

# LA GEOLOGÍA ES NOTICIA

## EYJAFJALLA:

El volcán que tuvo en jaque a media Europa

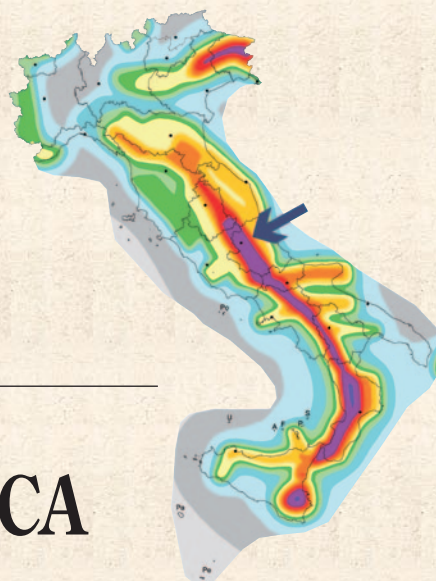
*Francisco José Pérez-Torrado  
Alejandro Rodríguez-González  
Juan Carlos Carracedo  
José Luis Fernández-Turiel  
Domingo Gimeno  
Sebastian Wiesmaier*



## EL TERREMOTO ESPERADO PERO IMPREDECIBLE:

Sismólogos italianos ¡a juicio! por no predecir el terremoto de L'Aquila de 2009

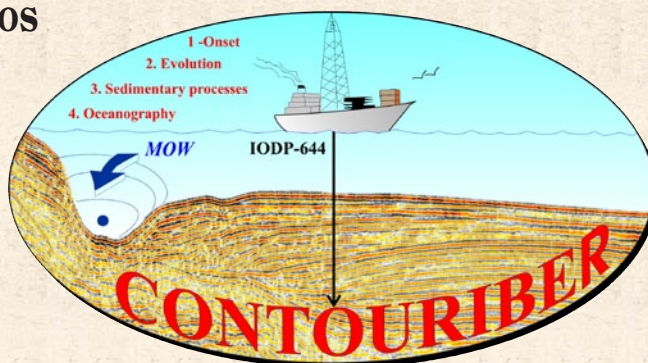
*Daniela Pantosti*



## CAMPAÑA OCEANOGRÁFICA "CONTOURIBER"

La apertura del Estrecho de Gibraltar y sus implicaciones en la evolución de los fondos marinos y en los cambios ambientales.

*Fº Javier Hernández-Molina  
Gemma ERCILLA  
Teresa Medialdea*



# El Terremoto esperado pero impredecible:

## Sismólogos italianos ¡a juicio! por no predecir el terremoto de L'Aquila de 2009

DANIELA PANTOSTI

*Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia e Tettonofisica (UF Tettonica Attiva). Roma (Italia). E-mail: daniela.pantosti@ingv.it*

El 6 de abril de 2009, a las 3:33 a.m., un terremoto de magnitud Mw 6,2 despertó a millones de personas en la región central de Italia, incluyendo Roma y otras muchas ciudades entre las costas mediterránea y adriática, en Abruzzi, Latium, Umbria, Marche o Molise. Se trataba de la mayor sacudida sísmica que muchos de nosotros habíamos sentido e, inmediatamente, comprendimos la tragedia que ocasionaría en el área epicentral. En efecto, los ~70000 habitantes de la ciudad de L'Aquila estaban durmiendo tranquilamente sobre la falla que iba a reactivarse esa noche. Más de la mitad de las edificaciones del centro de la ciudad sufrieron serios daños, muchas de ellas colapsaron (algunas de uso público), y alrededor de 300 personas fallecieron bajo los escombros. Gran parte del patrimonio histórico, artístico y cultural de esta bella región desapareció en unos pocos segundos. Ésta ha sido la sacudida sísmica más grande ocurrida en Italia desde que, en 1980, se produjo el terremoto de Irpinia de magnitud M 6,9 en los Apeninos meridionales y, en 1908, el terremoto de magnitud M 7,0 que afectó a la región de Messina-Reggio-Calabria.

Gracias a la mejora de los sistemas de registro sísmico y geodésico de Italia, muchas de las características principales de este terremoto se conocieron con relativo detalle sólo unos pocos días después. La falla responsable del terremoto fue modelizada a partir de observaciones sísmológicas, geodésicas (GPS, e interferometría de Radar o InSAR) y

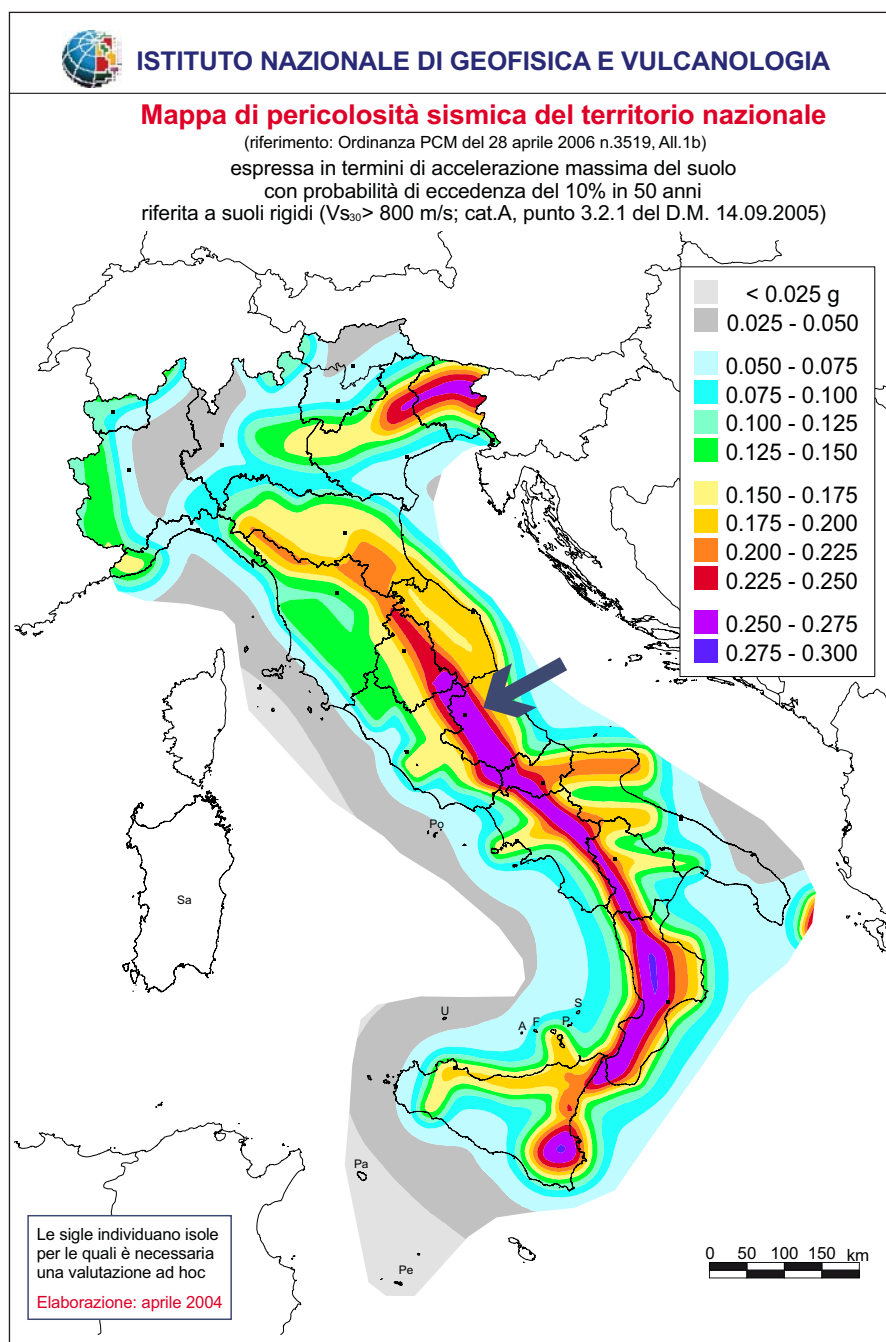


Figura 1. Mapa de peligrosidad sísmica de Italia (2006) que muestra como el área de L'Aquila (flecha) así como el resto de los Apeninos tienen un elevado potencial sísmico.



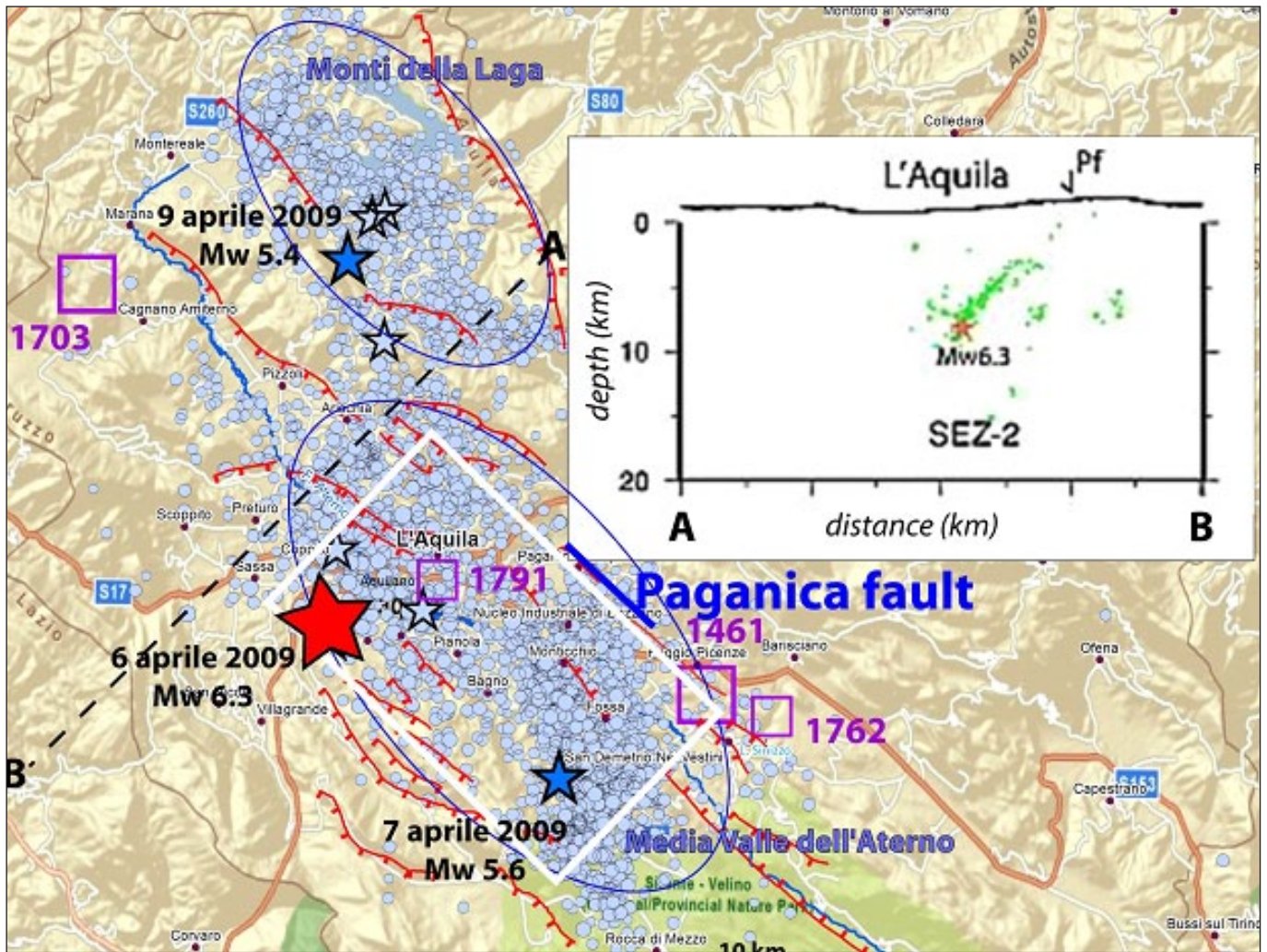


Figura 2. Resumen de la información geológica y sísmica de la zona del terremoto. Los cuadrados representan terremotos históricos de magnitud superior a 6,0. La estrella de mayor tamaño representa el epicentro y las estrellas más pequeñas las localización de las principales réplicas. Los círculos pequeños indican las réplicas ( $\approx 18000!$ ). Estas réplicas muestran como, además de la falla del terremoto principal (nube rodeada por la elipse inferior denominada Valle Medio del Aterno), también fue reactivada otra estructura situada al norte (que incluye la réplica del 9 de abril). El esquema situado en la parte superior derecha permite observar la falla responsable del terremoto principal en sección.

geológicas. La distribución de réplicas, los mecanismos focales, los vectores de desplazamiento GPS, la deformación en superficie a partir de InSAR, así como la ruptura en superficie, indicaron que se trataba de una falla normal de ~15 km de longitud, de dirección NO-SE y buzamiento hacia el SO. El epicentro se localizó muy próximo a la ciudad de L'Aquila, en su sector más occidental; la ruptura comenzó a unos 9 km de profundidad y se propagó directamente hacia esta ciudad y, también hacia el valle de Aterno, situado al SE, donde se produjeron los mayores daños. Además de los típicos efectos producidos por la sacudida sísmica (como deslizamientos, desprendimientos rocosos, licuefacción, extensión lateral, etc.), la ruptura de la falla en superficie produjo serios daños en vías de comunicación y en áreas residenciales de la población de Paganica. De hecho,

la deformación ocurrida en profundidad se propagó hacia la superficie generando desplazamientos del terreno de más de 15 cm en la zona de falla. Esta deformación permanente ha generado un desplazamiento vertical (bloque NE hacia arriba) y horizontal (al tratarse de una falla normal los dos bloques se separaron). Como consecuencia de este desplazamiento, varias casas, carreteras, un acueducto, conducciones de agua, electricidad y gas, fueron seriamente dañados incrementando todavía más el riesgo de accidentes. Una de las fugas en un acueducto provocó un escape de agua a gran presión que destruyó el asfalto de una carretera, creando una zona de colapso de 80 m de longitud, 8 m de anchura y 4 m de profundidad. Varias casas de reciente construcción, aunque diseñadas acorde a la normativa sismorresistente, sufrieron importantes daños porque es-

taban situadas ¡exactamente sobre la falla! y la ruptura de sus cimientos provocó varios grados de basculamiento, rotación o desplazamiento de sus estructuras de hierro y hormigón.

El terremoto del 6 de abril de 2009 no fue "inesperado". La región de L'Aquila había sufrido de forma repetida terremotos de magnitud  $M > 6$  durante la Edad Media; el último importante ocurrió en 1703. Aunque en aquellos tiempos la densidad de población era baja, el catálogo histórico italiano contiene un buen registro de los daños sufridos en las poblaciones a lo largo de aproximadamente un milenio. Las similitudes entre la distribución de daños del terremoto de 2009 con otro registrado en 1461, así como las evidencias de ruptura en superficie de ese terremoto histórico, deducidas de varias trincheras paleosísmicas, sugieren que ambos terremotos, ocurridos en 1461 y

2009, pueden considerarse como “gemelos”. Por tanto, los aproximadamente 500 años que les separan pueden ser considerados como el intervalo de recurrencia más probable para la falla responsable de los terremotos de 2009/1461.

Gracias al registro histórico, la cartografía de fallas activas y los datos de GPS, la región de L'Aquila era sobradamente conocida como una de las más activas de la Italia peninsular. Había sido catalogada como una de las regiones de mayor peligrosidad sísmica en el reciente Mapa de Peligrosidad Sísmica de Italia (<http://zonesismiche.mi.ingv.it>), y ya había sido clasificada como un área sísmica desde que en 1915 ocurrió un terremoto de  $M \sim 6.7$ , aproximadamente 30 km al sur. Además, la vulnerabilidad de la zona era bien conocida, especialmente debido a la mala calidad de muchas de sus construcciones, con antiguas casas de mampostería así como algunos edificios de hormigón de mala calidad.

Otra controversia surgió sobre la predicción a corto plazo que se hizo de este terremoto, basada en las medidas de radón. Lo cierto es que esta predicción no fue tal ya que predijo la ocurrencia de un terremoto en otra ciudad (Sulmona, situada ~60 km al sur de L'Aquila) y para un día diferente (una semana antes). Por otra parte, ningún dato que validase esta “predicción” fue oficialmente publicado, sino que se comunicó directamente a sus habitantes, generando pánico y confusión. La controversia entre los partidarios de la predicción sísmica determinística (principalmente personas animadas por los medios de comunicación) y la comunidad científica defensora de la predicción a largo plazo (mapas de peligrosidad, estimaciones probabilísticas, etc.), así como de la prevención (códigos de edificación sísmica y reforzamiento de estructuras débiles) explotó inmediatamente después del terremoto. La discusión entre estas dos visiones de la “predicción” sísmica todavía está coleando en Italia, alcanzando el *súmmum* cuando varios sismólogos fueron acusados de homicidio involuntario por los fiscales que investigaban el terremoto de L'Aquila. Las razones de la acusación se basaban en que estos científicos no habían alertado a la población local del inminente terremoto (predicción fallida) en la reunión de la Commissione Grande Rischi que se había celebrado seis días antes del desastre. Los cargos

de la acusación se reforzaron no sólo por la falsa predicción a corto plazo basada en el radón, sino además por el hecho de que desde el mes de diciembre de 2008 se produjo cerca de L'Aquila una crisis sísmica (centenares de pequeños terremotos) que culminó el 30 de marzo de 2009 con un terremoto de magnitud 4.

La acusación contra los científicos, aunque totalmente infundada, constituye un hecho muy perjudicial, único en el mundo. Años de investigación de numerosos científicos han demostrado que en la actualidad no existe ningún método válido de predicción a corto plazo fiable que pueda ser utilizado por los responsables de Protección Civil, de forma rápida y eficaz, para emprender las necesarias medidas de emergencia ante un terremoto. En estos momentos, existe un consenso unánime entre toda la comunidad científica de que la forma más eficaz de luchar contra los terremotos y evitar una catástrofe no se basa en la predicción, sino en la reducción del riesgo y en la aplicación de medidas apropiadas que eviten el colapso de las construcciones (¡en la prevención!). En este sentido, la elaboración de mapas de peligrosidad sísmica, que proporcionan estimaciones de la probabilidad de ocurrencia de valores predefinidos de aceleración máxima del suelo para un determinado periodo de tiempo, es muy útil para los códigos de edificación. De esta forma, si se aplican



Figura 3. Las flechas indican la posición del escarpe de falla de 10 cm de alto producido por el terremoto. La ruptura en superficie coincide con la falla en profundidad expuesta en esta trinchera paleosísmica.

dichos códigos convenientemente, se puede evitar el colapso de las construcciones y, por tanto, las víctimas mortales y los heridos. Las regiones de mayor sismicidad del mundo, como Nueva Zelanda, Japón o California (EEUU) han sido conscientes del problema desde hace muchos años, y han conseguido reducir el número de víctimas de forma drástica. En Italia disponemos de un mapa de peligrosidad sísmica de gran calidad desde el año 2005; los científicos hicieron su trabajo correctamente, ya que el terremoto de L'Aquila del 6 de abril de 2009 ocurrió en una de las zonas de mayor peligrosidad indicadas en dicho mapa. La responsabilidad es de los políticos y de la Administración, que deberían haber obligado a utilizar el código de edificación para las nuevas construcciones y haber impulsado el refuerzo de las estructuras más antiguas, teniendo en cuenta los niveles de aceleración del suelo esperados en la región. Desafortunadamente, en nuestra cultura, las acciones preventivas no tienen recompensa en unos pocos años de legislatura. De hecho, la comunidad científica está insistiendo en lo que ya dijo exactamente hace 30 años, después del terrible terremoto de Irpinia que provocó 3000 víctimas en el Sur de Italia; después de 30 años nada ha cambiado. Una delegación de expertos en terremotos del INGV (Instituto Nacional de Geofísica y Vulcanología de Italia) fue recibida por el Presidente de la República italiana, Giorgio Napolitano, al que se le transmitió la inquietud y preocupación de la comunidad científica: debemos incrementar la cultura de la prevención en Italia a través de una intensa campaña de educación y concienciación dirigida a la población, a los periodistas y a los responsables administrativos. Esto es necesario en Italia, pero también en otros países vecinos. Mientras tanto, la acusación contra los científicos que no fueron capaces de predecir el terremoto de L'Aquila sigue su curso, sin que se tengan noticias de nuevas políticas de prevención. Pasarán varios años hasta que el caso quede cerrado; esperamos y deseamos que sin consecuencias para nuestros colegas imputados. Este proceso, en cualquier caso, dejará con seguridad un sentimiento agrio en la comunidad científica internacional: varios siglos después ¡la Ciencia está de nuevo bajo sospecha! ●