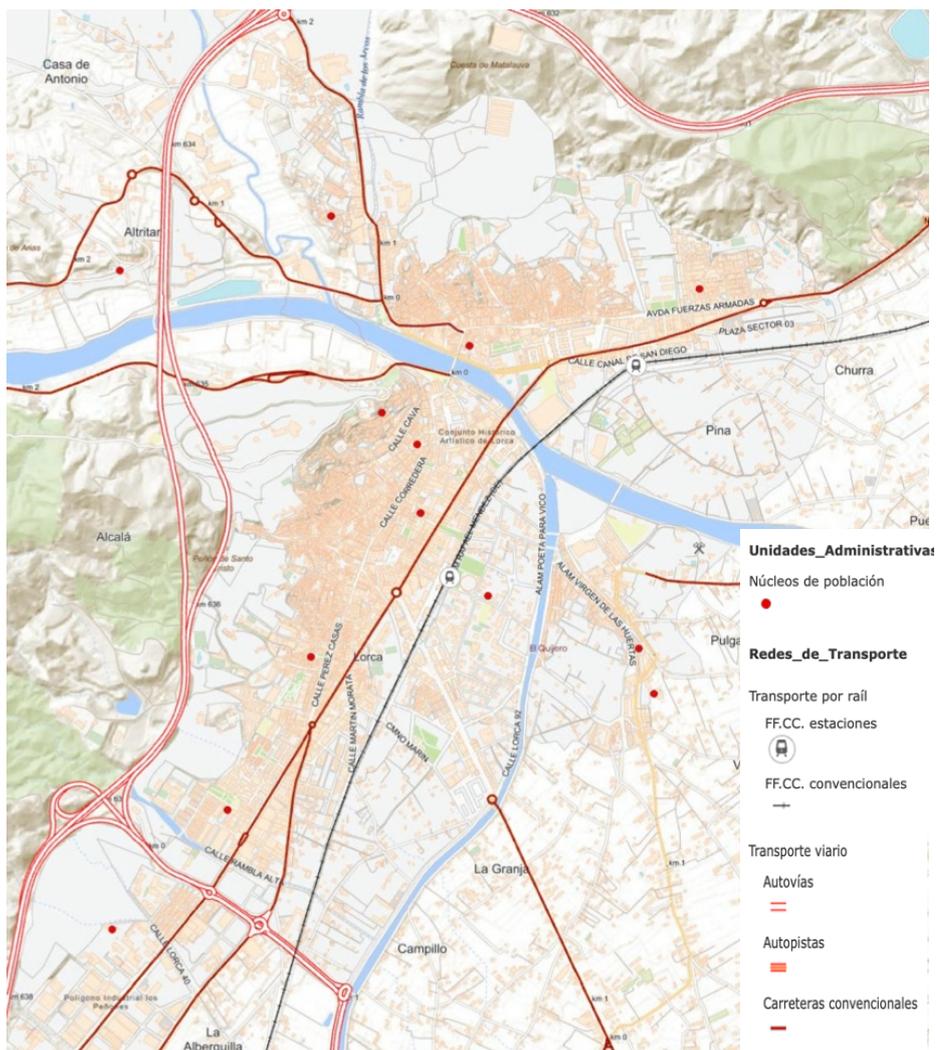
El terremoto en Lorca causó daños en las infraestructuras de transporte, en carreteras y ferrocarril, aunque leves pues los daños que se produjeron no llevaron a ninguna pérdida humana, pero sí ralentizó la respuesta y el tráfico.

En el caso de las carreteras, se cortó el tráfico la noche del terremoto del viaducto sentido Almería de la autovía A-7. Se utilizó un servicio como medida de emergencia para utilizar el túnel en los dos sentidos, y se desvió el tráfico de largo recorrido hacia Almería por la AP-7 (Moncloa, 2011). “*Avisaron de varios cortes en algunas vías y en la A-7 en sentido Almería por desprendimiento*” (Adán, J; 2011). Por lo que la red de carreteras de Murcia, aunque estaba preparada para el tráfico diario, manifestó gran vulnerabilidad ante una situación de emergencia.

En el siguiente mapa (*figura 23*) de la ciudad de Lorca, se aprecia con una línea continua de color negro el trazado del ferrocarril, el cual pasa muy cerca del centro de la ciudad y también sufrió el impacto del terremoto. Hubo 3 heridos leves, debido a la infraestructura de la estación. El servicio de cercanías tras el terremoto se suspendió temporalmente, y en el de larga distancia los pasajeros fueron transbordados por carretera. La revisión de los técnicos al día siguiente permitió reanudar los viajes a corta y larga distancia sin problema, incluyendo la línea C-2 entre Lorca y Murcia que fue la más afectada. La suspensión del servicio fue una medida para evaluar los trenes y los daños (derrumbes) en las vías. El mayor daño se produjo en la estación de Lorca Suttullena, donde la fachada colapsó sobre el andén provocando así los tres heridos leves. Además, algunas líneas hubo que cortarlas por pequeños derrumbes.

Por otro lado, ni los puertos ni el aeropuerto de Murcia-San Javier fueron afectados por el terremoto. Esto permitió que estas infraestructuras permaneciesen operativas y que contribuyesen en las emergencias. (Impacto del Terremoto En la Red de Transportes del Estado En la Región de Murcia, Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, 2011).

Fig. 23. Mapa de las redes de transporte de la ciudad de Lorca.



Fuente: IGN

Fig. 24. La estación de tren de Lorca dañada en el seísmo de 2011



Foto: EFE (La Opinión de Murcia).

En Marruecos, la red de carreteras se vio muy afectada. Existiendo muchos bloqueos que impidieron el paso para los rescates, sobre todo en las zonas rurales cerca del Atlas, es decir, cerca del epicentro: *“El deterioro de la red de carreteras, sobre todo en las aldeas aisladas de las montañas, está convirtiendo la distribución de suministros esenciales, en una carrera contrarreloj”* según el portavoz del IFRC Benoit Carpentier. (IFRC; 2023). Por ello la mala conexión entre las carreteras y los pueblos hicieron a la población más vulnerable, muchas poblaciones se tuvieron que quedar encerrados en pueblos derrumbados por la cantidad de escombros que tenían en los caminos o pequeñas carreteras, lo que retardaba los rescates. En el *gráfico 7* se aprecian las grandes diferencias que existen entre unos municipios y otros respecto a la distancia a las carreteras asfaltadas. La provincia más cercana a las carreteras es Marrakech, por el contrario, las más alejadas son Chichaoua y Tarudant.

Gráfico 7. Distancia de viviendas a las carreteras asfaltadas (km)



Fuente: RGPH2014. Elaboración propia.

Al igual que en Lorca, Marruecos sufrió algunos daños en la red ferroviaria, sobre todo en las que pasan por las provincias más afectadas, destacando Marrakech y Chichaoua. A causa de los movimientos sísmicos muchas vías se desplazaron y se llenaron de escombros al igual que muchos túneles también fueron dañados, lo que causó el desvío de algunos trenes que se utilizaron como transportes de emergencia. Esto llevó a realizar un nuevo plan ferroviario donde aparte de extender todas las líneas, quieren reforzarlas para futuros desastres naturales (Plan Rail Maroc 2040; ONFC 2024).

Fig. 25. Mapa de las líneas de trenes actuales y para 2040



Fuente: ONCF, 2024

Los aeropuertos cercanos a las áreas afectadas por el terremoto tuvieron una resistencia notable, uno de los más cercanos es el de Marrakech. En el momento del terremoto se produjo un apagón y parecía que todo se iba a derrumbar, sin embargo, tras el sismo, la estructura estaba en buenas condiciones a excepción de alguna pequeña grieta (Soria.A; 2023). Al día siguiente los vuelos volvieron a la normalidad, lo único que daba evidencias de lo que había sucedido era la gran masa de turistas que intentaban regresar a su país, evidenciando el gran desastre que se había producido.

En conclusión, la red de transporte de Marruecos sufrió un impacto más grande que la de Lorca. Las carreteras de marroquí se vieron afectadas por muchos derrumbes y colapsos, lo que ocasionó tardanza en la respuesta y complicaciones en los rescates de supervivientes. Este mayor impacto se debe al tipo de carreteras al que afectó, muchas se ubicaban en la montaña y en zonas no asfaltadas, lo que aumentó su vulnerabilidad mientras que las carreteras cercanas a las ciudades marroquí no sufrieron daños tan severos.

Por lo que afecta a la red ferroviaria, aunque las dos áreas de estudio se enfrentaron a problemas, en Marruecos la red ferroviaria sufrió desplazamientos y derrumbes, en comparación con Lorca que no tuvo grandes desastres, a excepción de algunos pequeños derrumbes.

Por último, en el caso de los aeropuertos y puertos, tanto Marruecos y como Lorca mostraron poca vulnerabilidad. No sufrieron daños graves y al día siguiente funcionaban como de normal. Se concluye que en Lorca la red de trasportes estaba prepara para el tránsito diario, pero no para un evento así, por ello sufrieron algunos daños leves, que tras el terremoto se reforzaron.

7. Gestión del riesgo y respuestas

Cuando ocurre un desastre natural, la gestión del riesgo y las respuestas por parte del país son fundamentales para reducir los daños y proteger a los ciudadanos. Por ello, en este último apartado se analizarán las normas sismorresistentes que existían en los dos territorios, viendo así, si se llevaban a cabo o no. Al mismo tiempo, se les dará importancia a las ayudas recibidas tanto a nivel nacional como a nivel internacional. Y, por último, se compararán las reconstrucciones tras un año de los dos terremotos.

7.1 Normas sismorresistentes y planes para la gestión de desastres

Las normas y los planes de Marruecos constan de diferentes medidas, donde destacan las más importantes que son *Le Reglement De Construction Parasismique (RPS 2002)* y *(RPS 2011)* y pequeños planes y leyes como el Plan Comunal de Gestión de Riesgos (PCGR 2015) o el Plan Nacional de Gestión de Desastres (PNGD 2012).

También cuentan con distintos Planes como el Plan Comunal para la Gestión del Riesgo, PCGR 2015. Con el objetivo de mejorar las evacuaciones y concienciar a la población. Y el Plan Nacional para la Gestión de Desastres (PNGD 2012), donde se explica el procedimiento que se hará ante el desastre.

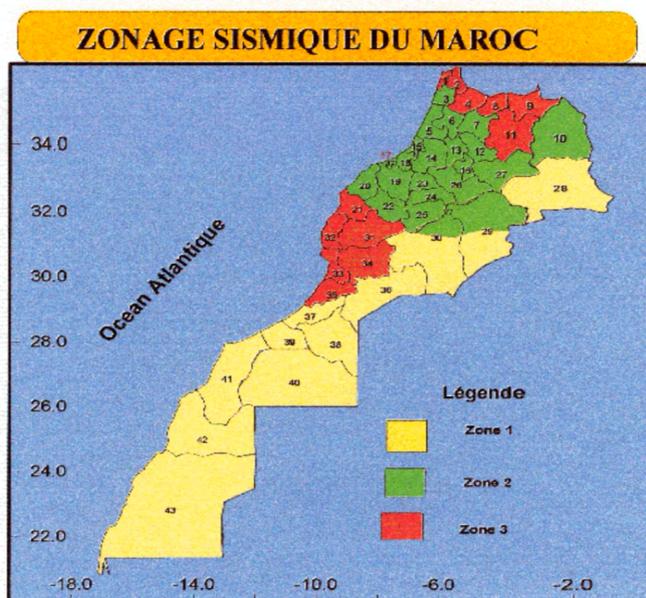
En 2002 en Marruecos se creó el *RPS 2002* de manera complementaria a las normas generales que se utilizan en la construcción. Con este Reglamento se buscaba ver el daño que causaban los movimientos sísmicos a las edificaciones. Así como crear unas medidas y unos diseños para que los edificios resistiesen a esos movimientos. Para ello, este Reglamento dividió Marruecos en 3 zonas dependiendo de los tipos de suelos afectados. Siendo la zona 1 la que mejor suelo tiene, al estar compuesto por rocas duras y con mucho espesor, y la zona 3 la que peor suelo tiene al ser más maleable (las zonas de las que no se tiene información adoptarán las medidas de la zona 2).

Zona 1: cuenta con roca profunda y suelos con espesor firme menos de 15 metros.

Zona 2: suelo cerrado y paisajista mayor a 15 metros, suelos con espesor medianamente firmes y suelos blandos y espesos.

Zona 3: suelos de espesor medianamente firmes mayor a 15 metros y suelos de espesor blandos mayor a 10 metros.

Fig. 26. Zonas sísmicas en Marruecos.



Fuente: Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme, de l'Habitat et de l'Environnement. Secrétariat d'État à l'Habitat. (R.P.S 2002).

Con estas medidas se buscaba mejorar la calidad de los materiales para soportar los sismos, así como tener construcciones que protegiesen a las personas y las infraestructuras, y, por último, mejorar el mantenimiento realizando las inspecciones necesarias. En 2011 se quiso realizar mejoras en el Reglamento de 2002. Elaborando así, el *RPS 2011*. En primer lugar, actualizaron la clasificación de las zonas, haciéndolo así más detallado y preciso, dividiendo el suelo en 5 zonas (definidas en el *RPS 2011*).

Zona 1: cuenta con roca profunda y suelos con espesor firme menos de 30 metros.

Zona 2: suelo con espesor firme mayor o igual a 30, suelos con espesor medianamente firmes y suelos blandos mayor a 30.

Zona 3: suelos de espesor medianamente firmes mayor o igual a 15 metros y suelos de espesor blandos menor a 10 metros.

Zona 4: suelos con espesor blando mayor o igual a 10.

Zona 5: circunstancias especiales.

Aparte, aumentaron el control de la calidad de las obras, evaluaron edificios existentes, hicieron innovaciones tecnológicas y sostenibles. Y, por último, añadieron diversos enfoques futuros para alertar a la población y reducir así la exposición ante el peligro (esta medida no se realizó en el sismo de 2023, así pues, la población no comprendía que pasaba y se refugiaron en lugares cerrados, que son los más peligrosos ante un sismo). La mayoría de estas medidas de los dos reglamentos no estaban presentes en las áreas más afectadas por el terremoto, puesto que la gran parte de las casas eran más antiguas y estaban en pueblos de alta montaña.

También cuentan con distintos Planes como el Plan Comunal para la Gestión del Riesgo, PCGR 2015. Con el objetivo de mejorar las evacuaciones y concienciar a la población. Y el Plan Nacional para la Gestión de Desastres, PNGD 2012. Donde se explica el procedimiento que se hará ante el desastre.

En Lorca, según Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación (CTE) “*En relación con las acciones sísmicas se tendrán en cuenta la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE vigente, de acuerdo con la sismicidad de cada zona*”. Por tanto, las normas llevadas a cabo en el

terremoto de Lorca, así como en España fueron las Normas de Construcción Sismorresistentes NCSE-02, aunque posteriormente fue actualizada en 2019, NCSE-19. La NCSE-02 tuvo como objetivo crear unas normas para la construcción, conservación y reparación de las edificaciones considerando la acción sísmica. Así como, reducir daños, costes económicos y pérdidas humanas causadas por un futuro terremoto. Al igual que en el caso de Marruecos la NCSE-02, divide el terreno en distintas zonas dependiendo de la peligrosidad sísmica (según la NCSE-02 la gran parte de la ciudad de Lorca cuenta con un terreno tipo II):

Terreno I: Roca compacta, suelo cementado o granular muy denso.

Terreno II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros.

Terreno III: Suelo granular de compacidad media o cohesivo de consistencia firme a muy firme.

Terreno IV: Suelo granular suelto o suelo cohesivo blando.

Esta norma fue muy importante para la evaluación de los edificios en el terremoto de Lorca, de este modo han podido mejorar muchas estructuras de edificios dañados. Actualmente la mayoría de los edificios en Lorca cumplen con la NCSE-19, en la que se refuerza y se mejoran las normas tras el sismo de 2011 con la aplicación de la NCSE-02. A partir del terremoto las normas existentes han tenido mejoras para coordinar las emergencias, evacuaciones, recursos, etc.

7.2 Actuaciones y ayudas

Tras el terremoto del 8 de septiembre de 2023, Marruecos recibió ayudas nacionales e internacionales. A nivel nacional, ayudó el gobierno de Marruecos, la Cruz Roja Marroquí (CRM), o fundaciones como la de Mohammed V. A nivel internacional, aceptó ayudas de algunos países con los que no mantenía tensiones como son España, Reino Unido, Qatar, Emiratos Árabes y Argelia. Excepto el último país, el resto comenzaron a ayudar dos días después del desastre. (Bonet, E, Savio, L., Bonet 2023). Los países a los que rechazó son Francia, Estados Unidos y Alemania. Con ellos mantenía tensiones internacionales y no quiso aceptar su ayuda. A continuación, se mostrarán algunas ayudas nacionales e internacionales:

- En primer lugar, en la distribución de los suministros de emergencia, así como en la de los suministros de primera necesidad destacan ayudas como de la Media Luna Roja Marroquí, la Agenda de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), la fundación Mohammed V, la Cruz Roja Marroquí y la Unión Africana.
- En los rescates y ayudas humanitarias, destacan el Gobierno de Marruecos, la Unión Europea (UE) y el Gobierno de España.
- En las ayudas financieras y logísticas, se distinguen a la Unión Europea (UE), al Banco Mundial, la Media Luna Roja Marroquí, el Gobierno de Qatar, el Gobierno de Emiratos Árabes Unidos, Unión Africana y el Gobierno de España.

Algunas de las ayudas financieras recibidas a causa del terremoto se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 11. Contribuciones financieras de distintas Organizaciones por el terremoto de Marruecos

ORGANIZACIONES	FINANCIACIONES
Gobierno de Marruecos	442 millones de euros
Unión Europea (UE)	1 millón de euros
Agenda de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID)	900.000 euros
Gobierno de Qatar	120 millones de euros
Gobierno de Emiratos Árabes Unidos	90 millones de euros
Unión Africana	1,8 millones de euros
Gobierno de España	2 millones de euros
Fondo Monetario Internacional	1, 230 millones de euros

Elaboración propia a partir de los datos del texto

Este terremoto movilizó el mismo finde semana al equipo de búsqueda y rescate urbano de la Unidad Militar de Emergencia de España. También se trasladaron ese mismo día bomberos españoles. Tras el fin de semana, varios municipios seguían sin ayudas totalmente aislados, como es el caso de Anamir o Taurirt. (EFE; *SINC*; 2023).

Seis días después del terremoto y tras distintas discusiones, Marruecos seguía sin aceptar la ayuda de la ONU. (Sanchez.F; La Razón 2023).

La primera semana de octubre, se anunció una serie de ayudas a las familias afectadas por el terremoto de 2.500 dirhams (233 euros) al mes, cuyas casas se derrumbaron o sufrieron daños. Según el gobierno marroquí las familias que no reciban este dinero podrán presentar quejas en su provincia. A su vez anunció que se abrirá un crédito de 2.500 millones de dirhams (230 millones de euros) para proyectos de reconstrucción en la sanidad, cultura, turismo, agricultura y enseñanza, entre otros.

Cuatro meses después del desastre, la Media Luna Roja Marroquí sigue ayudando a miles de personas que vienen a refugios o tiendas de campaña. La Cruz Roja Española, continúa cooperando, en enero de 2024 envió 74 toneladas de ayuda con mantas, mosquiteras, kits de cocina, toldos y pastillas potabilizadoras de agua. (Cruz Roja Española, 2024).

El 11 de mayo de 2011 ocurrió el terremoto de Lorca, tres días después el BOE publicó un documento donde se expresan todas las ayudas y subvenciones. (BOE-A-2011-8400). Las ayudas estaban a cargo de la aplicación presupuestaria 16.01.134M.482². Según el BOE a las familias de los fallecidos se les concederá 18.000 euros; en el caso de las familias con viviendas destruidas se hospedarán en nuevas viviendas durante un periodo máximo de 24 meses con una ayuda máxima de 12.000 euros, para los alquileres será de 12 meses con una ayuda de 500 euros al mes, los que hayan tenido daños de primeras necesidades se les dará un máximo de 2.580 euros; para las PYMES y autónomos se les ayudará en el 50% de las reparaciones. Entre los países que ayudaron y prestaron apoyo a Lorca (España) fueron Francia, Italia, Alemania, Reino Unido y Portugal. También obtuvo ayudas de muchas ONGs y organizaciones españolas, como es la Cruz Roja, la cual durante la emergencia prestaron servicios sanitarios en carpas, repartieron agua, alimentos, kits higiénicos e infantiles y 11.000

² El 16 representa el ministerio del interior, el 01 es una subdivisión del ministerio, el 134M es el programa presupuestario, y el 482 es el gasto del programa.

mantas. Hicieron una recaudación de fondos de 3 millones de euros con lo que se pudo construir casas prefabricadas (Cruz Roja. *Europa Press*, 2021).

Al igual que en Marruecos, la ciudad de Lorca también recibió ayudas nacionales e internacionales:

- Los organismos que se encargaron de los suministros de emergencias, así como de los suministros de primera necesidad y ayudas sanitarias, fueron: la Cruz Roja Española, Gobierno de la Región de Murcia, la Cruz Roja y Media Luna Roja y el Gobierno de España que movilizó al ejército y a Protección Civil.
- Los organismos que otorgaron ayudas financieras y logísticas fueron: Gobierno de España, La Caixa, Unión Europea, Gobierno de Francia y Gobierno de Alemania.

En la siguiente tabla se muestran algunas ayudas financieras proporcionadas por las anteriores entidades u organizaciones:

Tabla 12. Contribuciones financieras de distintas Organizaciones por el terremoto de Lorca.

ORGANIZACIONES	FINANCIACIONES
Gobierno de España	1.200 millones de euros
Unión Europea (UE)	21 millones de euros
Fundación La Caixa	10 millones de euros
Gobierno de la Región de Murcia	300 millones de euros
Gobierno de Alemania	500.000 euros
Gobierno de Francia	1 millón de euros

Elaboración propia a partir de los datos del texto

Las ayudas del fondo de solidaridad³ ante un desastre natural son de 3.500 millones de euros, dado que los daños causados fueron menores, de 842,8 millones de euros, se puso en marcha la cláusula de catástrofes regionales extraordinarias.

12 años después, en 2023 siguen sin proporcionar a las familias esas ayudas que prometieron tras el terremoto, debiendo cerca de 1 millón de euros a familias que el

³ Fondo que se creó para intervenir en grandes desastres de manera rápida y efectiva

gobierno central prometió ayudar en las reconstrucciones de casas o alquileres. A finales de 2023 los vecinos se reunieron en el ayuntamiento para encontrar una solución a los impagos del gobierno (Triviño; *ElMundo* 2023). Dentro de 10 años se verá si esto mismo ocurre tras el terremoto de Marruecos, o por el contrario el Gobierno de Marruecos maneja mejor la situación.

Tanto en el terremoto de Marruecos, como en el terremoto de Lorca, la mayor parte de las ayudas fueron nacionales. Hay que destacar que las ayudas recibidas tanto nacionales como internacionales en Lorca, se destinaron principalmente a la reconstrucción de las infraestructuras y edificios dañados, mientras que en Marruecos se centraron en las ayudas humanitarias, esto se debió a la gran cantidad de población afectada, que exigió más atención médica, y más movilización para la realización de los rescates.

La gestión de la ayuda del terremoto en Lorca tuvo un gran éxito, fue rápida y organizada. Por su parte en Marruecos, aunque las ayudas fueron inmediatas, la situación socioeconómica del país, la mayor magnitud del terremoto, y la gran cantidad de pueblos devastados, dificultaron las asistencias y la recuperación.

7.3 Reconstrucciones

Desde el terremoto de Marruecos ha pasado casi un año y desde el terremoto de Lorca 13 años. En este apartado se analizará la reconstrucción que se ha llegado a hacer hasta un año después del desastre, de este modo la comparación entre los dos países será más clara.

Tras 9 meses del terremoto de Marruecos, se estima que alrededor de 40.000 personas se quedaron sin viviendas. La reubicación de estas personas se convirtió en una prioridad para el gobierno marroquí. Dos semanas más tarde, el gobierno comunicó el programa de reconstrucción, el cual se quería que fuese rápido y eficaz. Este programa fue financiado principalmente por un fondo nacional creado por el rey Mohamed VI (Fernández. E; *Atalayar*; 2023).

La reconstrucción se vio beneficiada e impulsada tras la entrega del préstamo del FMI de 1.230 millones de euros al gobierno de Rabat. En las áreas urbanas como es el caso

de Marrakech, las obras avanzaron rápidamente por la mayor cantidad de recursos que disponían. En el caso de las áreas rurales de la alta montaña, las reconstrucciones están siendo más lentas a causa de dos problemas:

- La extracción de **materiales derrumbados** y **avalanchas** en carreteras, que fueron trabajos complicados y necesarios para poder llevar a cabo evacuaciones y rescates.
- Por otro lado, el seísmo en la montaña llegó a desplazar pueblos enteros, lo que complicó la reconstrucción y ha hecho que sea más tardía, pues primero hay que hacer la planificación territorial.

“En las aldeas del Alto Atlas, las casas tradicionales de adobe y pizarra han quedado reducidas a escombros, y los deslizamientos de tierra han devastado los campos en terrazas. Es como si toda la fuerza de la gravedad hubiera caído sobre cada centímetro de esta tierra que alguna vez fue pacífica”. - explica Alvar Sánchez, secretario general de Cáritas Marruecos. (*Cáritas, revista digital*, Vega. 2023).

En Lorca tras hacer un análisis de los edificios y de la gravedad registrada, se comenzó rápidamente unos días después con las demoliciones de muchos de los edificios. Aunque comenzasen rápido, muchos de ellos se quedaron como solares durante un gran periodo de tiempo antes de empezar las reconstrucciones, lo cierto es que un proceso así de reconstrucción de una ciudad lleva tiempo, en el cual hay que hacer una reorganización urbanística (*Consortio de Compensación de Seguros*. Madrid, 2013). Aunque el avance en la reconstrucción de Lorca tras un año fue relevante, hubo muchos cabos sueltos por falta de subvenciones gubernamentales, lo que provocó el retraso de muchas obras importantes que deberían haber comenzado antes como el caso de dos institutos y un centro de salud, los cuales tras un año no contaban con el proyecto de reconstrucción ni ayudas financieras (*Radio televisión del principado de Asturias*, 2012). Otro problema que experimentaron fue la reconstrucción o reparación en el centro histórico, ya que se quería mantener el patrimonio histórico, lo cual hizo que se retrasara el proceso de obra. El terremoto afectó severamente al Plan Especial de Protección y Rehabilitación Integral (PEPRI), el cual se volvió complejo. *“Debido a las grandes transformaciones que ha sufrido el Casco Histórico tras el terremoto y a la*

multitud de solares que han surgido en el casco tras las demoliciones, es imprescindible que se acometa cuanto antes la Revisión y Ampliación del Plan Especial de Protección y Rehabilitación Integral del Conjunto Histórico Artístico de la ciudad de Lorca” (PEPRI, Conjunto histórico- artístico de Lorca, 2013).

Según datos del Ayuntamiento de Lorca, en el primer año se transmitieron 5.000 expedientes de obras. No ha sido hasta 10 años después cuando se ha terminado con todas las reconstrucciones y reparaciones.

Por tanto, tras un año de los dos terremotos Lorca tuvo avances más notorios en la reconstrucción, teniendo casi un 50% de las viviendas afectadas reparadas. Esto se debió a que el seísmo no dejó devastaciones tan grandes, a que contaba con más recursos, y a que tuvo más ayudas internacionales. Aunque no ha tenido una reconstrucción rápida ya que las reparaciones se han terminado hace un par de años, es decir, han tardado 10 años en reparar y volver a construir todos los daños causados en las infraestructuras. Por el contrario, Marruecos lleva una reconstrucción más lenta, puesto que cuenta con menos recursos, menos ayuda internacional, y con un seísmo más fuerte que devastó municipios de la alta montaña enteros. Por el momento cuenta con un apoyo nacional grande, destacando el **Fondo Nacional para la Reconstrucción** (1.000 millones de euros). En Lorca, actualmente se siguen debiendo ayudas a muchas familias.

8. Resultados

La comparación entre los efectos de los sismos en las áreas de estudio de Marruecos y Lorca, revelan que la zona más vulnerable ha sido el área marroquí. Las áreas más afectadas marroquí, cuentan con más desafíos en la población, más analfabetismo (lo que dificulta la formación de lo que es un terremoto y como se puede actuar en ese caso), menos ingresos y unas infraestructuras menos resistentes a los temblores de peor calidad. Además, las zonas más afectadas fueron los municipios del Alto Atlas, que en su mayoría se encuentran lejos de las carreteras principales las cuales se llenaron de escombros durante el terremoto, dificultando la evacuación de su población.

La comparación de estos dos terremotos ha supuesto ciertas dificultades. Por un lado, por la escasez de falta de información de Marruecos, lo cual ha complicado la comparación en algunos aspectos como la población por estructura de edad en el momento del terremoto. Por otro lado, la limitación de las áreas de estudio se ha acotado al análisis de las zonas más afectadas, lo que ha hecho que en el terremoto de Marruecos se ha tenido que analizar una región entera, mientras que en el de Lorca solo se ha analizado a la ciudad de Lorca.

Sin embargo, se ha podido identificar las diferencias y similitudes de los efectos en los aspectos de vulnerabilidad estudiados. En ellos se incluye la población, los aspectos socioeconómicos y las infraestructuras.

La principal diferencia radica en el tipo de población afectada. En el terremoto de Marruecos el cual afectó a 6,6 millones de personas, tuvo una exposición mayor de niños y ancianos, que son los grupos más vulnerables debido a que la gran parte de ellos son dependientes. Además, el sismo afectó a una gran parte de la población rural del Alto Atlas que cuentan con una gran densidad de población, aunque sean áreas pequeñas. Mientras que en Lorca el impacto fue menor debido a una mejor preparación y a construcciones más modernas, los materiales de estas construcciones eran más resistentes, lo que limitó el daño, además la menor magnitud del sismo ayudó a reducir los impactos.

En cuanto a los aspectos socioeconómicos, aunque Lorca se encuentra en un país desarrollado, es una de las ciudades con mayor tasa de pobreza en España, lo que aumentó su vulnerabilidad ante el desastre. No obstante, Marruecos mostró una mayor vulnerabilidad socioeconómica, debido a las dificultades que ha enfrentado la población con viviendas dañadas o destruidas. Además, muchas pequeñas tiendas con las que vivían familias enteras acabaron colapsadas. En Lorca, aunque fue vulnerable, se contaba con estudios sobre las zonas más propensas a sufrir daños en caso de desastre, lo que facilitó una respuesta más rápida y eficaz. Al contrario que Marruecos, con la falta de datos oficiales desde el último censo de 2014.

Por último, el último aspecto de vulnerabilidad estudiado fueron las **infraestructuras**. Las infraestructuras fueron un punto clave para la vulnerabilidad en Marruecos, puesto que sufrió un mayor colapso tanto de las edificaciones como en las carreteras debido a la baja calidad de los materiales de construcción y a la mayor magnitud del sismo. Por el contrario, en Lorca, las infraestructuras sufrieron daños en algunos casos significativos, pero estaban más preparadas, evitando un colapso mayor. Las carreteras asfaltadas y el ferrocarril tuvieron unos resultados parecidos, aunque Marruecos contaba con carreteras que no estaban asfaltadas, lo que empeoró los rescates y la respuesta de emergencia.

Las **normas de construcción sísmicas**, como otros planes y leyes, que, tras los sismos han sido modificados en los dos territorios, reforzando así las construcciones y garantizando a través de inspecciones o multas su implantación. De este modo, se estará más preparado por si vuelve a suceder un desastre natural en un futuro. A la vez, se ha incrementado la educación de la población sobre cómo actuar en caso de terremoto, reduciendo la vulnerabilidad.

En conclusión, **Marruecos mostró más vulnerabilidad** debido a su alto volumen y densidad de población, a las tasas elevadas de analfabetismo, a los menores ingresos y la peor calidad de las infraestructuras. Lorca, aunque también fue muy vulnerable contaba con mejores construcciones, y una mejor preparación y mitigación del impacto. Esta comparación resalta que la preparación y las construcciones en áreas más modernas juegan un papel importante en la vulnerabilidad ante un desastre. En países más desarrollados se muestra una mayor resistencia, respuesta de emergencia y recuperación.

9. Conclusión

De acuerdo con el análisis comparativo realizado, se concluye que, aunque ninguno de los dos países estaba adecuadamente preparado para un evento de esta magnitud debido a diversos factores como el incumplimiento de la normativa de construcción sismorresistente, las respuestas de emergencia deficientes y planificación

urbana inadecuada y la falta de conciencia, existió más vulnerabilidad en el territorio marroquí.

En este estudio, se observó que las características del riesgo fueron mayores en Marruecos que en Lorca. Sin embargo, si hubiese sido al revés, Marruecos seguramente seguiría siendo más vulnerable, pues este territorio estaba menos preparado y contaba con unas características socioeconómicas más débiles y vulnerables, lo que hace que el riesgo sísmico le afecte más gravemente.

Por otro lado, Lorca podría haber sufrido más consecuencias, ya que el epicentro del sismo se localizó en la ciudad. A pesar de que hubo muchos fallos a nivel de infraestructuras, las pérdidas humanas fueron menores, y la respuesta de la población y de las autoridades fueron más rápidas.

Por lo tanto, se concluye que las sociedades menos preparadas que tienden a coincidir con las menos desarrolladas cuentan con más vulnerabilidad, siendo así más propensas a sufrir pérdidas y teniendo una menor capacidad de preparación ante un riesgo natural. Lo que las hace más indefensas y vulnerables en comparación con áreas más desarrolladas independientemente de la magnitud física del evento, que, en estos medios, con frecuencia pasa a ser una cuestión secundaria.

10. Índice de figuras

FIG. 1. EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DEL RIESGO EN FUNCIÓN DE LOS DECRETOS DE LAS NACIONES UNIDAS.	9
FIG. 2. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE LORCA	16
FIG. 3. MAPA DE LOCALIZACIÓN DE MARRUECOS	17
FIG. 4. CORDILLERA BÉTICA Y CORDILLERA DEL ATLAS ANALIZADAS EN ESTE TRABAJO.	18
FIG. 5. MAPA GEOLÓGICO DE LA CORDILLERA BÉTICA.....	19
FIG. 6. ZONA DE ESTUDIO DE LA FALLA DE LA ALHAMA DE MURCIA Y LOCALIZACIÓN DEL EPICENTRO.....	19
FIG. 7. FALLAS DE LA REGIÓN DE MURCIA. 6: FALLA DE ALHAMA DE MURCIA (6B: LORCA-TOTANA)	20
FIG. 8. MAPA GEOLÓGICO DE LA CORDILLERA DEL ATLAS	22
FIG. 9. MAPA DE PELIGROSIDAD SÍSMICA EN ESPAÑA	23

FIG. 10. SISMICIDAD EN ESPAÑA. TERREMOTOS OCURRIDOS A LO LARGO DE LA HISTORIA, CON SU MAGNITUD Y PROFUNDIDAD.	24
FIG. 11. LOCALIZACIÓN, MAGNITUD E INTENSIDAD DE LOS TERREMOTOS OCURRIDOS EN LAS FALLAS DE LA REGIÓN DE MURCIA.....	25
FIG. 12. SISMICIDAD EN MARRUECOS ENTRE 1900-2010	26
FIG. 13. MAPA DE LOCALIZACIÓN E INTENSIDAD DEL TERREMOTO DE MARRUECOS. FALLAS ACTIVAS	27
FIG. 14. MAPA GEOLÓGICO DONDE SE MUESTRA LA LOCALIZACIÓN, LA MAGNITUD, EL MOMENTO Y LOS MECANISMOS FOCALES DE LOS TERREMOTOS DE LORCA.....	28
FIG. 15. MAPA DE SISMICIDAD Y MECANISMO FOCAL DEL TERREMOTO PRINCIPAL	29
FIG. 16. DENSIDAD DE POBLACIÓN DE LAS REGIONES AFECTADAS EN MARRUECOS	33
FIG. 17. DENSIDAD DE POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE LORCA	34
FIG. 18. LAS DOS CARAS DE MARRAKECH	41
FIG. 19. ZONAS VULNERABLES DE LORCA Y SU DENSIDAD DE POBLACIÓN	44
FIG. 20. IGLESIA DE SANTIAGO. DERRUMBE POR MATERIALES RÍGIDOS	53
FIG. 21. FIG. Nº19. RECONSTRUCCIÓN DEL EDIFICIO “PRINCESA” EN EL BARRIO DE LA VIÑA TRAS EL TERREMOTO Y EN 2021.....	53
FIG. 22. DERRUMBES DE LA CIUDAD DE MARRAKECH.....	55
FIG. 23. MAPA DE LAS REDES DE TRANSPORTE DE LA CIUDAD DE LORCA.....	58
FIG. 24. LA ESTACIÓN DE TREN DE LORCA DAÑADA EN EL SEÍSMO DE 2011	59
FIG. 25. MAPA DE LAS LÍNEAS DE TRENES ACTUALES Y PARA 2040.....	60
FIG. 26. ZONAS SÍSMICAS EN MARRUECOS.....	62

11. Índice de tablas

TABLA 1. CARACTERÍSTICAS SÍSMICAS DE EPISODIOS DE ANÁLISIS	30
TABLA 2. POBLACIÓN DE LAS PROVINCIAS AFECTADAS POR EL TERREMOTO DE MARRUECOS (2023).....	31
TABLA 3. POBLACIÓN DE LORCA EN 2011 Y 2023	32
TABLA 4. DENSIDAD DE POBLACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DE MARRUECOS	33
TABLA 5. POBLACIÓN URBANA Y RURAL EN EL ÁREA DE ESTUDIO DE MARRUECOS Y LORCA.	42
TABLA 6. NIVEL DE ESTUDIOS, PARO, OCUPADOS Y VIVIENDAS RUINOSAS DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LA CIUDAD DE LORCA	45
TABLA 7. ACTIVIDAD DE EMPLEO, DESEMPLEO Y ANALFABETISMO DEL ÁREA DE ESTUDIO DE MARRUECOS.	46
TABLA 8. EDAD DE LAS VIVIENDAS EN MARRUECOS	49
TABLA 9. DATOS SOBRE PÉRDIDAS POSIBLES PARA DISTINTOS TIPOS DE CONSTRUCCIONES DEPENDIENDO DE LA INTENSIDAD	51

TABLA 10. EDAD DE LOS EDIFICIOS E INMUEBLES EN LORCA.	52
TABLA 11. CONTRIBUCIONES FINANCIERAS DE DISTINTAS ORGANIZACIONES POR EL TERREMOTO DE MARRUECOS	65
TABLA 12. CONTRIBUCIONES FINANCIERAS DE DISTINTAS ORGANIZACIONES POR EL TERREMOTO DE LORCA.	67

12. Índice de gráficos

GRÁFICO 1. ESTRUCTURA POR EDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO MARROQUÍ EN 2014	37
GRÁFICO 2. ESTRUCTURA POR EDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO DE LORCA EN 2011	38
GRÁFICO 3. POBLACIÓN RURAL Y URBANA EN LORCA Y MARRUECOS.....	43
GRÁFICO 4. TIPO DE VIVIENDA EN EL ÁREA DE ESTUDIO MARROQUÍ	49
GRÁFICO 5. EDAD DE LAS VIVIENDAS EN MARRUECOS %	50
GRÁFICO 6. EDAD DE LOS EDIFICIOS E INMUEBLES EN LORCA EN %.	54
GRÁFICO 7. DISTANCIA DE VIVIENDAS A LAS CARRETERAS ASFALTADAS (KM)	59

13. Bibliografía

Adán, Javier. “dos fuertes terremotos sacuden Lorca”. *ElMundo* (12/05/2011)

Alfaro.P, J. M. Andreu, A. Estévez, J. E. Tent-Manclús y A. Yébenes (editores).
Geología de Alicante. Alicante 2004, 17-36 – ISBN 84-86980-07-0

Álvarez Cabal, R; Díaz-Pavón Cuaresma, E; Rodríguez Escribano, R. "El terremoto de Lorca. Lecciones para la construcción". *Consortio de Compensación de Seguros*. Madrid, 2013.

Blondet, M., Vargas, J., Tarque, N., Velasquez, J., & Nacer, H. Adobe Tutorial. *World Housing Encyclopedia*. (2005)

“BOE” núm. 115, de 14 de mayo de 2011, páginas 49045 a 49054 (10 págs.)

Bonet, Enric, Irene Savio, y Irene Savio, “El Rechazo de Marruecos A la Ayuda de Algunos Países Choca Con la Emergencia Humanitaria”. *Elperiodico*, 12 de septiembre de 2023.

<https://www.elperiodico.com/es/internacional/20230912/sorpresa-rechazo-marruecos-ayuda-internacional-paises-organizaciones-91994009>.

Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Terre, 2012, n° 34, p. 45-55

Carnerero Castilla, R. “Grupos Vulnerables En Situaciones de Riesgos y Amenazas. El Caso de los Desastres Naturales”. *Dialnet*. 2019.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7222259>

Carrión, F. “Un terremoto poco profundo y construcciones precarias: claves de la destrucción que golpea Marruecos”. *El Independiente*. (2023).

<https://www.elindependiente.com/internacional/2023/09/09/un-terremoto-poco-profundo-y-construcciones-precarias-claves-de-la-destruccion-que-golpea-marruecos/>

Charroud, Mohammed, Antonio Teixell, Maria-Luisa Arboleya, and Manuel Julivert. “Tectonic shortening and topography in the central High Atlas (Morocco)”. *TECTONICS*, vol. 22, no. 5, 1051(2003). Doi:10.1029/2002tc001460.

Chalouan, A et al. (2023): “cGPS Record of Active Extension in Moroccan Meseta and Shortening in Atlasic Chains under the Eurasia-Nubia Convergence”. *Sensors* 23, pp. 4846. <https://doi.org/10.3390/s23104846>

Colmenero, R. F. Los estudios sísmicos menospreciaron el peligro del Atlas: se elevaba y se estrechaba demasiado. *ELMUNDO*. (2023,12 septiembre).

<https://www.elmundo.es/ciencia-y-salud/ciencia/2023/09/12/65007b6cfdddfa7198b45b8.html>

Cruz Roja Española. “Llegan A Marruecos 74 Toneladas de Ayuda Humanitaria de Cruz Roja Española Para las Personas Afectadas Por el Terremoto – Morocco”. *Reliefweb* (2024).

EFE, Agencia. “Marruecos No Ha Dado Aún Autorización A la ONU Para Socorrer A las Víctimas del Terremoto”. *La Razón* (2023).

EFE. Ciencia Contada en español. “Las labores de rescate tras el terremoto en Marruecos avanzan con ayuda internacional.”(2023)

<https://www.agenciasinc.es/Noticias/Las-labores-de-rescate-tras-el-terremoto-en-Marruecos-avanzan-con-ayuda-internacional>

EFE. “Seis Municipios Murcianos, Entre los 50 Más Pobres de España”. *La Opinión de Murcia* (26 de mayo de 2021).

<https://www.laopiniondemurcia.es/comunidad/2021/05/26/cinco-municipios-murcianos-50-pobres-52270556.html>.

Europapress. “Marruecos Entregará A Partir del Viernes el Primer Tramo de Ayudas A Afectados Por el Terremoto”. *europapress*. (2023)

<https://www.europapress.es/internacional/noticia-marruecos-entregara-partir-viernes-primer-tramo-ayudas-afectados-terremoto-20231003091609.html>.

Europapress. “Cuando Lorca Tembló Por los Terremotos Hace Diez Años, Cruz Roja respondió”. *Europapress* (2021)

<https://www.europapress.es/murcia/noticia-cuando-lorca-temblo-terremotos-hace-diez-anos-cruz-roja-respndio-20210511100519.html>.

Feito, L. (2007). Vulnerabilidad. *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 30(Supl. 3), 07-22. 20/06/2024.

http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272007000600002&lng=es&tlng=es.

Fernández, Enrique. “El Gobierno de Marruecos Aprueba la Primera Fase de la Reconstrucción Tras el Terremoto”. *Atalayar*, 26 de septiembre de 2023.

<https://www.atalayar.com/articulo/politica/gobierno-marruecos-aprueba-primera-fase-reconstruccion-terremoto/20230926112915191434.html>.

Gellert-de Pinto, G. I. (2012). El cambio de paradigma: de la atención de desastres a la gestión del riesgo. *Boletín Científico Sapiens Research*, 2(1), 13-17. ISSN-e 2215-9312

Gómez, Francisco. 2017. “¿Es Lorca una de las Ciudades Más Pobres?”. *La Opinión de Murcia*, 27 de agosto de 2017.

<https://www.laopiniondemurcia.es/municipios/2017/08/27/lorca-ciudades-pobres-31839202.html>.

González, Begoña. “Terremoto En Marruecos: el Problema No Han Sido las Casas de Adobe Sino la Magnitud del Seísmo”. *www.epe.es*, 19 de septiembre de 2023.

<https://www.epe.es/es/internacional/20230919/terremoto-marruecos-problema-han-sido-casas-adobe-seismo-92290645>

Icomos. “Comunicado sobre el terremoto en Marruecos y los daños causados al patrimonio arquitectónico.” *Consejo Internacional de Monumentos y Sitios* (2023).

<https://icomos.es/comunicado-sobre-el-terremoto-en-marruecos-y-los-danos-causados-al-patrimonio-arquitectonico/>

IFRC. “Terremoto en Marruecos: La IFRC intensifica las operaciones de socorro ante las próximas lluvias y el riesgo de deslizamientos de tierra”. (2023)

<https://www.ifrc.org/es/nota-prensa/terremoto-en-marruecos-ifrc-intensifica-las-operaciones-socorro-ante-las-proximas>

Informe AROPE sobre el Estado de la Pobreza en España | Pobreza por CC.AA. 2023.

(s. f.). <https://www.eapn.es/estadodepobreza/pobrezaCCAA-2023.php>

Instituto Geográfico Nacional (s.f.). Geoportal Oficial del Instituto Geográfico Nacional de España.

<http://www.ign.es/web/ign/portal/cbg-area-cartografia>

Instituto Nacional de Estadística. “Edificios destinados principal o exclusivamente a viviendas y no de inmuebles por municipios (con más de 2.000 habitantes), estado del edificio y año de construcción (agregado)”.
<https://www.ine.es/jaxi/Datos.htm?path=/t20/e244/edificios/p04/10/&file=2mun30.px>

Instituto Nacional Geográfico (IGN). “nota informativa sobre el terremoto de Mw 6,8 Marruecos del 8/09/2023”. 2023
https://www.ign.es/web/resources/sismologia/tproximos/informes/nota_informativa_IGN_M6.8_Marruecos.pdf

Kottow, MH. (2003): The vulnerable and the susceptible. *Bioethics*, 17. pp. 460-471. <https://doi.org/10.1111/1467-8519.00361>

Liedo, B. (2021). “Vulnerabilidad”. *Eunomía. Revista en Cultura de la Legalidad*, 20 (2021): pp. 242-257.
<https://doi.org/10.20318/eunomia.2021.6074>

López, T.S. “Estudio paleomagnético en el Alto Atlas Central: remagnetizaciones e implicaciones tectónicas.” Dialnet (2020).
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=287129>

Madani, L. A. “¿Es el bambú un material de construcción seguro en desastres naturales como los terremotos?” *ArchDaily* (2022).
<https://www.archdaily.cl/cl/989622/es-el-bambu-un-material-de-construccion-seguro-en-desastres-naturales-como-los-terremotos>

Ministère de l’Aménagement du Territoire, de l’Urbanisme, de l’Habitat et de l’Environnement. Secrétariat d’État à l’Habitat. (R.P.S 2002).

Ministerio de transporte, movilidad y agenda urbana (s.f.) “visor de barrios vulnerables de Lorca”. *portalweb.mitma.es*. (2011)

<https://portalweb.mitma.es/aplicaciones/portalweb/BarriosVulnerables>

Ministerio de Fomento. “Normas de construcción sismorresistentes NCSE-02. Artículo 2.2.” (2002).

https://www.fomento.gob.es/recursos_mfom/np31-ncse-02-construccion-sismorresistente.pdf

Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible. “Impacto del terremoto en la red de transportes del Estado en la Región de Murcia”. (2011, 5 diciembre).

<https://www.transportes.gob.es/el-ministerio/sala-de-prensa/noticias/2011/MAYO/11051201.htm>

Moreno, Aristóteles. 2024. «El Tesoro de Barro Que Desafió Al Terremoto de Marruecos». *lamarea.com*, 14 de abril de 2024.

<https://www.lamarea.com/2024/04/02/el-tesoro-de-barro-que-desafio-al-terremoto-de-marruecos/>.

Noticias ONU. “Cerca de 1,35 millones de personas murieron en los últimos 20 años debido a desastres naturales.” (2016, 13 octubre).

<https://news.un.org/es/story/2016/10/1366641#:~:text=De%20los%201%2C35%20millones,con%20fen%C3%B3menos%20meteorol%C3%B3gicos%20y%20clim%C3%A1ticos.>

Opinión, L., & Wals, P. “Un patio de recreo como sala de enfermos en Lorca”. *La Opinión de Murcia*. (2021, 12 mayo).

<https://www.laopiniondemurcia.es/municipios/2021/05/11/patio-recreo-sala-enfermos-terremotos-lorca-51541645.html>

Recensement général de la Population et de l'Habitat (RGPH2014)

<http://rgphentableaux.hcp.ma/Default1/>

Rosales-Veítia, J. Evolución histórica de la concepción de la gestión de riesgos de desastres: algunas consideraciones. *Revista Kawsaypacha: Sociedad Y Medio Ambiente*, 7, 67-81(2021).

<https://doi.org/10.18800/kawsaypacha.202101.004>

RTVE. “La UE Concede A Murcia 21 Millones de euros Por los Terremotos de Lorca”. *RTVE* (17 de noviembre de 2011).

<https://www.rtve.es/noticias/20111117/ue-concede-a-murcia-21-millones-euros-por-terremotos-lorca/476076.shtml>.

SALCEDO J.C. y CAMPESINO, A.J. (2012): “Experiencias constructivas del terremoto de Lorca”. *Investigaciones Geográficas*. N. 57. pp. 7-37

Sanchez.F. “Marruecos No Ha Dado Aún Autorización A la ONU Para Socorrer A las Víctimas del Terremoto”. *La Razón*, 15 de septiembre de 2023.

https://www.larazon.es/internacional/marruecos-dado-aun-autorizacion-onu-socorrer-victimas-terremoto_20230915650456881fb4a6000134bda5.html.

Sanz, Juan Carlos, “Marruecos Acelera la Reconstrucción Tras el Terremoto Con un Préstamo del FMI de 1.230 Millones”. *El País*, 2 de octubre de 2023.

<https://elpais.com/internacional/2023-10-02/marruecos-acelera-la-reconstruccion-tras-el-terremoto-con-un-prestamo-del-fmi-de-1230-millones.html#:~:text=En%20el%20proyecto%20se%20incluye,por%20familia%20durante%20un%20a%C3%B1o.>

SAN JUAN ARQUITECTURA S.L “PEPRI, Conjunto histórico- artístico de Lorca”. *Ayuntamiento de Lorca*. (2013)

Radio televisión del principado de Asturias. “Se Cumple un Año del Terremoto de Lorca” Noticias RTPA. (2012)

https://www.rtpa.es/noticias-sociedad:Se-cumple-un-ano-del-terremoto-de-Lorca_111336721041.html.

Soria, Alicia. “Se Fue la Luz y el Aeropuerto Parecía Que Se Iba A Desmoronar... No Sabía Que Había Pasado”; *Valencia Plaza*, 10 de septiembre de 2023.

<https://valenciaplaza.com/se-fue-luz-aeropuerto-parecia-se-iba-desmoronar-no-sabia-ha-pasado>.

Triviño, Miguel. “12 Años Esperando las Ayudas Por el Terremoto de Lorca: si ya es duro que te pase, es más duro ver que necesitas ayuda y no la Recibes”. *ELMUNDO*, 5 de diciembre de 2023.

<https://www.elmundo.es/espana/2023/12/05/656f5ce021efa05a618b45e0.html>.

United Nations International Children's Emergency Fund(Unicef) 2023: “Terremoto Marruecos: 100.000 niños y niñas afectados...”

<https://www.unicef.es/noticia/terremoto-marruecos-ninos-afectados>

Vega, Antonio. “La Reconstrucción de Marruecos Durará Años” *Revista Digital*. 19 de diciembre de 2023.

<https://revista.caritas.es/la-reconstruccion-de-marruecos-durara-anos/>.